Leitlinienprogramm Onkologie

S3-Leitlinie Prävention von Hautkrebs

Version 3.0 - Oktober 2026
AWMF-Registernummer: 032-052OL

Leitlinie (Langversion)

Federführende Fachgesellschaft(en):

- Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG) vertreten durch die Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie
- Deutsche Krebsgesellschaft (DKG) vertreten durch die Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP)

DKG Krebsgesellschaft · Deutsche Krebshilfe Helfen. Forschen. Informieren. · AWMF

Deutsche Krebshilfe
HELFEN. FORSCHEN. INFORMIEREN.

Diese Leitlinie wurde von der Stiftung Deutsche Krebshilfe im Rahmen des Leitlinienprogramms Onkologie (OL) finanziert.

Helfen auch Sie: www.krebshilfe.de/spenden

HELFEN AUCH SIE
JETZT SPENDEN

Digitale Leitlinienformate

Die onkologischen Leitlinien sind auch in einer App und einer Webansicht (Leitlinien-Hub) mit zahlreichen Such- und Filterfunktionen verfügbar.



iOS App

Android App

Leitlinien Onkologie hub

PatientInnenLeitlinien

Zu den onkologischen Leitlinien gibt es auch laienverständliche Versionen – sogenannte PatientInnenLeitlinien. Diese stehen als PDFs zur Verfügung, können aber auch kostenfrei als Broschüre bestellt werden.

www.krebshilfe.de/infomaterial



Federführende Fachgesellschaft(en)







Weitere beteiligte Organisationen

- Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Histologie (ADH)
- Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Onkologie in der DKG und DDG (ADO)
- Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP)
- Arbeitsgemeinschaft erbliche Tumorerkrankungen in der DKG (AET)
- Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie (ABD)
- Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie (AGOKi)
- Arbeitsgemeinschaft Gesundheitsökonomie und Evidenz-basierte Medizin der DDG (AGED)
- Arbeitsgemeinschaft Gynäkologische Onkologie der DGGG und DKG (AGO)
- Arbeitsgemeinschaft Internistische Onkologie in der DKG (AIO)
- Arbeitsgemeinschaft Onkologische Rehabilitation und Sozialmedizin in der DKG (AGORS)
- Arbeitsgemeinschaft Prävention und integrative Medizin in der Onkologie in der DKG (PRiO)
- Berufsverband der Augenärzte Deutschlands (BVA)
- Berufsverband der Deutschen Urologie (BvDU)
- Berufsverband der Frauenärzte (BVF)
- Berufsverband der Kinder und Jugendärzt*innen e.V. (BVKJ)
- Berufsverband Deutscher Dermatologen (BVDD)
- Berufsverband Deutscher Pathologinnen und Pathologen (BDP)
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
- Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Psychosoziale Onkologie (dapo)
- Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM)
- Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi)
- Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie (DGHNO-KHC)
- Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS)
- Deutsche Gesellschaft für Pathologie (DGP)
- Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft (DGP)
- Deutsche Gesellschaft für Publizistik und Kommunikationswissenschaft (DGPuK)
- Deutsche Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP)
- Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)
- Deutsche gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
- Deutsche Krebsregister (DKR)
- Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (LiTG)
- Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft (DOG)
- Deutscher Hausärzteverband
- Deutscher Psoriasis Bund (DPB)

- Deutscher Wetterdienst Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung (ZMMF)
- European Society for Skin Cancer Prevention (EUROSKIN)
- Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH)
- Hautkrebs-Netzwerk Deutschland (HKND)
- Institut für interdisziplinäre Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm) an der Universität Osnabrück Niedersächsisches Institut für Berufsdermatologie
- Institut für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP)
- Institute of Public Health, Medical Decision Making and Health Technology (UMIT Tirol)
- Konferenz Onkologischer Kranken- und Kinderkrankenpflege in der DKG (KOK)
- Krebsinformationsdienst (KID) des Deutschen Krebsforschungszentrum (dkfz)
- Nationale Versorgungskonferenz Hautkrebs (NVKH)
- Plattform § 65c
- Präventionszentrum des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen Dresden (NCT/UCC)
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) / Zonkrachtactieplatform (ZAP)
- UV-Schutzbündnis
- Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V. (VDBW)

Das ist neu!
Das hat sich geändert!

Wesentliche Neuerungen

Die Aktualisierung der S3-Leitlinie „Prävention von Hautkrebs“ berücksichtigt aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse sowie gesellschaftliche und ökologische Entwicklungen im Umgang mit UV-Strahlung und zur Früherkennung von Hautkrebs. Der vorliegenden Version liegt ein umfassender Aktualisierungsprozess zugrunde, dessen Schwerpunkte auf Basis einer internen und zweier externer Bedarfsanalysen identifiziert wurden. Nach der 1. Aktualisierung (Finalisierung September 2021) liegt damit mit dem neuen Update eine in weiten Teilen überarbeitete Leitlinien vor, die den gesellschaftlichen Entwicklungen hinsichtlich UV-Schutz und Hautkrebsfrüherkennung Rechnung trägt und aktuelle, bisher nicht ausreichend fokussierte Fragestellen beantwortet.

Überarbeitete Analyse zum Risikofaktor UV-Strahlung

Bei der Aktualisierung wurde erstmals im Rahmen der Leitlinie eine systematische Evidenzanalyse zum Risikofaktor natürliche UV-Strahlung durchgeführt (Kapitel 4.3.2.1), die als grundlegende wissenschaftliche Basis sämtlicher UV-Schutzempfehlungen dient. Dabei wird natürliche UV-Strahlung als bedeutender Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs bestätigt. Zudem wird die Relevanz unterschiedlicher Expositionsmuster, insbesondere beruflicher beziehungsweise chronischer, intermittierender sowie kumulativer UV-Exposition, hervorgehoben.

Die Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln

Ein zentraler Schwerpunkt der Leitlinienüberarbeitung lag auf der Bewertung der Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln in der Hautkrebsprävention (Kapitel 5.1.4.1). Hierzu wurden zwei neue Evidenzanalysen durchgeführt, die den Einfluss von Sonnenschutzmitteln auf das Hautkrebsrisiko beziehungsweise auf die Prävention von Sonnenbränden untersuchten. Auf Basis der in der systematischen Recherche identifizierten Evidenz kann nicht eingeschätzt werden, ob Sonnenschutzmittel einen ausreichenden Schutz vor Hautkrebs bieten.

Aktualisierte Empfehlungen zur Vermeidung von UV-Exposition

Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung der Strategien „Vermeidung der Exposition“ und „Bedeckende Kleidung“ wurden die verhaltensbezogenen Empfehlungen zum UV-Schutz überarbeitet und erweitert (Kapitel 5.1). Die Leitliniengruppe betont einen bewussten Umgang mit UV-Strahlung unter Einbezug des UV-Index und empfiehlt eine priorisierte sowie kombinierte Anwendung folgender Maßnahmen: erstens die Meidung von UV-Strahlung, zweitens das Tragen bedeckender Kleidung und drittens die Anwendung von Sonnenschutzmitteln.

Aspekte des Umweltschutzes

Hierbei ist zu betonen, dass neben dem bereits seit Version 2.0 bestehenden Kapitel „Klimawandel und UV-Strahlung“, welches vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen im Bereich der Klimaanpassung umfassend aktualisiert wurde, erstmals auch Aspekte des Umweltschutzes Eingang in die Ableitung verhaltensbezogener Empfehlungen der primären Prävention fanden (Kapitel 5.1.4.2).

Aktualisierte Analysen zum Hautkrebsscreening

Ein weiterer Schwerpunkt der Leitlinienaktualisierung war die Neubewertung der Effektivität des Hautkrebs-Screenings auf Basis einer aktualisierten Evidenzrecherche unter Einbezug neuer Studien (Kapitel 8.2.2). Die „Sollte“-Empfehlung zur Durchführung eines Hautkrebs-Screenings in Deutschland bleibt weiterhin bestehen. Gleichzeitig weist die Leitliniengruppe darauf hin, dass sich auf Basis der derzeitigen Datenlage für das aktuell praktizierte bundesweite Hautkrebsscreening keine populationsbezogenen Effekte im Sinne einer Senkung der Hautkrebsmorbidität und -mortalität zeigen.

Auf Kapitelebene wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Kapitel 4.1 "Inzidenz, Prävalenz und Mortalität von Hautkrebs": Aktualisierung und Ergänzung des Status Quo zum Hautkrebsgeschehen auf Basis neuester Daten aus Krebsregistrierung und Auswertungen.
- Kapitel 4.3 "Risikofaktoren von Hautkrebs": Komplettüberarbeitung des Kapitels und neue Evidenzanalysen zum Einfluss der natürlichen UV-Strahlung auf Hautkrebs.
- Kapitel 5.1 "Verhaltensweisen zur Risikominderung": Komplettüberarbeitung mit neuen Evidenzanalysen zur Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln und Ableitung modifizierter Verhaltensempfehlungen zum UV-Schutz.
- Kapitel 5.2 "Maßnahmen der primären Prävention für die Bevölkerung": Aktualisierung des Kapitels unter Berücksichtigung von aktuellen Entwicklungen insbesondere im Bereich der Verhältnisprävention.
- Kapitel 6 "Klimawandel und UV-Strahlung": Überarbeitung und Aktualisierung des gesamten Kapitels vor dem Hintergrund neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse zur klimawandelbedingten Veränderung der UV-Belastung.
- Kapitel 7 "Berufsbedingter Hautkrebs": Ergänzung einer Evidenzanalyse zum Einfluss der arbeitsbezogenen UV-Exposition auf das Hautkrebsrisiko sowie Überarbeitung und Aktualisierung auf Basis neuer Daten und Berechnungen.
- Kapitel 8.1 "Allgemeines zur Hautkrebsfrüherkennung": Neustrukturierung und Aktualisierung unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Entwicklungen und Erkenntnisse.
- Kapitel 8.2 "Das bevölkerungsbezogene Hautkrebs-Screening in Deutschland": Komplettüberarbeitung des Abschnitts zur Evaluation und Evidenzgrundlage des deutschen Hautkrebs-Screenings mit aktualisierter Evidenzanalyse zur Effektivität des Screenings.
- Kapitel 9.2 "Gesundheitsökonomische Bewertung von Maßnahmen der sekundären Prävention von Hautkrebs": Komplettüberarbeitung auf Grundlage einer aktualisierten Evidenzanalyse zur Frage der Kosteneffektivität von Hautkrebs-Screeningmaßnahmen.

Inhalt

Wesentliche Neuerungen 2

1 Informationen zu dieser Leitlinie 9

1.1 Herausgeber 9

1.2 Federführende Fachgesellschaft(en) 9

1.3 Finanzierung der Leitlinie 9

1.4 Kontakt 9

1.5 Zitierweise 9

1.6 Besonderer Hinweis 10

1.7 Ziele des Leitlinienprogramms Onkologie 10

1.8 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie 11

1.9 Zusammensetzung der Leitliniengruppe 12

1.9.1 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen 12

1.9.2 Arbeitsgruppen 16

1.9.3 Weitere Beteiligte (ohne Stimmrecht) 18

1.9.4 Patientenbeteiligung 18

1.9.5 Methodische Begleitung 18

1.10 Abkürzungsverzeichnis 19

2 Einführung 23

2.1 Geltungsbereich und Zweck 23

2.1.1 Zielsetzung und Fragestellung 23

2.1.2 Adressaten 24

2.1.3 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren 25

2.2 Grundlagen der Methodik 25

2.2.1 Schema der Evidenzgraduierung 25

2.2.2 Schema der Empfehlungsgraduierung 26

2.2.3 Statements 27

2.2.4 Expertenkonsens (EK) 27

2.2.5 Unabhängigkeit und Darlegung möglicher Interessenkonflikte 28

3 Begrifflichkeiten der Prävention 29

3.1 Begriffliche Einordnung 29
3.2 Präventionsarten entlang des Krankheitsverlaufs 31
3.3 Präventionsformen nach Kontextbezug 33
3.4 Präventionsformen nach Spezifikation 33
3.5 Prävention nach Interventionsebene 34
3.6 Impact von Prävention auf die Gesundheit (Public Health Impact) 34
3.7 Präventionsformen im Überblick 36
3.8 Konklusion und Übertragung in die Leitlinie 37

4 Epidemiologie, Ätiologie und Risikofaktoren von Hautkrebs 39

4.1 Inzidenz, Prävalenz und Mortalität von Hautkrebs 39
4.1.1 Melanom 40
4.1.2 Nicht-melanozytärer Hautkrebs (NMSC) 49
4.2 Der klinische Verlauf von BZK, PEK und MM 54
4.2.1 Das Basalzellkarzinom 54
4.2.2 Das Plattenepithelkarzinom 56
4.2.3 Das Melanom 58
4.3 Risikofaktoren von Hautkrebs 62
4.3.1 Konstitutionelle Risikofaktoren von Hautkrebs 64
4.3.2 Die erworbenen Risikofaktoren von Hautkrebs 65
4.3.3 UV-Exposition als mögliche Schädigungsquelle für die Augen 88
4.4 Bedeutung von Biomarkern für primäre und sekundäre Prävention von Hautkrebs 91

5 Primäre Prävention 93

5.1 Verhaltensweisen zur Risikominderung 93
5.1.1 Vermeidung starker UV-Expositionen 96
5.1.2 Tragen geeigneter Kleidung 97
5.1.3 Schutz der Augen vor UV-Strahlung 99
5.1.4 Anwendung von Sonnenschutzmitteln 100
5.1.5 Vermeidung von UV-Expositionen durch künstliche Quellen 120
5.1.6 UV-Schutzmaßnahmen und die Rolle des Vitamin D 121
5.1.7 Nahrungsergänzungsmittel, Nikotin und Koffeinkonsum 122
5.2 Maßnahmen der primären Prävention für die Bevölkerung 125
5.2.1 Verhaltensbezogene Maßnahmen 126

5.2.2 Verhältnispräventive Maßnahmen 149
5.2.3 Nebenwirkungen von Primärpräventionsmaßnahmen 159
5.2.4 Evaluation von Maßnahmen der primären Hautkrebsprävention 159

6 Klimawandel und UV-Strahlung 162

6.1 Klimawandel und UV-Strahlung 162
6.1.1 Auswirkungen des Klimawandels auf die UV-Strahlungsbelastung 162
6.1.2 Entwicklung der Morbidität und Mortalität der Gesellschaft bei steigender UV-Strahlungsbelastung 167
6.1.3 Einfluss des Klimawandels auf die Entwicklung von „Low-Ozone-Events“ in der nördlichen Hemisphäre in ihrer Bedeutung für eine höhere erdnahe UV-Strahlungsbelastung 169

6.2 Status Quo: Wahrnehmung von UV-Strahlung 172
6.2.1 Vom Temperaturempfinden beeinflusstes Verhalten der Bürger in den unterschiedlichen Lebenswelten 172
6.2.2 Einfluss klimawandelbedingt veränderter Verhaltensmuster auf die Hautkrebsinzidenz . 176

6.3 Status Quo: Klimawandel und Städtebau 179
6.3.1 Vermeidung zukünftiger gesundheitlicher Folgen/Schäden durch städtebauliche Maßnahmen 179
6.3.2 Erforderlichkeiten technischer und organisatorischer Maßnahmen zur Vermeidung gesundheitlicher Folgen des Klimawandels – UV-Belastung 180
6.3.3 Auf dem Weg zur UV-Schutz optimierten Kommune 184

7 Berufsbedingter Hautkrebs 186

7.1 Status Quo Outdoorworker 188
7.1.1 Anzahl Outdoor Worker in Deutschland 188
7.1.2 Höhe der zusätzlichen berufsbedingten UV-Belastung der einzelnen Berufsgruppen 188

7.2 Maßnahmen der Verhaltens- und Verhältnisprävention für Beschäftigte im Freien 192

7.3 Vermittlung von Informationen und Motivation der Beschäftigten für Schutzmaßnahmen ... 201
7.3.1 Prozentsatz der Outdoor Worker die der Angebotsvorsorge unterliegen 202

7.4 Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Beschäftigten im Freien 204

7.5 Meldewege, Kosten und Kostenträger arbeitsbedingter Hautkrebs 207
7.5.1 Meldeweg bei Verdacht auf das Vorliegen einer Berufskrankheit 207
7.5.2 Kostenträger für Kosten der Diagnostik, Therapie und Nachsorge von arbeitsbedingtem Hautkrebs 208
7.5.3 Kosten der arbeitsmedizinischen Vorsorge des arbeitsbedingten Hautkrebses 208
7.5.4 Kosten der Behandlung des arbeitsbedingten Hautkrebses 209

8 Sekundäre Prävention 210

8.1 Allgemeines zur Hautkrebsfrüherkennung 210
8.1.1 Definition sekundäre Prävention, Früherkennung und Screening 210
8.1.2 Ziele eines Screenings / Grundlegende Prinzipien von Screening-Maßnahmen 211
8.1.3 Kenngrößen eines Screenings 215
8.1.4 Screening im Rahmen von Krebsfrüherkennungsuntersuchungen 216
8.1.5 Nutzen und Schaden 219
8.1.6 Methoden der Hautkrebsfrüherkennung 223
8.1.7 Risikoadaptiertes Hautkrebs-Screening 228

8.2 Das bevölkerungsbezogene Hautkrebs-Screening in Deutschland 231
8.2.1 Anspruchsumfang und Bestandteile 231
8.2.2 Evaluation und Evidenzgrundlage 236
8.2.3 Implementierung und Qualitätssicherung des Hautkrebs-Screenings 251
8.2.4 Maßnahmen zur Förderung der informierten Inanspruchnahme des Hautkrebs-Screenings 270

8.3 Diagnostik 271
8.3.1 Verdachtsdiagnostik 271
8.3.2 Vorstellungszeitraum 285
8.3.3 Bestätigungsdiagnostik 288
8.3.4 Verdachts- und Bestätigungsdiagnostik und Untersuchungsintervalle bei Patienten mit hohem Risiko 292

8.4 Kommunikative Strategien und Kommunikationswege der sekundären Prävention 293
8.4.1 Präambel 293
8.4.2 Die „Informierte und partizipative Entscheidung“ hinsichtlich der Teilnahme an einer Früherkennungsuntersuchung 294
8.4.3 Zielgruppenansprache 296
8.4.4 Darstellung von Informationen 302
8.4.5 Evaluation des Kommunikationsprozesses und -erfolgs 305

8.5 Arzt-Patienten-Kommunikation 312
8.5.1 Aufbau und Inhalte von Arzt-Patienten-Gesprächen 312
8.5.2 Aufbau des Arzt-Patienten-Gesprächs vor dem Screening 315
8.5.3 Aufbau des Arzt-Patienten-Gesprächs nach dem Screening 318
8.5.4 Aufbau des Arzt-Patienten-Gesprächs zur Befundmitteilung 320

8.6 Hautkrebsbezogene Lebensqualität 322

9 Gesundheitsökonomische Bewertung 326

9.1 Gesundheitsökonomische Bewertungen von Maßnahmen zur primären Prävention von Hautkrebs 326
9.1.1 Effektmaße primärpräventiver Maßnahmen von Hautkrebs 326
9.1.2 Gesundheitsökonomische Bewertungen von primärpräventiven Maßnahmen zur Solariennutzung 328
9.1.3 Gesundheitsökonomische Bewertungen bevölkerungsbezogener Maßnahmen der Primärprävention 330
9.1.4 Gesundheitsökonomische Bewertungen spezifischer Maßnahmen der Primärprävention 333
9.2 Gesundheitsökonomische Bewertung von Maßnahmen der sekundären Prävention von Hautkrebs 335

10 Dokumentation der Änderungen von Version 2.1 zu Version 3.0 343

11 Qualitätsindikatoren 374

12 Tabellenverzeichnis 376

13 Abbildungsverzeichnis 377

14 Literaturverzeichnis 378

1 Informationen zu dieser Leitlinie

1.1 Herausgeber

Leitlinienprogramm Onkologie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF), Deutschen Krebsgesellschaft e. V. (DKG) und der Stiftung Deutsche Krebshilfe (DKH).

1.2 Federführende Fachgesellschaft(en)

Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG) vertreten durch die Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie

Deutsche Krebsgesellschaft (DKG) vertreten durch die Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP)

1.3 Finanzierung der Leitlinie

Diese Leitlinie wurde von der Deutschen Krebshilfe im Rahmen des Leitlinienprogramms Onkologie gefördert.

1.4 Kontakt

Office Leitlinienprogramm Onkologie
c/o Deutsche Krebsgesellschaft e. V.
Kuno-Fischer-Straße 8
14057 Berlin

leitlinienprogramm@krebsgesellschaft.de
www.leitlinienprogramm-onkologie.de

1.5 Zitierweise

Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): Prävention von Hautkrebs, Langversion 3.0, 2026, AWMF-Registernummer: 032-052OL, https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hautkrebs-praevention/; Zugriff am [tt.mm.jjj]

1.6 Besonderer Hinweis

Die Medizin unterliegt einem fortwährenden Entwicklungsprozess, sodass alle Angaben, insbesondere zu diagnostischen und therapeutischen Verfahren, immer nur dem Wissensstand zur Zeit der Drucklegung der Leitlinie entsprechen können. Hinsichtlich der angegebenen Empfehlungen zur Therapie und der Auswahl sowie Dosierung von Medikamenten wurde die größtmögliche Sorgfalt beachtet. Gleichwohl werden die Benutzer aufgefordert, die Beipackzettel und Fachinformationen der Hersteller zur Kontrolle heranzuziehen und im Zweifelsfall einen Spezialisten zu konsultieren. Fragliche Unstimmigkeiten sollen bitte im allgemeinen Interesse der OL-Redaktion mitgeteilt werden.

Der Benutzer selbst bleibt verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung.

In dieser Leitlinie sind eingetragene Warenzeichen (geschützte Warennamen) nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen eines entsprechenden Hinweises nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Bestimmung des Urhebergesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung der OL-Redaktion unzulässig und strafbar. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der OL-Redaktion reproduziert werden. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung, Nutzung und Verwertung in elektronischen Systemen, Intranets und dem Internet.

1.7 Ziele des Leitlinienprogramms Onkologie

Die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V., die Deutsche Krebsgesellschaft e. V. und die Stiftung Deutsche Krebshilfe haben sich mit dem Leitlinienprogramm Onkologie (OL) das Ziel gesetzt, gemeinsam die Entwicklung und Fortschreibung und den Einsatz wissenschaftlich begründeter und praktikabler Leitlinien in der Onkologie zu fördern und zu unterstützen. Die Basis dieses Programms beruht auf den medizinisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen der Fachgesellschaften und der DKG, dem Konsens der medizinischen Fachexperten, Anwender und Patienten sowie auf dem Regelwerk für die Leitlinienerstellung der AWMF und der fachlichen Unterstützung und Finanzierung durch die Deutsche Krebshilfe. Um den aktuellen Stand des medizinischen Wissens abzubilden und den medizinischen Fortschritt zu berücksichtigen, müssen Leitlinien regelmäßig überprüft und fortgeschrieben werden. Die Anwendung des AWMF-Regelwerks soll hierbei Grundlage zur Entwicklung qualitativ hochwertiger onkologischer Leitlinien sein. Da Leitlinien ein wichtiges Instrument der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements in der Onkologie darstellen, sollten sie gezielt und nachhaltig in den Versorgungsalltag eingebracht werden. So sind aktive Implementierungsmaßnahmen und auch Evaluationsprogramme ein wichtiger Bestandteil der Förderung des Leitlinienprogramms Onkologie. Ziel des Programms ist es, in Deutschland professionelle und mittelfristig finanziell gesicherte Voraussetzungen für die Entwicklung und Bereitstellung hochwertiger Leitlinien zu schaffen. Denn diese hochwertigen Leitlinien dienen nicht nur dem strukturierten Wissenstransfer, sondern können auch in der Gestaltung der Strukturen des Gesundheitssystems ihren Platz finden. Zu erwähnen sind hier evidenzbasierte

Leitlinien als Grundlage zum Erstellen und Aktualisieren von Disease-Management-Programmen oder die Verwendung von aus Leitlinien extrahierten Qualitätsindikatoren im Rahmen der Zertifizierung von Organtumorzentren.

1.8 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

Bei diesem Dokument handelt es sich um die Langversion der S3-Leitlinie Prävention von Hautkrebs. Neben der Langversion gibt es die folgenden ergänzenden Dokumente zu dieser Leitlinie, bzw. deren Erstellung ist geplant:

- Kurzfassung der Leitlinie
- Leitlinienreport zum Erstellungsprozess der Leitlinie
- Evidenztabellen
- Gesundheitsleitlinie
- Englische Übersetzung

Diese Leitlinie und alle Zusatzdokumente sind über die folgenden Seiten zugänglich.

- Leitlinienprogramm Onkologie (https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hautkrebs-praevention/)
- AWMF (https://register.awmf.org/de/start)
- Homepages der beteiligten Fachgesellschaften, z.B. Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (http://www.unserehaut.de, http://www.hautkrebs-screening.de)
- Guidelines International Network (http://www.g-i-n.net)

Zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms existiert eine eigene S3-Leitlinie innerhalb des Leitlinienprogramms Onkologie (https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/melanom/), welche ebenfalls über die Internetseiten des Leitlinienprogramms Onkologie und dessen Träger zugänglich ist.

Die Leitlinie ist außerdem in der App und im Leitlinien-Hub des Leitlinienprogramms Onkologie enthalten.

Weitere Informationen unter https://hub.leitlinienprogramm-onkologie.de/ und https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/app.

1.9 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

1.9.1 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Tabelle 1: Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen (alphabetisch)	Personen
Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Histologie (ADH)	Prof. Dr. Michael Flaig
Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Onkologie in der DKG und DDG (ADO)	Prof. Dr. Carola Berking Prof. Dr. Sebastian Haferkamp Dr. Peter Mohr
Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP)	Dr. Michael Ardabili Yvonne de Buhr
Arbeitsgemeinschaft erbliche Tumorerkrankungen in der DKG (AET)	Prof. Dr. Cornelia Mauch Prof. Dr. Max Schlaak
Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie (ABD)	Prof. Dr. Andrea Bauer Prof. Dr. Christoph Skudlik
Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie (AGOKi)	PD Dr. Andreas Naros
Arbeitsgemeinschaft Gesundheitsökonomie und Evidenz-basierte Medizin der DDG (AGED)	Prof. Dr. Matthias Augustin
Arbeitsgemeinschaft Gynäkologische Onkologie der DGGG und DKG (AGO)	Prof. Dr. Monika Hampl
Arbeitsgemeinschaft Internistische Onkologie in der DKG (AIO)	Prof. Dr. Markus Deckert Prof. Dr. Ralph Naumann
Arbeitsgemeinschaft Onkologische Rehabilitation und Sozialmedizin in der DKG (AGORS)	Dr. Andrea v. d. Berg
Arbeitsgemeinschaft Prävention und integrative Medizin in der Onkologie in der DKG (PRiO)	Dr. Benjamin Barnes
Berufsverband der Augenärzte Deutschlands (BVA)	Prof. Dr. Ludwig Heindl Prof. Dr. Vinodh Kakkassery

Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen (alphabetisch)	Personen
Berufsverband der Deutschen Urologie (BvDU)	Prof. Dr. Peter Jürgen Goebell - bis Sept 2025 Prof. Dr. Peter Jürgen Goebell - bis 09/2025 Prof. Dr. Theodor Klotz - bis Sept 2025
Berufsverband der Frauenärzte (BVF)	Dr. Wolfgang Cremer
Berufsverband der Kinder und Jugendärzt*innen e.V. (BVKJ)	Dr. Burkhard Lawrenz - bis März 2024 Dr. Katharina Rieth - bis März 2024 Dr. Katharina Rieth - bis März 2024
Berufsverband Deutscher Dermatologen (BVDD)	Dr. Martin Schlaeger Dr. Ralph von Kiedrowsky
Berufsverband Deutscher Pathologinnen und Pathologen (BDP)	Prof. Dr. Reinhard Büttner PD Dr. Christian Rose
Beteiligte Fachexperten (ohne Stimmrecht)	Jürgen Arning - (Umweltbundesamt) Dr. Ulrike Helbig - (Stiftung Deutsche Krebshilfe) Prof. Dr. Christoph Reiners - (Universität Köln) Prof. Dr. Christian Surber - (Universität Basel und Zürich)
Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)	Dr. Monika Asmuß - bis März 2024 Dr. Cornelia Baldermann - bis März 2024
Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Psychosoziale Onkologie (dapo)	Dipl.-Psych. Anke Paserat Corinna Seemann Ulrike Völkel
Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM)	Prof. Dr. Jean-François Chenot - bis Sept 2024 Dr. Juan Franco - seit Juni 2026 Peter Kurotschka
Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi)	PD Dr. Jobst Augustin
Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie (DGHNO-KHC)	PD Dr. Andreas Gerstner
Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS)	Prof. Dr. Andreas Stang

Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen (alphabetisch)	Personen
Deutsche Gesellschaft für Pathologie (DGP)	Prof. Dr. Reinhard Büttner PD Dr. Christian Rose
Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft (DGP)	Prof. Dr. Jan Kottner
Deutsche Gesellschaft für Publizistik und Kommunikationswissenschaft (DGPuK)	Prof. Dr. Eva Baumann Jun. Prof. Elena Link
Deutsche Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP)	Prof. Dr. Katharina Diehl Prof. Dr. Alexander Katalinic
Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)	Prof. Dr. Stephan El Gammal
Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)	Prof. Dr. Dr. Marco Kesting
Deutsche gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)	Timo Heepenstrick Claudine Strehl
Deutsche Krebsregister (DKR)	Prof. Dr. Alexander Katalinic
Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (LiTG)	Prof. Dr. Roland Greule
Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft (DOG)	Prof. Dr. Ludwig Heindl Prof. Dr. Vinodh Kakkassery
Deutscher Hausärzteverband	Dipl.-Med. Ingrid Dänschel - (Vertreter) Dr. Ernst Engelmayr - (Vertreter)
Deutscher Psoriasis Bund (DPB)	Mario Gehoff - seit 02/2025 Marius Grosser - bis 04/2024 Joachim Koza - bis 04/2024
Deutscher Wetterdienst Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung (ZMMF)	M.Sc. Kathrin Graw Dr. Gudrun Laschewski Prof. Dr. Andreas Matzarakis
European Society for Skin Cancer Prevention (EUROSKIN)	Dr. Rüdiger Greinert Dr. Beate Volkmer

Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen (alphabetisch)	Personen
Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH)	PD Dr. Ines Brecht Prof. Dr. Dominik Schneider
Hautkrebs-Netzwerk Deutschland (HKND)	Antje Backes Hans-Walther Bötel
Institut für interdisziplinäre Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm) an der Universität Osnabrück Niedersächsisches Institut für Berufsdermatologie	Prof. Dr. Swen Malte John Dr. Marc Rocholl
Institut für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP)	PD Dr. Jobst Augustin Prof. Dr. Matthias Augustin
Institute of Public Health, Medical Decision Making and Health Technology (UMIT Tirol)	Assoz.-Prof. Ursula Rochau Prof. Dr. Uwe Siebert
Konferenz Onkologischer Kranken- und Kinderkrankenpflege in der DKG (KOK)	Kerstin Paradies
Krebsinformationsdienst (KID) des Deutschen Krebsforschungszentrum (dkfz)	Dr. Susanne Weg-Remers
Nationale Versorgungskonferenz Hautkrebs (NVKH)	Prof. Dr. Friedegund Meier Dr. Peter Mohr Prof. Dr. Carsten Weishaupt
Plattform § 65c	Dr. Dr. Joachim Hübner
Präventionszentrum des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen Dresden (NCT/UCC)	Vera Fieber Dr. Nadja Knauthe
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) / Zonkrachtactieplatform (ZAP)	Dr. Arjan van Dijk
UV-Schutzbündnis	Dr. Cornelia Baldermann Dr. Daniela Weiskopf
Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V. (VDBW)	Dr. Uwe Gerecke - bis Dez 2024 Dr. Vera Stich-Kreitner Dr. Vera Stich-Kreitner Dr. Anette Wahl-Wachendorf - bis Dez 2024

1.9.2 Arbeitsgruppen

Tabelle 2: Arbeitsgruppe

Arbeitsgruppe	Mitglieder der Arbeitsgruppe
AG1: Ätiologie, Epidemiologie, Risikofaktoren	**Dr. Rüdiger Greinert** PD Dr. Jobst Augustin, Prof. Dr. Matthias Augustin, Dr. Benjamin Barnes, Prof. Dr. Eckhard W. Breitbart, Prof. Dr. Reinhard Büttner, Dr. Dr. Joachim Hübner, Dr. Inga Hübner, Prof. Dr. Vinodh Kakkassery, Prof. Dr. Alexander Katalinic, Prof. Dr. Jens Peter Klußmann, Dr. Klaus Kraywinkel, PD Dr. Andreas Naros, Prof. Dr. Dominik Schneider, Prof. Dr. Uwe Siebert, Prof. Dr. Andreas Stang, Dr. Arjan van Dijk, Dr. Beate Volkmer
AG 2: Gesundheitsökonomie	**Dr. Ulrike Helbig** Prof. Dr. Eckhard W. Breitbart, Dr. Inga Hübner, Assoz.-Prof. Ursula Rochau, Prof. Dr. Uwe Siebert
AG 3: Info der Bevölkerung	**Prof. Dr. Eva Baumann** Antje Backes, Hans-Walther Bötel, Mario Gehoff, Dr. Inga Hübner, Jun. Prof. Elena Link, Dipl.-Psych. Anke Paserat, Prof. Dr. Dominik Schneider, Dr. Andrea v. d. Berg, Dr. Susanne Weg-Remers
AG 4: Primäre Prävention	**Dr. Monika Asmuß, Dr. Inga Hübner** Jürgen Arning, Dr. Cornelia Baldermann, Dr. Benjamin Barnes, Prof. Dr. Eckhard W. Breitbart, Dr. Wolfgang Cremer, Prof. Dr. Katharina Diehl, Vera Fieber, Prof. Dr. Peter Höger, Dr. Inga Hübner, Prof. Dr. Vinodh Kakkassery, Martina Kiehl, Prof. Dr. Jan Kottner, Dr. Katharina Rieth, Dr. Martin Schlaeger, Dr. Nadja Seidel, Prof. Dr. Uwe Siebert, Prof. Dr. Christian Surber, Dr. Arjan van Dijk
AG 4a: Primäre Prävention: Klimawandel	**Dr. Cornelia Baldermann** PD Dr. Jobst Augustin, Prof. Dr. Eckhard W. Breitbart, Prof. Dr. Markus Deckert, Dr. Rüdiger Greinert, Dr. Inga Hübner, Prof. Dr. Swen Malte John, Prof. Dr. Vinodh Kakkassery, Dr. Gudrun Laschewski, Dr. Beate Volkmer
AG 5: Berufsbedingter Hautkrebs	**Prof. Dr. Andrea Bauer** Antje Backes, Prof. Dr. Eckhard W. Breitbart, Prof. Dr. Hans Drexler, Dr. Rüdiger Greinert, Timo Heepenstrick, Prof. Dr. Swen Malte John, Kerstin Paradies, Dr. Marc Rocholl, Prof. Dr. Christoph Skudlik, Claudine Strehl, Dr. Andrea v. d. Berg, Dr. Beate Volkmer, Dr. Anette Wahl-Wachendorf
AG 6: Sekundäre Prävention	**Dr. Michael Ardabili** Antje Backes, Prof. Dr. Carola Berking, Dr. Wolfgang Cremer, Prof. Dr. Thomas Eigentler, Prof. Dr. Dr. Bernhard Frerich, Mario Gehoff, PD Dr. Andreas Gerstner, Marius Grosser, Dr. Dr. Joachim Hübner, Prof. Dr. Alexander Katalinic, Peter Kurotschka, Dr. Peter Mohr, PD Dr. Christian Rose, Prof. Dr. Max Schlaak, Dr. Martin

Arbeitsgruppe	Mitglieder der Arbeitsgruppe
	Schlaeger, Prof. Dr. Uwe Siebert, Prof. Dr. Andreas Stang, Dr. Arjan van Dijk
Arbeitsgruppenleiter sind fett markiert.	

1.9.3 Weitere Beteiligte (ohne Stimmrecht)

Experten ohne Mandat und ohne Stimmrecht

Institution	Experte
Deutsche Krebshilfe	Dr. Ulrike Helbig
Universität Basel und Zürich	Prof. Dr. Christian Surber
Universität Köln	Prof. Dr. Christiane Reiners
Umweltbundesamt	Jürgen Arning

1.9.4 Patientenbeteiligung

Die Leitlinie wurde unter direkter Beteiligung von Vertretern unterschiedlicher Selbsthilfeorganisationen erstellt (siehe nachfolgende Tabelle)

Gesellschaft	Name
Deutscher Psoriasis Bund e.V. (DPB)	Mario Gehoff, Marius Grosser
Hautkrebs-Netzwerk Deutschland (HKND)	Hans-Walter Bötel, Antje Backes, Martina Kiehl

1.9.5 Methodische Begleitung

Durch das Leitlinienprogramm Onkologie:

- Dr. med. Markus Follmann MPH, MSc (†), Dipl.-Soz.Wiss Thomas Langer, Dipl. Biol. Gregor Wenzel (Office des Leitlinienprogramms Onkologie c/o Deutsche Krebsgesellschaft e. V.)

Durch AWMF-zertifizierte Leitlinienberaterin:

- Dr. rer. hum. Cathleen Muche-Borowski

Durch externe Auftragnehmer:

Division of Evidence based Medicine (dEBM): Prof. Dr. med. Alexander Nast, Ruben Heuer, Dr. med. Maria Kinberger, Dr. med. Antonia Pennitz, Isabell Vader, Dr. med. Christoph Zeyen

1.10 Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 3: Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
ADP	Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention e. V.
AJCC	American Joint Committee on Cancer
AK	Aktinische Keratose
ALM	Akrolentiginöses Melanom
ArbSchG	Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit
AU	Arbeitsunfähigkeit
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.
BER	Basen-Exzisionsreparatur
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BG ETEM	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
CPD	cis-syn-Cyclobutan-Pyrimidindimere
CRBC	CPD-retaining basal cells
DBD	DNA-Bindungs-Domäne
DDG	Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG)
DKG	Deutsche Krebsgesellschaft e.V.
DKH	Stiftung Deutsche Krebshilfe
DRG (G-DRG)	Diagnosis Related Groups (German Diagnosis Related Groups)
EASR	European Age Standardised Rate
EBM	Einheitlicher Bewertungsmaßstab

Abkürzung	Erläuterung
EIS	Elektrische Impedanz-Spektroskopie
EK	Expertenkonsens (siehe zur Erläuterung Kapitel "Expertenkonsens" unter "Grundlagen der Methodik")
EORTC	European Organisation for Research and Treatment of Cancer
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GEKID	Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HKA	Humankapital-Ansatz
HKS	Hautkrebs-Screening
HNO	Hals-Nasen-Ohren
HPV	Humanes Papillomavirus
IARC	International Agency for Research on Cancer, internationales Institut für Krebsforschung
ICD	International Classification of Diseases
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IG	Interventionsgruppe
IQWiG	Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen
KBV	Kassenärztliche Bundesvereinigung
KDIGO	Kidney Disease: Improving Global Outcomes
KFE	Krebsfrüherkennung
KG	Kontrollgruppe
KMN	kongenitale melanozytäre Nävi

Abkürzung	Erläuterung
LDH	Laktatdehydrogenase
LL	Leitlinie
LMM	lentigo-maligna-melanom
LOH	Verlust der Heterozygosität
LQ	Lebensqualität
LSF	Lichtschutzfaktor
MFA	Medizinische Fachangestellte/r
MM	malignant melanoma, malignes Melanom
MPT	Multiphotonenlasertomographie
NBZK	Nevoides Basalzellkarzinom-Syndrom
NER	Nukleotid-Exzisionsreparatur
NiSG	Gesetz zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen
NKP	Nationaler Krebsplan
NM	Noduläres Melanom
NMSC	Nicht-melanozytärer Hautkrebs
OstrV	Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung
PPV	positiver prädiktiver Wert / positive predictive value
RCT	Randomisierte kontrollierte Studie (engl. randomized controlled trial)
ROS	reaktive Sauerstoffspezies
RR	Relatives Risiko

Abkürzung	Erläuterung
SAB	Scientific Advisory Board
SCREEN	Skin Cancer Research to Provide Evidence for Effectiveness of Screening in Northern Germany
SHH-Gen	Sonic Hedgehog
SIGN	Scottish Intercollegiate Guidelines Network
SMO	Smoothened-Protein
SSE	Selbstuntersuchung der Haut
SSK	Strahlenschutzkommission
SSM	Superfiziell spreitendes Melanom
UPF	Ultraviolet Protection Factor
ZI	Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland

2 Einführung

2.1 Geltungsbereich und Zweck

2.1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Die S3-Leitlinie zur Prävention von Hautkrebs verfolgt das Ziel, wissenschaftlich fundierte Empfehlungen zur Reduktion des Hautkrebsrisikos und der Früherkennung von Hautkrebs in der Bevölkerung bereitzustellen. Sie nimmt dabei eine besondere Stellung innerhalb der Leitlinienlandschaft ein, da sie – auch international - die einzige evidenzbasierte Leitlinie ist, die sich ausschließlich dem Thema Prävention von Hautkrebs widmet. Grundlage der Empfehlungen ist eine systematische Bewertung der aktuellen wissenschaftlichen Evidenz sowie ein strukturierter interdisziplinärer Konsensprozess.

Im Mittelpunkt der Leitlinie stehen zentrale Fragestellungen zur wirksamen Prävention von Hautkrebs sowie zur frühzeitigen Erkennung der Erkrankung. Dabei werden sowohl individuelle als auch bevölkerungsbezogene Präventionsansätze berücksichtigt. Die Leitlinie gliedert sich in die beiden großen Bereiche der primären und sekundären Prävention.

Der Schwerpunkt der primären Prävention liegt auf der Reduktion der UV-Strahlenexposition als bedeutendstem modifizierbaren Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs. Ziel ist insbesondere die Ableitung evidenzbasierter Verhaltensempfehlungen zum UV-Schutz sowohl im Alltag als auch im beruflichen Setting. Darüber hinaus werden Empfehlungen zu Präventionsmaßnahmen sowohl auf Verhaltensebene als auch auf Verhältnisebene formuliert. Dazu zählen unter anderem Aufklärungs- und Informationsstrategien, schulische und betriebliche Präventionskonzepte sowie strukturelle Maßnahmen zur Verbesserung des UV-Schutzes in öffentlichen und beruflichen Lebenswelten. Ergänzend berücksichtigt die Leitlinie die Auswirkungen des Klimawandels auf die UV-Belastung und damit verbundene Herausforderungen für die Hautkrebsprävention.

Die sekundäre Prävention konzentriert sich auf die Früherkennung von Hautkrebs, insbesondere im Rahmen des Hautkrebs-Screenings. Im Vordergrund stehen dabei Fragestellungen zur Wirksamkeit, Zielgenauigkeit und potenziellen Nutzen-Schaden-Abwägung von Screeningmaßnahmen. Die Leitlinie analysiert die vorhandene Evidenz zur Effektivität des Hautkrebs-Screenings hinsichtlich der frühzeitigen Diagnose, der Senkung fortgeschrittener Krankheitsstadien sowie weiterer möglicher Auswirkungen auf Mortalität und Morbidität. Gleichzeitig werden Aspekte wie Überdiagnosen, Qualitätssicherung und die zielgerichtete Ansprache von Risikogruppen berücksichtigt.

Insgesamt verfolgt die S3-Leitlinie das Ziel, eine wissenschaftlich belastbare Grundlage für Präventionsstrategien, gesundheitspolitische Entscheidungen und die praktische Versorgung zu schaffen und damit einen nachhaltigen Beitrag zur Reduktion der Hautkrebsinzidenz und ihrer Folgen zu leisten.

2.1.2 Adressaten

Die S3-Leitlinie „Prävention von Hautkrebs“ richtet sich an ein breites Spektrum von Akteuren im Gesundheitswesen sowie an gesellschaftliche und politische Institutionen, die an der Prävention und Früherkennung von Hautkrebs beteiligt sind. Die Adressaten der Leitlinie lassen sich dabei in mehrere zentrale Gruppen differenzieren. Hierzu zählen zum einen Health Professionals, insbesondere niedergelassene präventiv tätige Ärztinnen und Ärzte verschiedener Fachrichtungen. Dazu gehören Dermatologen, Allgemeinmediziner, praktische Ärzte, Gynäkologen, Pädiater, HNO-Ärzte, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen, Dermatochirurgen, Augenärzte, Urologen, Arbeits- und Umweltmediziner, Internisten, Onkologen, Ärzte ohne Gebietsbezeichnung, Histopathologen sowie Psychoonkologen. Zum anderen zählen Institutionen wie das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)dazu. Ebenso richtet sich die Leitlinie an Pflegekräfte und medizinische Fachangestellte (MFA) der genannten Professionen, die in Prävention, Beratung und Früherkennung eingebunden sind.

Darüber hinaus adressiert die Leitlinie Angehörige weiterer Berufsgruppen aus den Bereichen Prävention und Früherkennung von Hautkrebs. Hierzu zählen insbesondere Fachpersonen aus Public Health, Gesundheitswissenschaften sowie Gesundheitskommunikation. Diese Berufsgruppen spielen eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung, Umsetzung und Evaluation bevölkerungsbezogener Präventionsstrategien sowie bei der gesundheitsbezogenen Aufklärung und Risikokommunikation. Auch Patientenorganisationen werden mit der vorliegenden Leitlinie adressiert.

Die Leitlinie dient darüber hinaus zur Information für Chirurgen, Palliativmediziner, Nuklearmediziner, Radioonkologen sowie Ärztinnen und Ärzte weiterer spezifischer Fachrichtungen und Gesundheitspsychologen. Die Leitlinie soll außerdem Institutionen wie Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWIG), Institut für Qualität und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG), Robert-Koch-Institut (RKI) sowie Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e. V. (GEKID), Zertifizierungseinrichtungen (z.B. OnkoZert) oder Kostenträgern zur Information dienen.

Ein weiterer zentraler Interessentenkreis umfasst Entscheidungsträger, Fachbehörden/-organisationen und politische Akteure aus den Bereichen Gesundheit, Prävention, Klimaanpassung sowie Sozial- und Bildungspolitik. Die Leitlinie dient hierbei als wissenschaftlich fundierte Grundlage für gesundheitspolitische Entscheidungen, strukturelle Präventionsmaßnahmen und die Entwicklung intersektoraler Strategien zum UV-Schutz und zur Hautkrebsprävention. Zu den relevanten Institutionen zählen unter anderem das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz (BMUKN), die Strahlenschutz-Kommission (SSK), das Bundesministerium für Gesundheit (BMG), Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), der Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA), Krankenkassen, die Nationale Präventionskonferenz und Nichtregierungsorganisation (NRO) wie die Deutsche Krebshilfe. Darüber hinaus richtet sich die Leitlinie auch an medizinisch-wissenschaftliche Fachgesellschaften und Berufsverbände, Patientenvertretungen sowie Selbsthilfegruppen im Bereich Hautkrebs. Ebenfalls eingeschlossen sind Arbeitgeber von Beschäftigten im Freien, da berufliche UV-Exposition einen bedeutenden Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs darstellt.

Schließlich richtet sich die S3-Leitlinie ausdrücklich an die Allgemeinbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. Zur direkten Ansprache der Bevölkerung wurde ergänzend eine eigenständige evidenzbasierte Patienten- beziehungsweise

Gesundheitsleitlinie entwickelt, die wissenschaftliche Inhalte verständlich aufbereitet und praxisnahe Empfehlungen zum UV-Schutz sowie zur Hautkrebsfrüherkennung vermittelt.

Die Leitlinie weist zudem wichtige Schnittstellen zu weiteren dermatologischen und onkologischen Leitlinien auf, die sich mit Diagnostik, Therapie und Nachsorge verschiedener Hautkrebsformen beschäftigen. Hierzu gehören insbesondere die S3-Leitlinie „Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms“ des Leitlinienprogramms Onkologie, die S3-Leitlinie „Aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut“ sowie die S2k-Leitlinie „Basalzellkarzinom der Haut“ der Deutsche Dermatologische Gesellschaft. Während diese Leitlinien primär diagnostische und therapeutische Fragestellungen adressieren, fokussiert die S3-Leitlinie „Prävention von Hautkrebs“ gezielt auf Maßnahmen der primären und sekundären Prävention und ergänzt damit das bestehende Leitlinienspektrum um eine eigenständige präventionsorientierte Perspektive.

2.1.3 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Diese Version der Leitlinie ist vom 01.11.2026 bis zum 31.10.2031 gültig. Die jeweils aktuelle Version der Leitlinie kann auf der Website des Leitlinienprogramms Onkologie eingesehen werden: https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hautkrebs-praevention/.

Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an die folgende Adresse gesendet werden: hautkrebs-praevention@leitlinienprogramm-onkologie.de

2.2 Grundlagen der Methodik

Eine ausführliche Beschreibung des methodischen Vorgehens findet sich im Leitlinienreport der S3-Leitlinie Prävention von Hautkrebs (https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hautkrebs-praevention/)

2.2.1 Schema der Evidenzgraduierung

Bisher wurde in der Leitlinie zur Evidenzgraduierung der identifizierten Studien ein modifiziertes System (siehe Leitlinienreport der Vorversion) auf der Grundlage des Systems des Scottish Intercollegiate Guidelines Network [Scottish Intercollegiate Guidelines Network et al. 2003]) verwendet.

Ab der vorliegenden Version erfolgt die Evidenzklassifikation gemäß Oxford Centre for Evidence-Based Medicine 2011, so dass alle neu inkludierten Studien mit diesem System bewertet wurden. Eine Neubewertung bereits berücksichtigter Studien erfolgte nur in den Bereichen in denen einen Updaterecherche vorgenommen werden. Bei nicht aktualisierten Recherchen ist die Evidenzklassifikation daher weiterhin nach SIGN aufgeführt, was im Zuge der nächsten Aktualisierung komplett abgelöst wird. Details siehe Leitlinienreport.

Tabelle 4: Schema der modifizierten Evidenzklassifikation nach OXFORD 2011

Bezeichnung	Erläuterung
1	Category - Does this intervention help? (Treatment Benefits): Systematic review of randomized trials or n-of-1 trials
2	Category - Does this intervention help? (Treatment Benefits): Randomized trial or observational study with dramatic effect
3	Category - Does this intervention help? (Treatment Benefits): Non-randomized controlled cohort/follow-up study (a systematic review is generally better than an individual study)
4	Category - Does this intervention help? (Treatment Benefits): Case-series, case-control studies, or historically controlled studies (a systematic review is generally better than an individual study)
5	Category - Does this intervention help? (Treatment Benefits): Mechanism-based reasoning

2.2.2 Schema der Empfehlungsgraduierung

Die OL-Methodik sieht eine Vergabe von Empfehlungsgraden durch die Leitlinien-Autoren im Rahmen eines formalen Konsensusverfahrens vor. Dementsprechend wurde ein durch die AWMF moderierter, mehrteiliger nominaler Gruppenprozess durchgeführt.

In der Leitlinie werden zu allen evidenzbasierten Statements (siehe nachfolgendes Kapitel) und Empfehlungen das Evidenzlevel (siehe vorheriges Kapitel) der zugrunde liegenden Studien sowie bei Empfehlungen zusätzlich die Stärke der Empfehlung (Empfehlungsgrad) ausgewiesen.

Hinsichtlich der Stärke der Empfehlung werden in dieser Leitlinie drei Empfehlungsgrade unterschieden (siehe folgende Tabelle), die sich auch in der Formulierung der Empfehlungen jeweils widerspiegeln.

Tabelle 5: Empfehlungsgraduierung

Bezeichnung	Erläuterung
A	Starke Empfehlung für oder gegen ein Maßnahme - verwendete Ausdrucksweise = soll/soll nicht
B	Empfehlung für oder gegen eine Maßnahme - verwendete Ausdrucksweise = sollte/sollte nicht
0	offene Empfehlung (Option) bzgl. einer Maßnahme - verwendete Ausdrucksweise = kann

Tabelle 6: Konsensstärken

Bezeichnung	Erläuterung
Starker Konsens	> 95% Zustimmung der Stimmberechtigten
Konsens	> 75-95% Zustimmung der Stimmberechtigten
Mehrheitliche Zustimmung	> 50-75% Zustimmung der Stimmberechtigten
Keine mehrheitliche Zustimmung	< 50% Zustimmung der Stimmberechtigten

2.2.3 Statements

Abgesehen von den Empfehlungen enthält die Leitlinie evidenz- oder konsensbasierte Statements. Als Statements werden Darlegungen oder Erläuterungen von spezifischen Sachverhalten oder Fragestellungen ohne unmittelbare Handlungsaufforderung bezeichnet. Sie werden entsprechend der Vorgehensweise bei den Empfehlungen im Rahmen eines formalen Konsensusverfahrens verabschiedet Die evidenzbasierten Statements sind ebenfalls mit der oben erläuterten modifizierten Evidenzgraduierung versehen.

2.2.4 Expertenkonsens (EK)

Statements/Empfehlungen, für die eine Bearbeitung auf der Grundlage von Expertenkonsens der Leitliniengruppe beschlossen wurde, sind als Expertenkonsens (EK) ausgewiesen. Für diese Empfehlungen wurde keine systematische Literaturrecherche durchgeführt oder es wurde in der systematischen Literaturrecherche keine belastbare Evidenz gefunden. Die in den Hintergrundtexten gegebenenfalls aufgeführten Studien wurden von den beteiligten Fachexperten ausgewählt. Für die Graduierung des Expertenkonsens wurden keine Symbole beziehungsweise Buchstaben verwendet. Die Stärke der Empfehlung ergibt sich allein aus der verwendeten Formulierung (soll/sollte/kann) entsprechend der Tabelle zu den Empfehlungsgraden.

2.2.5 Unabhängigkeit und Darlegung möglicher Interessenkonflikte

Die Deutsche Krebshilfe stellte über das Leitlinienprogramm Onkologie (OL) die finanziellen Mittel zur Verfügung. Diese Mittel wurden eingesetzt für Personalkosten, Büromaterial, Literaturbeschaffung und die Konsensuskonferenzen (Raummieten, Technik, Verpflegung, Moderatorenhonorare, Reisekosten der Teilnehmer). Die Erarbeitung der Leitlinie erfolgte in redaktioneller Unabhängigkeit von der finanzierenden Organisation. Alle Mitglieder legten während des Leitlinienprozesses ihre Interessen über die AWMF-Plattform https://interessenerklaerung-online.awmf.org/ offen. Die Interessenerklärungen sind im Leitlinienreport zu dieser Leitlinie aufgeführt. Die Interessenerklärungen wurden durch eine eigens dafür gegründete Arbeitsgruppe unter Mitarbeit einer Patientenvertreterin gesichtet und bewertet. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind ebenfalls im Leitlinienreport einsehbar.

3 Begrifflichkeiten der Prävention

H. Bunde, E. Breitbart, I.-M. Hübner

Die Nutzung unterschiedlichster Begriffe, wie Prophylaxe, Vorbeugung, Vorsorge und Prävention, werden im Prinzip für ein und dieselbe Ausrichtung, nämlich die Vermeidung von Krankheiten bzw. deren Fortschreiten genutzt. Sie führen allerdings in unserem Gesundheitssystem, gemäß ihrer Auslegung und Nutzung zu unterschiedlichsten Verständnissen.

3.1 Begriffliche Einordnung

Prävention ist ein Oberbegriff für Maßnahmen, die darauf abzielen, das Auftreten und Verbreiten von Krankheiten sowie die damit verbundenen Auswirkungen auf Morbidität und Mortalität einer Gesellschaft zu vermindern [1]. Prävention steht in einem direkten Zusammenhang mit einer Zielerkrankung und impliziert, dass diese spezifische Ursachen hat, die durch spezifische Maßnahmen verhindert werden können [2]. Hauptansatzpunkt ist daher das Zurückdrängen oder Ausschalten von Krankheitsursachen bzw. die Verhinderung von gefährdenden Expositionen [3]. Der Begriff der Prävention (ursprünglich Krankheitsprävention) entwickelte sich im 19. Jahrhundert aus der Debatte um Hygiene und Volksgesundheit.

Der mit am häufigsten genutzte Begriff, neben der Prävention, ist die „Vorsorge". Dabei handelt es sich um einen unbestimmten Rechtsbegriff. Er ist nicht gesetzlich definiert, sondern nur durch Auslegung zu ermitteln. Der Begriff findet sich in der Bedarfsdeckung des täglichen Lebens („Daseinsvorsorge": Dienste von allgemeinem wirtschaftlichem Interesse, die der Staat als „Gewährleistender" bereitstellt), der finanziellen Absicherung für das Alter („Altersvorsorge", § 33 SGB XII; Beiträge für eine Kapital gerechtere Altersvorsorge, lebenslange Leibrente) sowie in der Versicherung gegen Risiken der Krankheit als Absicherung im Fall von Erkrankungen. Vorsorgeaufwand ist demnach der Aufwand für eine Absicherung gegen künftige Risiken (Versicherungsprinzip).

Auch im Bereich der medizinischen Versorgung finden sich präventive Maßnahmen vielfach unter dem Begriff der „Vorsorge" wieder. Insbesondere in der Arbeitsmedizin/Betriebsmedizin ist dieser Begriff in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) gesetzlich verankert. In der ArbMedVV werden u.a. arbeitsmedizinische Vorsorge, auch auf Krebs, als Umschreibung verschiedener Krebsfrüherkennungsuntersuchungen genutzt.

Das 1971 bundesweit eingeführte Krebsfrüherkennungsuntersuchungsprogramm wurde zur damaligen Zeit als „Vorsorgeprogramm" eingeführt, mit dem Ziel der Vorverlegung des Diagnosezeitpunktes und der hiermit verbundenen Lebensqualitätsverbesserung. Die Nutzer interpretierten diese Vorsorgeuntersuchungen häufig im Sinne des o.g. Versicherungsprinzips, so dass der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) seitdem in seinen Richtlinien nur noch von Prävention spricht.

Die maßgeblichen Ziele von Prävention umfassen nach Rosenbrock und Michel (2007) die Vermeidung, Abschwächung oder zeitliche Verschiebung von:

- Morbidität und Mortalität und den sich daraus ergebenden Einbußen an Lebensqualität und Einschränkungen der Teilhabe am sozialen Leben.

- Direkten Krankheitskosten der Kuration, Rehabilitation und Sozialversicherung.
- Indirekten Krankheitskosten durch reduzierte Produktivität, eingeschränktes bürgerschaftliches Engagement oder gesamtgesellschaftliche Wohlfahrtsverluste.

Die Voraussetzung für die gezielte Prävention einer Krankheit ist das Wissen um ihre pathogenetische Dynamik, also um die unterschiedlichen Entwicklungsstufen und Verlaufsstadien des Krankheitsgeschehens, sowohl populationsbezogen als auch auf individueller Ebene unter Berücksichtigung von Risikoprofilen [3].

Leistungserbringer im Bereich Prävention, ob im Gesundheitswesen oder in Kindergärten, Schulen oder anderen Lebenswelten von Kindern und Jugendlichen, am Arbeitsplatz und in anderen Bereichen, sollten sich über die Grundlagen präventiven Handelns bewusst sein. Voraussetzung hierfür ist die Definition des Begriffes „Gesundheit". Gesundheit definiert sich in Anlehnung an die World Health Organization (WHO) 1946 und Hurrelmann [4] (Hurrelmann, 2003, S3. in [4]), Seite 8, als ein

„Zustand des objektiven und subjektiven Befindens einer Person, der gegeben ist, wenn diese Person sich in den physischen, psychischen und sozialen Bereichen ihrer Entwicklung im Einklang mit den eigenen Möglichkeiten und Zielvorstellungen und den jeweils gegebenen äußeren Lebensbedingungen befindet."

Dies bezieht alle gesundheitsrelevanten Lebensbereiche, wie Bildung, Arbeit, Wohnen, Ernährung, Verkehr, Umwelt, Familie, Freizeit, etc. mit ein, wie sie auch u.a. im Präventionsgesetz beschrieben werden. Gesundheit und Krankheit sind dabei nicht als absolute und unveränderliche Stadien zu verstehen, sondern als kontinuierliche und dynamische Prozesse, in denen das Gleichgewichtsstadium von Risiko- und Schutzfaktoren zu jedem lebensgeschichtlichen Zeitpunkt immer erneut in Frage gestellt ist [4]. Aus diesem Gesundheitsverständnis heraus resultiert, dass Patienten und Nutzer des Gesundheitssystems nicht als Objekte der Gesundheitsversorgung zu klassifizieren sind, sondern dass sie vor allem in ihrer Rolle als wahrnehmende und handelnde Subjekte bzw. als Experten ihrer selbst zu verstehen sind, deren individuelle Lebenskontexte und Bedürfnisse ihre gesundheitliche Vorstellung und Entscheidung prägen.

Diese Perspektive erfordert von den in der Präventionsarbeit verorteten Akteuren einen zielgruppen- und lebensweltorientierten Ansatz. Besonders in der persönlichen präventiven Beratungssituation bedeutet dies im Gespräch persönliche und soziale Ressourcen des Menschen zu erkennen und gemeinsam Wege zu präventiven Verhaltensweisen zu finden, um die Gesundheit zu erhalten oder Risikofaktoren zu minimieren.

In diesem patientenzentrierten Vorgehen obliegt es den Health Professionals eine echte wertschätzende Begegnung unter Berücksichtigung medizin-ethischer Prinzipien (Selbstbestimmungsrecht; Nicht Schaden; Fürsorge, Hilfeleistung; Gleichheit und Gerechtigkeit [Beauchamp, C. et al. 2019] aufzubauen, in der neutrale evidenzbasierte und verständliche Informationen über Präventionsinhalte und dazugehörige Informationsquellen vermittelt werden.

Im Zusammenhang mit Prävention wird vor allem im primärpräventiven Bereich oft auf die Gesundheitsförderung verwiesen. Der Begriff ist historisch jünger als der der Prävention und hat sich mit den gesundheitspolitischen Debatten der Weltgesundheitsorganisation (WHO, Ottawa-Charta) und unter dem Einfluss bevölkerungs- und

sozialwissenschaftlicher Disziplinen entwickelt. Im Fokus steht der Erhalt der Gesundheit durch die Stärkung von Ressourcen [5]. Gesundheitsförderung zielt darauf ab, die individuellen Fähigkeiten der Lebensbewältigung zu verbessern und die ökonomischen, kulturellen, sozialen, und bildungsbezogenen Bedingungen zur Lebensgestaltung zu fördern [3]. Voraussetzung dafür ist das Wissen um salutogenetische Dynamiken, also die Entstehung und Aufrechterhaltung von Gesundheit (im Vergleich zu Vermeidung von Erkrankungen) auf individueller Ebene sowie im Kollektiv [1].

Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention sind komplementäre Formen von Interventionen [6]. Beide Begriffe beschreiben Formen von Interventionen, also zielgerichtete Eingriffe oder Maßnahmen. Sie basieren jedoch auf unterschiedlichen theoretischen Grundlagen und historischen Kontexten. Ziel der Interventionen ist sowohl bei der Prävention als auch bei der Gesundheitsförderung die Erreichung eines Gesundheitszugewinns sowohl für das Individuum als auch für die Bevölkerung. Dabei geht es um die Beeinflussung von Verlaufsdynamiken, also zukünftigen Ereignissen. Unterschiede bestehen in den Interventionsformen und deren Wirkungsprinzipien [3]. So verfolgt die Prävention den Ansatz einer Vermeidungsstrategie, basierend auf dem Zurückdrängen von Risikofaktoren, während die Gesundheitsförderung dem Ansatz einer Promotionsstrategie, also der Stärkung von Ressourcen und Schutzfaktoren folgt [1]. Gesundheitsförderung ist der Prävention zeitlich vorgelagert, wobei eine eindeutige Trennung gesundheitsförderlicher und präventiver Maßnahmen nicht immer möglich ist und teilweise eine stärkere Integration beider Interventionsformen gefordert wird [1].

Je nach Ausgangssituation können Präventionsmaßnahmen entlang unterschiedlicher Dimensionen eingeteilt werden. Die verschiedenen Ansatzpunkte, Dimensionen sowie die Einteilung innerhalb dieser sind dabei fließend und als Komplementäre zu betrachten.

3.2 Präventionsarten entlang des Krankheitsverlaufs

Prävention verfolgt gestufte Ziele, die entlang der Entwicklungsstufen einer Zielerkrankung in primordiale, primäre, sekundäre und tertiäre Prävention unterschieden werden können.

Primordiale Prävention

Die primordiale Prävention setzt noch vor der primären Prävention an und soll bereits die Entstehung von gesellschaftlichen Risikofaktoren verhindern, indem die gesunde Bevölkerung im Hinblick auf Lebensverhältnisse und Lebensweisen so beeinflusst wird, dass eine Gesunderhaltung möglich ist [4].

Primäre Prävention

Die primäre Prävention richtet sich an gesunde Menschen oder (Teil-)Populationen, bzw. an Personen ohne manifeste Symptomatik [3], [7]. Sie zielt darauf, das Neuauftreten einer (chronischen) Erkrankung zu verhindern und die Inzidenz von Krankheiten bzw. Unfällen zu reduzieren [8], [7]. Dabei können verschiedene Ebenen wie Individuen, Settings oder die Gesamtbevölkerung angesprochen und unterschiedliche Ansatzpunkte, wie das Hinwirken auf die Verhinderung bzw. Verminderung von Risikofaktoren durch individuelles Verhalten oder die Veränderung von Umweltfaktoren, die ursächlich an der Krankheitsentstehung beteiligt sind, gewählt werden.

Sekundäre Prävention

Die sekundäre Prävention zielt auf die Entdeckung des Anfangsstadiums einer Erkrankung ab, deren Fortschreiten durch diagnostische/therapeutische Maßnahmen vermieden bzw. abgemildert werden kann [3], [7]. Gesundheitspolitisch hat die sekundäre Prävention das Ziel, die Inzidenz von manifesten oder fortgeschrittenen Erkrankungen zu senken [6]. Zeitlich setzt die sekundäre Prävention ein, noch bevor Symptome oder Beschwerden auftreten. Dazu werden unter anderem Gesundheitschecks, krankheitsspezifische Früherkennungsuntersuchungen oder Filteruntersuchungen (Screenings) bei definierten Bevölkerungsgruppen durchgeführt. Voraussetzung ist der klinisch bzw. epidemiologisch gesicherte Zusatznutzen einer Frühbehandlung (ebd.). Neben der Früherkennung und Frühbehandlung können auch Beratungen zur Lebensstilveränderung Teil sekundärer Prävention sein.

Eine Schlüsselkomponente von Sekundärprävention ist Screening. Screening schließt die Rekrutierung von offenbar gesunden Teilnehmern, Erhebung der Anamnese und Durchführung des Screening-Testes zur Früherkennung der jeweiligen Erkrankung ein. In der Regel kann in diesem Zusammenhang auch zu Risikofaktoren und Prävention beraten werden. Nach Morrison teilt ein Screening die Teilnehmer in „Personen mit einer niedrigen Wahrscheinlichkeit erkrankt zu sein“ und „Personen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit erkrankt zu sein“ ein, wobei die zweite Gruppe einer Bestätigungsdiagnostik zur Diagnosesicherung zuzuführen ist [9].

Tertiäre Prävention

Die tertiäre Prävention richtet sich an Menschen mit manifestierter Krankheit oder Leiden und hat das Ziel der Vermeidung oder Linderung daraus resultierender Funktionseinbußen [7]. Entsprechende diagnostische und therapeutische Maßnahmen sollen Komplikationen und Folgeschäden verhindern und Rückfällen vorbeugen [10], [3]. Die Abgrenzung zwischen der medizinisch-therapeutischen Behandlung und einer tertiärpräventiven Maßnahme ist selten klar zu ziehen. Es ist eine Frage der Zielrichtung der Intervention, ob eine Maßnahme als kurativer oder präventiver Eingriff verstanden wird [3]. In diesem Zusammenhang kann sowohl bei kurativer als auch präventiver Ausrichtung der Intervention zur Vermeidung von weiterhin krankmachendem Verhalten / Risikofaktoren etc. beraten werden.

Quartäre Prävention

Die quartäre Prävention (erstmalig beschrieben von Jamoulle,1968) ist die Vermeidung unnötiger medizinischer Interventionen oder die Verhinderung von Übermedikalisierung, kann aber auch die Verhinderung unnötiger Prävention bedeuten [11]. Sie richtet sich an Personen, die sich krank fühlen, jedoch würden Ärzte einen überwiegenden Teil dieser Beschwerden als nicht medizinisch erklärbare Symptome bezeichnen. In dem „Vier-Felder-Tafel“-Modell steht die quartäre Prävention deshalb an der Stelle, an der eine Gesundheitsstörung aus Sicht des Patienten vorhanden ist, aber aus Sicht des Arztes keine Krankheit vorliegt. Unzweifelhaft ist die bewusste und begründete Entscheidung, auf weitere Diagnostik und Therapie zu verzichten, eine schwierige Aufgabe für beide Seiten. Dabei ist es besonders bedeutsam, den Patienten nicht mit seinem Kranksein alleine zu lassen, sondern anhand seiner Persönlichkeit oder Lebensgeschichte mit kommunikativen Mitteln in einer vertrauensvollen und wertschätzenden Atmosphäre gemeinsam Wege aus dem Kranksein zu finden [12], [13].

Die auch von der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) e.V. übernommene Choosing Wisely-Kampagne, hier unter dem Motto: „Gemeinsam klug entscheiden“, ist eine Möglichkeit, die Vorgaben der quartären Prävention im System umzusetzen. Die „Choosing Wisely“-Kampagne wurde 2012 von der American Board of Internal Medicine (ABIM) Foundation ins Leben gerufen und hat das Ziel, unnötige medizinische Leistungen zu vermeiden und die vorhandenen Ressourcen im Gesundheitswesen verantwortungsvoll zu nutzen. So will die Kampagne unnötige Leistungen, also Überversorgung, durch gemeinsame und evidenzbasierte Entscheidungen von Ärzten und Patienten reduzieren. Bisher wurde die Wirksamkeit von Choosing-wisely-Kampagnen jedoch nicht untersucht.

3.3 Präventionsformen nach Kontextbezug

Neben Formen der medizinischen Prävention (z.B. Früherkennungsmaßnahmen, Schutzimpfungen), können zwei weitere Ansatzpunkte für präventive Maßnahmen unterschieden werden, die den Kontext unterschiedlich einbeziehen: Die Verhaltens- und die Verhältnisprävention.

Verhaltensprävention

Bei der Verhaltensprävention geht es darum, individuelle Verhaltens- und Konsummuster so zu beeinflussen, dass gesundheitliche Risiken gemindert werden [7]. Dies geschieht durch Aufklärung und Information, aber auch durch Stärkung der Gesundheitskompetenz, so dass Menschen dazu befähigt und motiviert werden, potenzielle Risikofaktoren im persönlichen Lebensstil zu vermeiden bzw. positiv zu beeinflussen [14], [5]. Verhaltensprävention sollte mit Maßnahmen der Verhältnisprävention kombiniert werden, wenn sie populär und effektiv sein soll [8].

Verhältnisprävention

Durch die Verhältnisprävention wird Einfluss auf die Lebens-, Arbeits- und Umweltbedingungen der Menschen genommen, um dadurch die Rahmenbedingungen für die Risikovermeidung bzw. Gesunderhaltung zu verbessern [7]. Diese Einflussnahme geschieht zwar eher indirekt, hat aber oft nachhaltige Wirkungen [3]. Zahlreiche Maßnahmen des Gesundheitsschutzes zählen zur Verhältnisprävention, wie der gesundheitliche Verbraucherschutz oder der Arbeitsschutz in Betrieben [7]. Auch Stadtentwicklung, bei der die gesundheitlichen Bedürfnisse der Anwohner beachtet werden, wie z.B. das Einrichten von Beschattungsplätzen, gilt als Verhältnisprävention.

3.4 Präventionsformen nach Spezifikation

Eine andere Schwerpunktsetzung richtet sich nach dem Erkrankungsrisiko bzw. dem Maß der Gefährdung. Traditionell vor allem im Bereich der Gemeindepsychiatrie, Suchthilfe und Suchtprävention verankert, gewinnt das ‚Triadische Spezifitätsmodell‘ auch allgemein in der Prävention an Bedeutung. Dabei wird zwischen universeller, selektiver und indizierter Prävention unterschieden.

Triadisches Spezifitätsmodell

Die universelle Prävention zielt auf die Gesamtbevölkerung bzw. große Teilpopulationen ab mit Maßnahmen die allgemein als nützlich oder notwendig erachtet werden. Die zielgruppenspezifische oder selektive Prävention richtet sich an bestimmte Segmente der Bevölkerung mit vermuteten bzw. überdurchschnittlichem

Erkrankungsrisiko, wobei die Selektion anhand unterschiedlicher Kriterien wie soziodemografische Merkmale, Kontextmerkmale oder die Zugehörigkeit zu einer Risikogruppe erfolgen kann [5], [3]. Je höher das Krankheitsrisiko der betroffenen Personengruppe ist, desto erforderlicher wird der selektive Ansatz [5]. Haben die betroffenen Personen, mit denen eine Präventionsmaßnahme durchgeführt wird, schon die Vorstufe bzw. die Frühform einer Erkrankung, bzw. haben sie gesicherte und individuelle Risikofaktoren einer Erkrankung, nennt man dies die gezielte oder indizierte Prävention [5], [3]. Es ist zum Teil schwierig, die indizierte Prävention von einer kurativen Maßnahme zu unterscheiden.

3.5 Prävention nach Interventionsebene

In der aktuellen Debatte um primäre Prävention rücken neben definierten Krankheiten auch der Interventionsbereich bzw. Kontext vermehrt in den Fokus. Ausgangpunkt für die Wahl bestimmter, vor allem primärpräventiver, Maßnahmen ist dabei vor allem die jeweiligen Ausgangssituation und weniger eine bestimmte Erkrankung; dies auch vor dem Hintergrund, dass präventive Strategien nicht immer einer bestimmten Krankheit zugeordnet werden können [15]. Dabei werden drei Interventionsebenen unterschieden: Individuum, Setting /Lebenswelt und Gesamtbevölkerung bzw. große Bevölkerungsgruppen. Settings beschreiben dabei den räumlichen oder sozialen, alltäglichen Kontext von Menschen, in dem umweltbezogene, organisatorische und personale Ressourcen sowie weitere Faktoren wirken und damit Gesundheit und Wohlbefinden beeinflussen, z.B. Schulen, Kindergärten, Betriebe, Altenheime und Stadtteile [5], [16]. Als zweite Ebene kann der Kontextbezug hinzugefügt werden, in dem berücksichtigt wird, ob durch die Maßnahmen Kontexte beeinflusst werden und es damit u.a. zu einer Veränderung der Verhältnisse kommt oder ob diese unberücksichtigt bleiben. So lässt sich eine Intervention in einem Setting, in welcher die Lebenswelt als Zugang zur Zielgruppe z.B. zur Informierung verwendet aber nicht selbst verändert wird (kein Kontextbezug, Verhaltensprävention), von Maßnahmen zur Entwicklung eines gesundheitsförderlichen Settings unterscheiden (Kontextbezug, Verhältnisprävention), die in ihrer Nachhaltigkeit als höher einzustufen sind. Das Ziel der stärkeren Einwirkung in Settings bildet die Grundlage des Präventionsgesetzes (PrävG §20 (1)), welches im Juni 2015 vom Deutschen Bundestag verabschiedet wurde.

3.6 Impact von Prävention auf die Gesundheit (Public Health Impact)

Die Durchführung von Präventionsmaßnahmen kann als Versorgung der Bevölkerung (oder einer Teilpopulation) mit Präventionsleistungen verstanden werden. Dabei können vier Elemente unterschieden werden (John et al. 2015):

- (Onkologisches) **Ziel** der Maßnahme
- Einbezogene **Bevölkerung**
- **Leistung** der Prävention
- **Ergebnis** (erfolgreiche Motivation und Umsetzung präventiven Verhaltens)

Um zu prüfen ob und welchen Effekt Präventionsmaßnahmen auf die Bevölkerung haben, können fünf Dimensionen erfasst werden.

- **Reach** (Teilnehmer*innengewinnung): Anteil der Personen der Zielbevölkerung, die durch Maßnahme erreicht wird

- **Efficacy** (Wirksamkeit): Wirksamkeit der Maßnahme unter den Studienbedingungen
- **Adoption:** Umsetzung der Maßnahme durch die Akteure der Prävention
- Implementation: Grad, bis zu dem die Maßnahme gemäß ihrer ursprünglichen Idee umgesetzt wird
- **Maintenance:** Aufrechterhaltung der Maßnahme unter routinierten Bedingungen

Vor diesem Hintergrund gilt es ineffektive und unnötige Maßnahmen zu vermeiden. Um dieses Ziel zu erreichen, hat die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) e.V. die, von der American Board of Internal Medicine (ABIM) Foundation, 2012 ins Leben gerufene „Choosing Wisely“-Kampagne zur Vermeidung unnötiger medizinischer Leistungen und einer verantwortungsvolleren Nutzung der vorhandenen Ressourcen im Gesundheitswesen, unter dem Motto „Gemeinsam klug entscheiden“ übernommen (Kapitel 3.4) [17].

3.7 Präventionsformen im Überblick

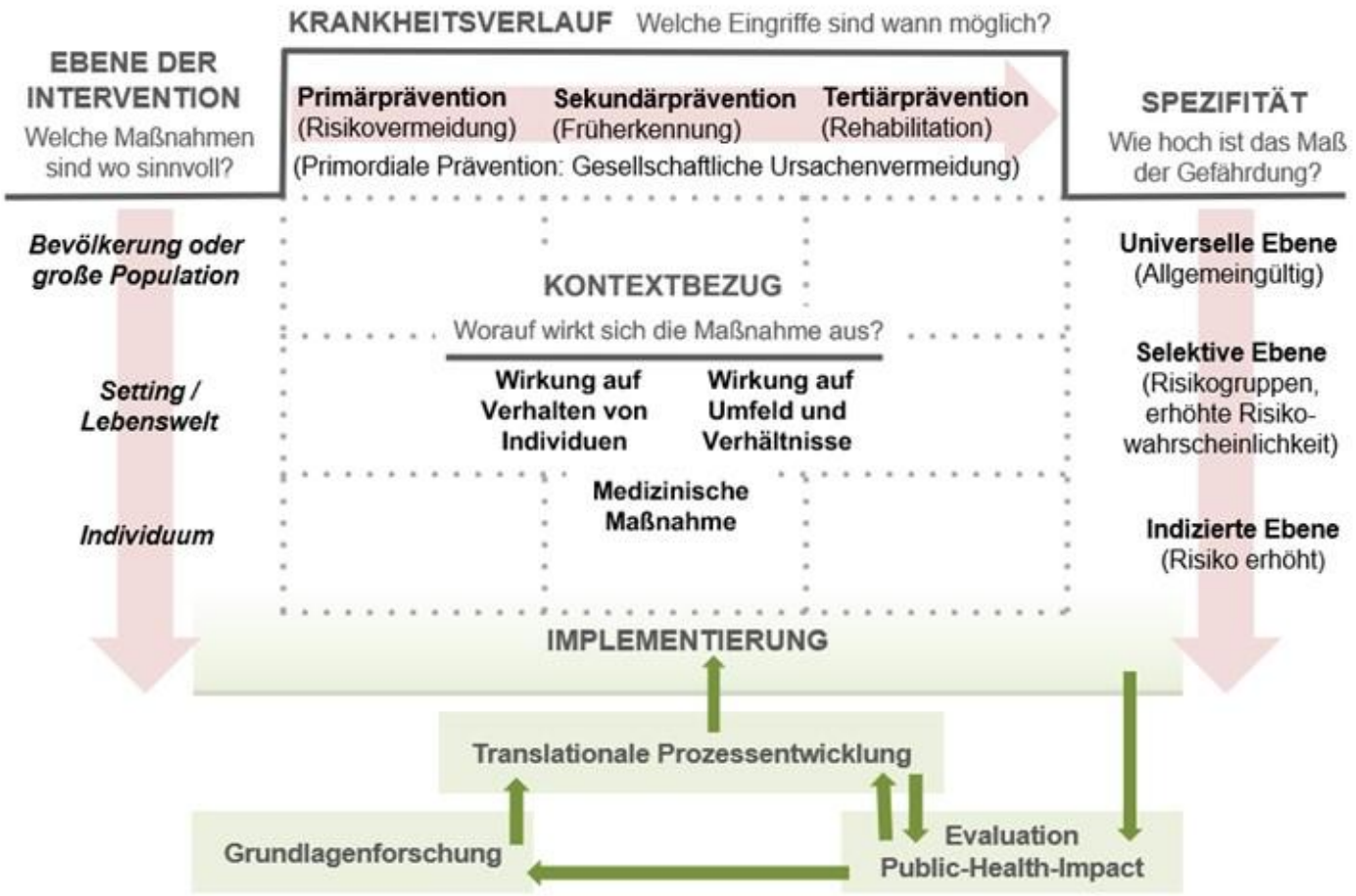


Abbildung 1: Präventionsmatrix: Unterschiedliche Dimensionen von Präventionsmaßnahmen (ADP, 2020)

Die Abbildung Präventionsmatrix fasst die verschiedenen Dimensionen der Prävention zusammen. Die Planung von Präventionsmaßnahmen kann sich am Krankheitsverlauf, am Spezifikationsgrad oder an der Interventionsebene oder an mehreren dieser Dimensionen gleichzeitig orientieren. Zudem kann auf allen Ebenen zwischen medizinischer Verhaltens- und Verhältnisprävention (oder einer Mischung aus beidem) unterschieden werden. Essenziell ist die Beachtung der effektiven Umsetzung von und der Austausch mit Forschungsergebnissen (translationale Prozessentwicklung) sowie die Erfolgskontrolle von Präventionsmaßnahmen (Public Health Impact).

Begrifflichkeiten und Ansatzpunkte der Prävention werden durch ihre Umwelt geprägt und unterliegen einem ständigen Wandel. So wird im Bereich der Primärprävention oft auf das historisch jüngere und im soziologischen Kontext genutzte Konzept der Gesundheitsförderung verwiesen, die als komplementäre Interventionsform betrachtet werden kann. Gesundheitsförderung folgt einem ressourcenorientierten Ansatz und zielt darauf ab, die individuellen Fähigkeiten der Lebensbewältigung zu verbessern und die ökonomischen, kulturellen, sozialen, und bildungsmäßigen Bedingungen zur Lebensgestaltung zu fördern [3].

3.8 Konklusion und Übertragung in die Leitlinie

Die hier dargestellte begriffliche Einordnung und die aufgeführten Konzepte bilden das theoretische Gerüst für die in den folgenden Kapiteln ausgearbeiteten Inhalte. Die Leitlinie ist von ihrem grundsätzlichen Aufbau an die unterschiedlichen Präventionsarten angelehnt und orientiert sich entlang des Krankheitsverlaufs. Innerhalb der einzelnen Kapitel ist Fokus auf Spezifikation (siehe z. B. Kapitel 5.1.2), die Kontextualisierung siehe z. B. Kapitel 5.2) und Interventionsebenen gelegt. Lebenswelten wie das berufliche Setting (siehe Kapitel 7) , das ärztliche Setting (siehe z. B. Kapitel 8.4) und die Bildungseinrichtungen (siehe z. B. Kapitel 5.2) werden dabei besonders hervorgehoben. Gleiches gilt für vulnerable Zielgruppe wie Risikopersonen und Kinder- und Jugendliche (siehe z. B.Kapitel 5.1).

Um eine stärkere Patientenorientierung im Gesundheitssystem zu fördern und zu einer höheren Gesundheitskompetenz der Nutzer beizutragen, enthält die Leitlinie Empfehlungen zur Förderung der Arzt-Patient-Kommunikation im Rahmen der Beratung zur Hautkrebsprävention (siehe Kapitel 8.5), der Hautkrebsfrüherkennung sowie zur Informierung der Bevölkerung und zu kommunikativen Strategien und Kommunikationswegen im Bereich der primären und sekundären Prävention (siehe Kapitel 8.4).

Darüber hinaus lassen sich vor dem Hintergrund der aufgeführten Definitionen und Konzepte Leitthemen formulieren, die kontinuierlich in dieser Leitlinie Berücksichtigung finden und zukünftig von hoher Bedeutung sein werden. Dazu gehören:

- Grundlagenforschung
- Fokussierung der Wirksamkeit von Präventionsmaßnahmen
- Priorisierung von Maßnahmen/Interventionen mit Zielgruppenspezifität, Settingorientierung, Nachhaltigkeit und Kontextualisierung
- Projektentwicklung mit Zielgruppen und Verbesserung der Kommunikation mit Zielgruppen zur Förderung der Akzeptanz und Inanspruchnahme
- Förderung der Gesundheitskompetenz durch evidenzbasierte Informations- und Schulungsmaterialien sowie die Entwicklung ensprechender Curricula, eine Verbesserung der Arzt-Patient-Kommunikation und Schaffung von gesundheitskompetenten Organistationen/Verhältnissen.

- Qualitätsgerichtete Förderung der digitalen Transformation und neuer Technologien.

Hierdurch soll der Umfang und die Qualität der Präventionsforschung und -praxis nachhaltig erhöht und ein deutlicher Impact in der Gesundheitsversorgung geleistet werden. Die Grenzen unterschiedlicher Fachdisziplinen sollen überwunden, Schnittstellen definiert und genutzt werden und interdisziplinär und integrativ unter Einbezug unterschiedlichster Expertise gearbeitet werden. Bedeutsam ist es dabei, sämtliche Aktivitäten in die in Deutschland existierende Präventionslandschaft einzuordnen und dem derzeit existierenden „Flickenteppich“ durch eine zunehmende Vernetzung und Netzwerkbildung entgegenzuwirken.

4 Epidemiologie, Ätiologie und Risikofaktoren von Hautkrebs

Um gezielte Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung von Hautkrebs aufzeigen zu können, ist die Darlegung des Status Quo Hautkrebs von zentraler Bedeutung. Daher werden im Folgenden die Epidemiologie und die Ätiologie der zentralen Hautkrebsentitäten vorgestellt. Anschließend werden mit Blick auf die Ausrichtung der Leitlinie auf Prävention von Hautkrebs insbesondere die Risikofaktoren fokussiert.

4.1 Inzidenz, Prävalenz und Mortalität von Hautkrebs

Überarbeitung 2026: B. Barnes, I.-M. Hübner, A.Leppert

Grundsätzlich können auf Basis von epidemiologischen Daten der Krebsregister bevölkerungsbezogene Aussagen zur Krankheitshäufigkeit und zur Krankheitslast gemacht werden. Eine flächendeckende Erfassung aller Krebsneuerkrankungen ist in Deutschland mit einer Meldepflicht der Behandelnden und der pathologischen Einrichtungen realisiert, wobei es Bundesländer mit langer Registrierungstradition (wie Hamburg, neue Bundesländer, Saarland) und solche gibt, in denen die Krebsregister die Daten erst seit Kurzem flächendeckend erfassen (Baden-Württemberg seit 2011, Hessen seit 2007). Internationale Erfahrungen zeigen, dass es einige Jahre dauert, bis die Krebsregistrierung etabliert ist und vollzählige Daten erwartet werden können. Daraus folgt, dass regionale Unterschiede in der Aussagekraft der Krebsregisterdaten existieren. Dies gilt sowohl für die national als auch für die international verfügbaren Daten. Die Unterschiede sind u. a. in den differierenden Melderegelungen (Meldepflicht, Melderecht, flächendeckende Erfassung, Erfassung von Modellregionen, Erfassung von Primärtumoren mit/ohne Erfassung von Metastasen und Rezidiven), der unterschiedlichen Vollzähligkeit der Meldungen und nicht zuletzt der Güte der Meldungen (z. B. Anteil fehlender Werte bei Angaben zur Tumorgröße) begründet.

Für die Krebsregister in Deutschland – und auch die meisten internationalen Krebsregister – ist festzuhalten, dass die Erfassung der MM-Inzidenz aktuell als gut einzustufen (systematisch, hohe Vollzähligkeit) ist, während die Erfassung nicht-melanozytärer Hauttumoren (BZK, PEK) unter den Bundesländern heterogen erfolgt. Seit der Einführung flächendeckender klinischer Krebsregister nach § 65c SGB V werden nunmehr auch Verlaufsereignisse wie Metastasen und Rezidive registriert, allerdings gelten für die nicht-melanozytären Hautkrebsarten (NMSC) Ausnahmeregeln. Lediglich prognostisch ungünstige NMSC sind in allen Bundesländern meldepflichtig. Diese Falldefinition umfasst Plattenepithelkarzinome mit T3-4 oder N1-3 oder M1 nach der 8. Auflage der TNM-Klassifikation sowie viele seltene morphologische Varianten. Die Erfassung von Hauttumoren mit günstiger Prognose, mitunter Basalzellkarzinomen, wird landesspezifisch geregelt [18]. Soll die Krankheitslast über Krebsregister abgeschätzt werden, ergibt sich im Falle der nicht-melanozytären Hautkrebsarten das Problem, dass multiple metachrome Tumoren derselben Histologie bzw. Rezidive häufig auftreten (multiple BZK treten bei rund 15 % der Erkrankten auf, multiple PEK bei rund 10 %; [19], aber nicht bundesweit einheitlich registriert werden. Diese stellen jedoch eine hohe Last für die betroffenen Patienten und das Gesundheitswesen dar.

4.1	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Die Landeskrebsregister sollen alle bösartigen Hauttumoren (auch die bei einer Person multipel auftretenden Tumoren) erfassen und zumindest Diagnose, Pathologie und Tod – idealerweise auch Therapie und Verlauf – dokumentieren.	
	Starker Konsens	

Falls dies nicht erfolgt, kann das Ziel der klinischen Krebsregistrierung, die Versorgung krebskranker Menschen in Deutschland zu verbessern und (möglichst) alle Tumorerkrankungen in Deutschland zu erfassen und auszuwerten nicht erfüllt werden. Möglich ist es auch, dieses zunächst auf Modellregionen zu beschränken.

4.1.1 Melanom

Im internationalen Vergleich gehört Deutschland gemeinsam mit den anderen europäischen Ländern, den USA und Australien zu den Ländern mit der höchsten Melanom-Inzidenz [20]. Innerhalb von Europa liegt Deutschland im mittleren Bereich der Melanom-Inzidenzen und Prävalenzen [20]. Die Mortalität liegt in Deutschland hingegen niedriger als in den meisten anderen europäischen Ländern sowie niedriger als in Australien/Neuseeland [20].

Eine Analyse von Daten der Global Burden of Disease-Studie zu Hautkrebs zeigte einen weltweiten Anstieg der altersstandardisierten Inzidenzrate von Melanom um 0,65 Prozent pro Jahr zwischen 1990 und 2021 [21]. Der Inzidenzanstieg bei Basalzellkarzinomen (2,01 % pro Jahr) und bei Plattenepithelkarzinomen (2,06 % pro Jahr) lag deutlich höher. Regionale Unterschiede in der Melanominzidenz konnten auch gezeigt werden, mit hoher Inzidenz in Regionen mit hohem Einkommen, insbesondere in Australasien (32,4 Fälle pro 100.000), Nordamerika (16,6) und Westeuropa (13,7). Die größten Inzidenzanstiege zeigten sich in Osteuropa (2,90 % pro Jahr) sowie in Nordafrika und im Mittelosten (2,86 %). Altersspezifische Auswertungen der Inzidenzraten zeigten steigende Trends in den Altersbereichen ab 50 Lebensjahren und gaben Hinweise auf potentiell sinkende Trends bei jüngeren Personen.

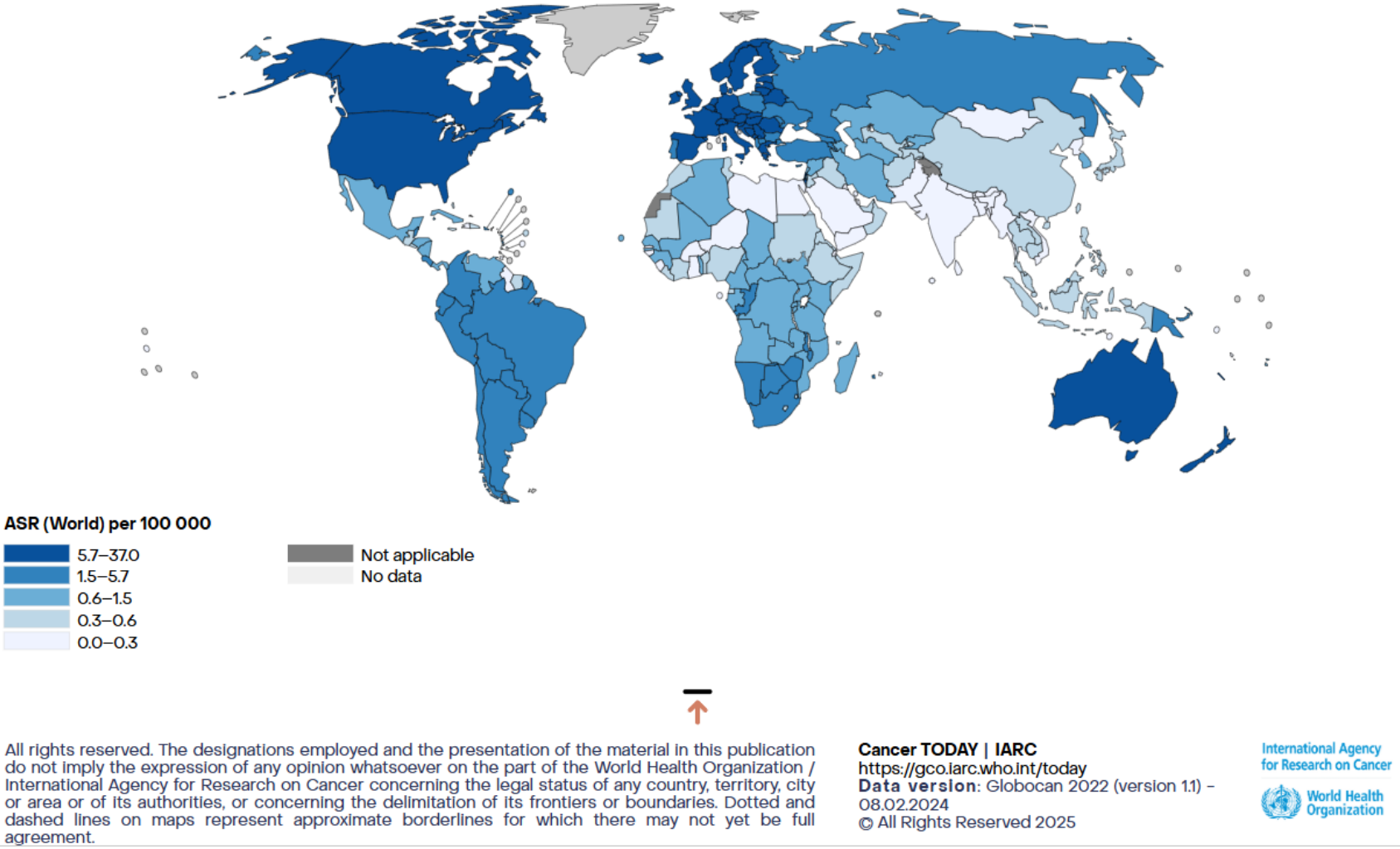


Abbildung 2: Altersstandardisierte Melanominzidenz weltweit im Jahr 2022 (Weltstandard) (International Agency for Research on Cancer, 2022b)

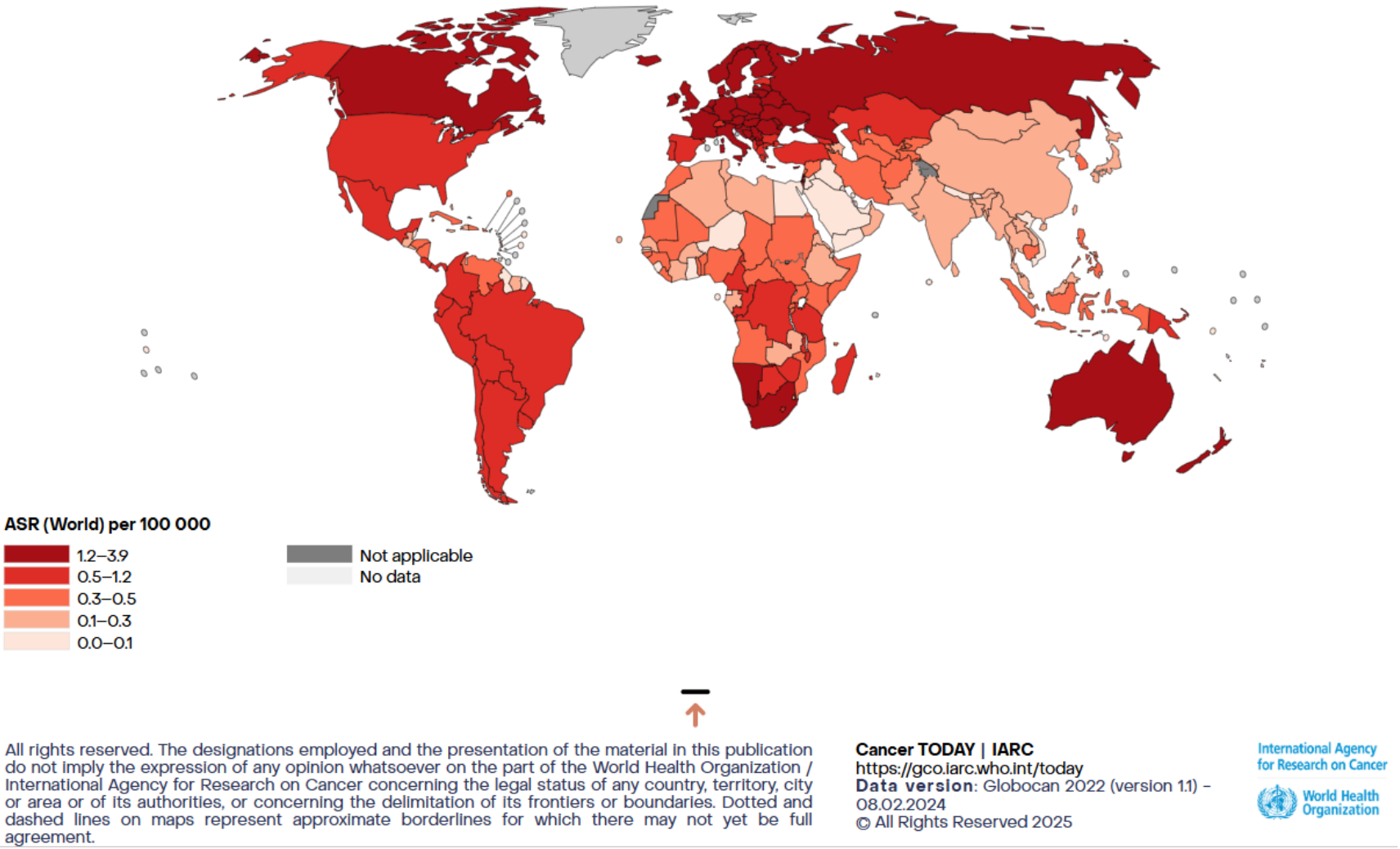


Abbildung 3: Altersstandardisierte Melanommortalität weltweit im Jahr 2022 (Weltstandard) (International Agency for Research on Cancer, 2022b)

In Deutschland wird die populationsbezogene Krebsregistrierung auf Ebene der Bundesländer durchgeführt. Auf Basis dieser Daten werden von Deutsche Krebsregister e.V. (DKR) sowie von dem Zentrum für Krebsregisterdaten (ZfKD) am Robert Koch-Institut (RKI) Schätzungen zur Inzidenz in Deutschland veröffentlicht.

Die Inzidenzschätzung des Robert Koch-Instituts geht von 27.430 neudiagnostizierten Fällen des invasiven malignen Melanoms im Jahr 2023 aus (Tabelle 7). Bei Männern ist das MM die fünfthäufigste und bei Frauen sogar die vierthäufigste Krebsneuerkrankung – abgesehen von nicht-melanotischen Hautkrebsarten. Die Erkrankungshäufigkeit steigt mit zunehmendem Alter an. Junge Frauen erkranken häufiger als junge Männer an einem MM. Dieses Verhältnis und die hohe Inzidenz in jungen Jahren sind im Vergleich zu anderen Tumorerkrankungen ungewöhnlich. Ab dem Alter von 60 Jahren kehrt sich das geschlechterbezogene Verhältnis der Inzidenz jedoch um, und die Inzidenz bei Männern steigt im weiteren Altersverlauf auf das Zweifache der Inzidenz bei Frauen an (Abbildung 2). Insgesamt liegen die Neuerkrankungsrate und die Anzahl der Neudiagnosen bei Männern höher als bei Frauen, mit 14.470 Neudiagnosen bei Männern und 12.960 Neudiagnosen bei Frauen im Jahr 2023. Das mittlere Erkrankungsalter bei Frauen liegt mit 64 Jahren vergleichsweise niedrig, während Männer im Durchschnitt mit 69 Jahren erkranken [22]. Darüber hinaus wurden nach bundesweiten Schätzungen etwa 10.780 in-situ Fälle von Melanom im Jahr 2023 diagnostiziert.

Hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Inzidenz steigen zumindest seit Beginn der bundesweiten Schätzungen im Jahr 1999 die Fallzahlen des invasiven MM an. Nach bundesweiter Einführung des Hautkrebs-Screening im Jahr 2008 ist die Anzahl neudiagnostizierter Fälle deutlich angestiegen. Nach etwa 26.000 Fällen im Jahr 2016 für das invasive maligne Melanom sind es 33.500 im Jahr 2023 (ca. +30%). Für 2025 werden vergleichbare Zahlen erwartet (34.500) [23]. Im zeitlichen Verlauf zeigt sich seit den 2000er Jahren weiterhin ein kontinuierlicher Anstieg der Inzidenz von etwa 13 auf rund 20 Fälle je 100.000 Einwohner in Deutschland im Jahr 2020.

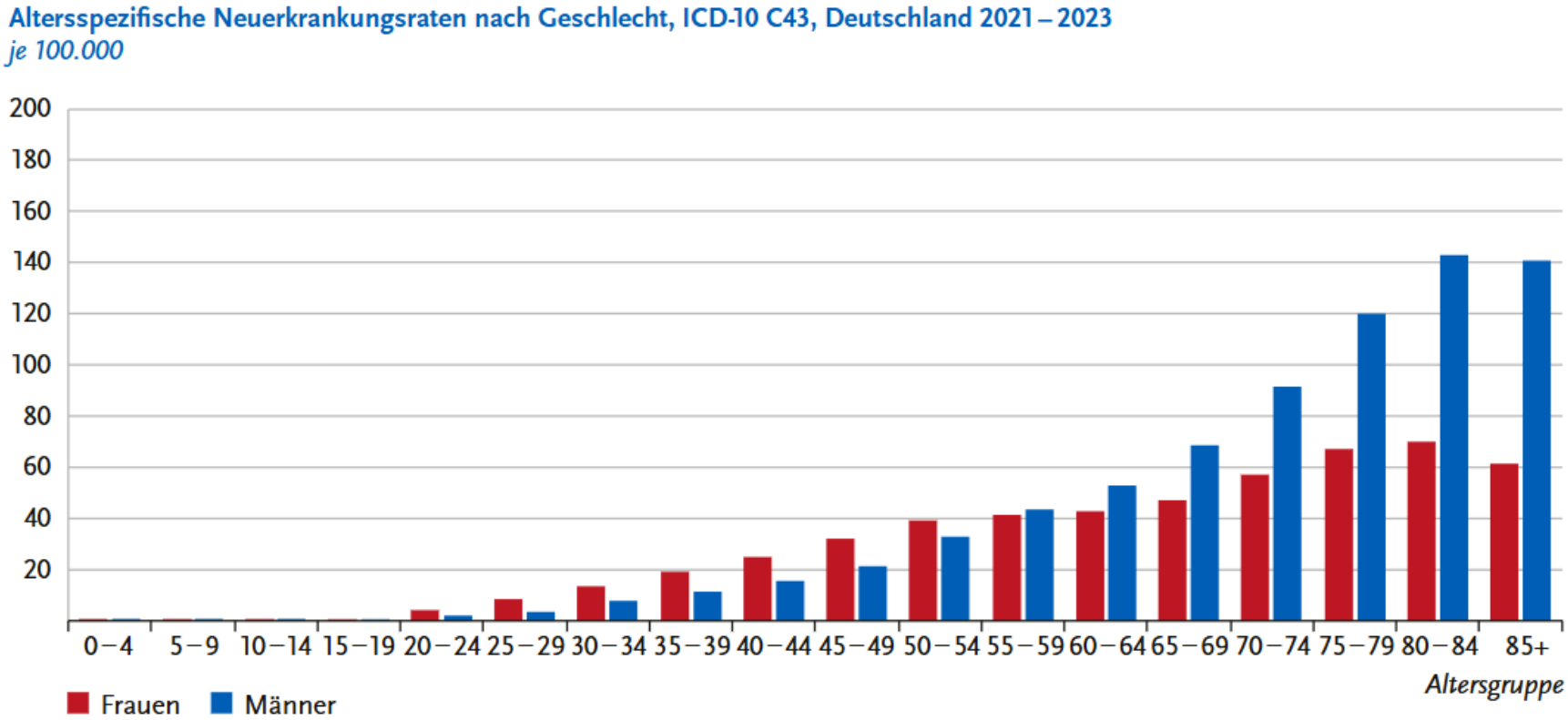


Abbildung 4: Altersspezifische Melanom-Inzidenzraten 2021-2023 nach Geschlecht differenziert (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025)

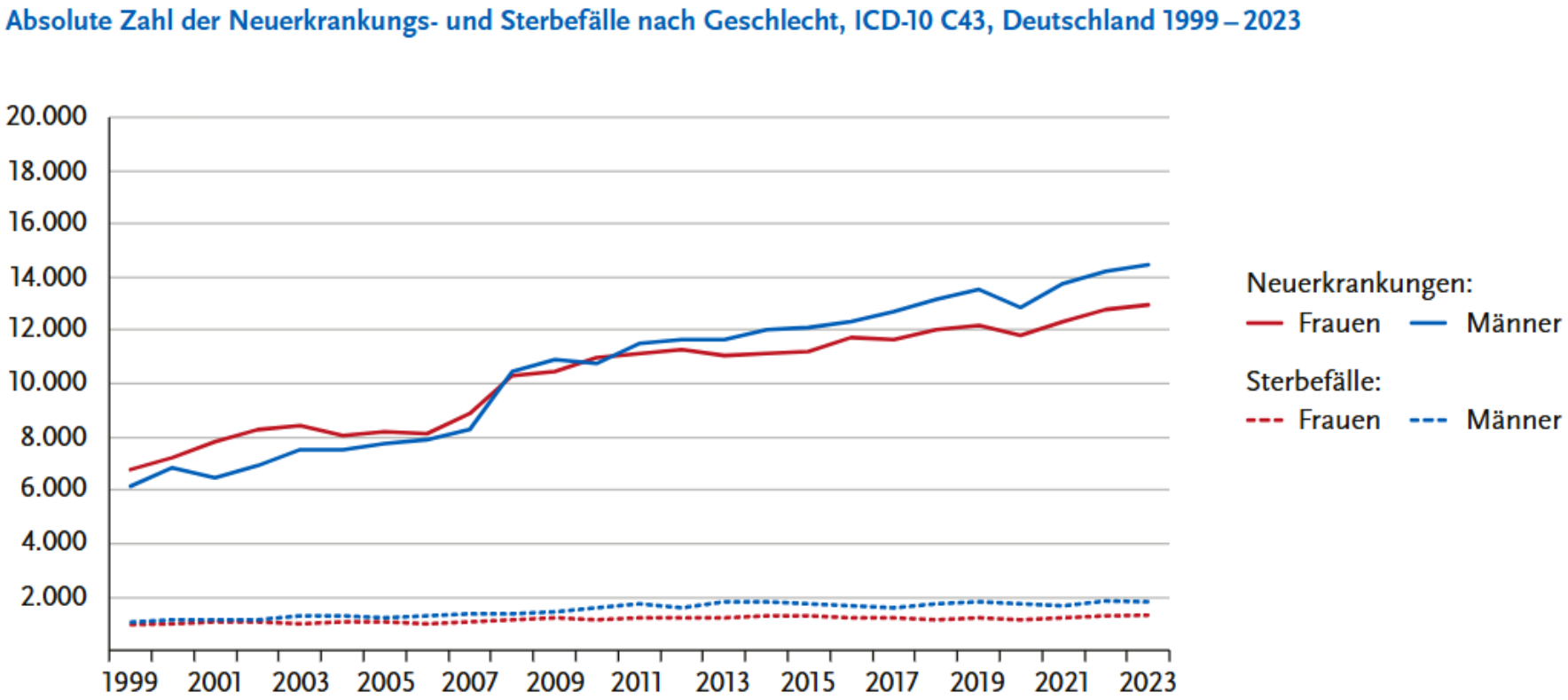


Abbildung 5: Langfristiger Verlauf der Neuerkrankungs- und Sterbefälle des malignen Melanoms 1999-2023, Deutschland, nach Geschlecht, (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025)

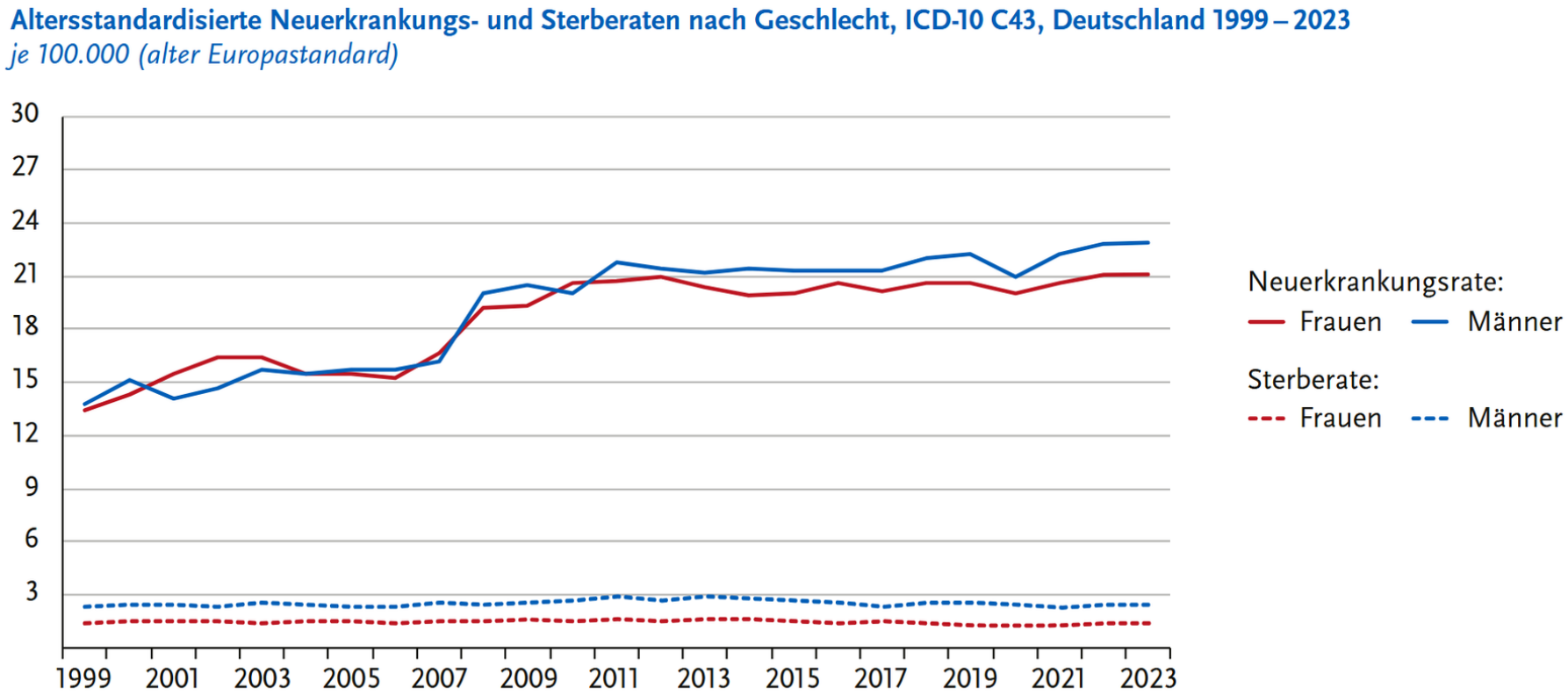


Abbildung 6: Altersstandardisierte Neuerkrankungs- und Sterberaten nach Geschlecht, ICD-10 C43, Deutschland 1999-2023, je 100.000 (alter Europastandard), (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025)

Das Überleben nach MM hat sich in den letzten 20 Jahren deutlich verbessert und ist im Vergleich zu anderen Krebserkrankungen hoch [22], [24], [25] . Aktuell wird das relative 5-Jahres-Überleben aller Melanompatienten auf etwa 95 % geschätzt (Tabelle 7) [22], [26]. Im Gegensatz zur steigenden Inzidenz zeigt sich die altersstandardisierte Mortalität in den letzten 30 Jahren auf einem konstant niedrigen Niveau (Abbildung 6). Derzeit versterben in Deutschland jährlich rund 3.000 Männer und Frauen an einem Melanom (Tabelle 7) [22] .

Es wird geschätzt, dass in Deutschland im Jahr 2023 rund 114.300 Personen gelebt haben, die in den letzten fünf Jahren an einem MM erkrankt sind. Die 10-Jahres-Prävalenz liegt mit 201.000 Personen um den Faktor 1,8 höher [22]. Aufgrund der steigenden Inzidenz bei vergleichsweise konstanter Mortalität ist davon auszugehen, dass die 5- und auch die 10-Jahres-Prävalenz zukünftig steigen werden.

Tabelle 7: Aktuelle Kennzahlen für das maligne Melanom in Deutschland

Kennzahlen	Männer	Frauen
Inzidenz 2023*		
Neuerkrankungsfälle	14.470	12.960
Altersstandardisierte Rate (Europastandard) pro 100.000	22,9	21,1
Mortalität 2023*		
Sterbefälle	1.851	1.318
Altersstandardisierte Rate (Europastandard) pro 100.000	2,6	1,5
Relatives 5-Jahres-Überleben (2021-2023)*		
Gesamt	94 %	96 %
Relatives 5-Jahres-Überleben stadienspezifisch (2021-2023)*		
UICC I	106 %	103 %
UICC II	81 %	88 %
UICC III	75 %	75 %
UICC IV	29 %	31 %
Prävalenz 2023*		
5 Jahre	58.600	55.700
10 Jahre	100.600	100.400
Datenquellen: * [22]		

4.1.2 Nicht-melanozytärer Hautkrebs (NMSC)

Mit geschätzt knapp 243.000 Neuerkrankungsfällen im Jahr 2023 kommt der nicht-melanozytäre Hautkrebs (einschließlich aller Formen) fast neunmal häufiger in Deutschland vor als das maligne Melanom [22]. Die tatsächliche Anzahl dürfte aber auf Grund von Registrierungsdefiziten deutlich höher sein [27]. Dieses zeigt sich auch in den Hochrechnungen auf Basis des Krebsregisters Schleswig-Holstein, die für das Jahr 2025 Zahlen von insgesamt 266.000 prognostizieren, von denen 76.400 auf das invasive Plattenepithelkarzinom und 189.600 auf das Basalzellkarzinom fallen [23]. Nach dieser Hochrechnung kommen noch 55.600 in situ Plattenepithelkarzinom-Fälle hinzu.

Circa 52,0 % aller Erkrankten sind Männer (Tabelle 8). Bei den Männern liegt die Höhe der geschätzten Neuerkrankungsrate deutlich höher als die der Prostatakarzinominzidenz (114,7/100.000; European Age Standardised Rate (EASR; 2023). Die geschätzte Inzidenz des NMSC liegt bei Frauen inzwischen über der Inzidenz von Brustkrebs (Brustkrebs; 118,6/100.000; EASR, 2023). Mit zunehmendem Alter steigt die Erkrankungshäufigkeit an. Bei Männern ab dem 60. Lebensjahr steigt die Inzidenz deutlich stärker an als bei den Frauen. In der Altersgruppe 85 Jahre oder älter liegt die Inzidenz bei den Männern nahezu doppelt so hoch wie bei den Frauen (Abbildung 7) [22]. Im zeitlichen Verlauf zeigt sich in den letzten 30 Jahren eine Vervier- (Männer) bis Verfünffachung (Frauen) der Inzidenz [23]. Die Mortalität zeigt sich hingegen in den letzten 30 Jahren auf einem konstanten und sehr niedrigen Niveau (Abbildung 8) [22]. Derzeit versterben in Deutschland jährlich etwa 1.332 Personen an einem NMSC; hiervon sind 59,4 % Männer (Tabelle 8) [22].

Tabelle 8: Aktuelle Kennzahlen für nicht-melanozytäre Hauttumoren in Deutschland

Kennzahlen	Männer	Frauen
Inzidenzschätzung 2023*		
Neuerkrankungsfälle	126.210	116.610
Altersstandardisierte Rate (Europastandard) pro 100.000	172,7	143,8
Inzidenzprognose 2025**		
Neuerkrankungsfälle	139.400	126.600
Mortalität 2023*		
Sterbefälle	791	541
Altersstandardisierte Rate (Europastandard) pro 100.000	0,9	0,4
Datenquellen: *[22] ** [23]		

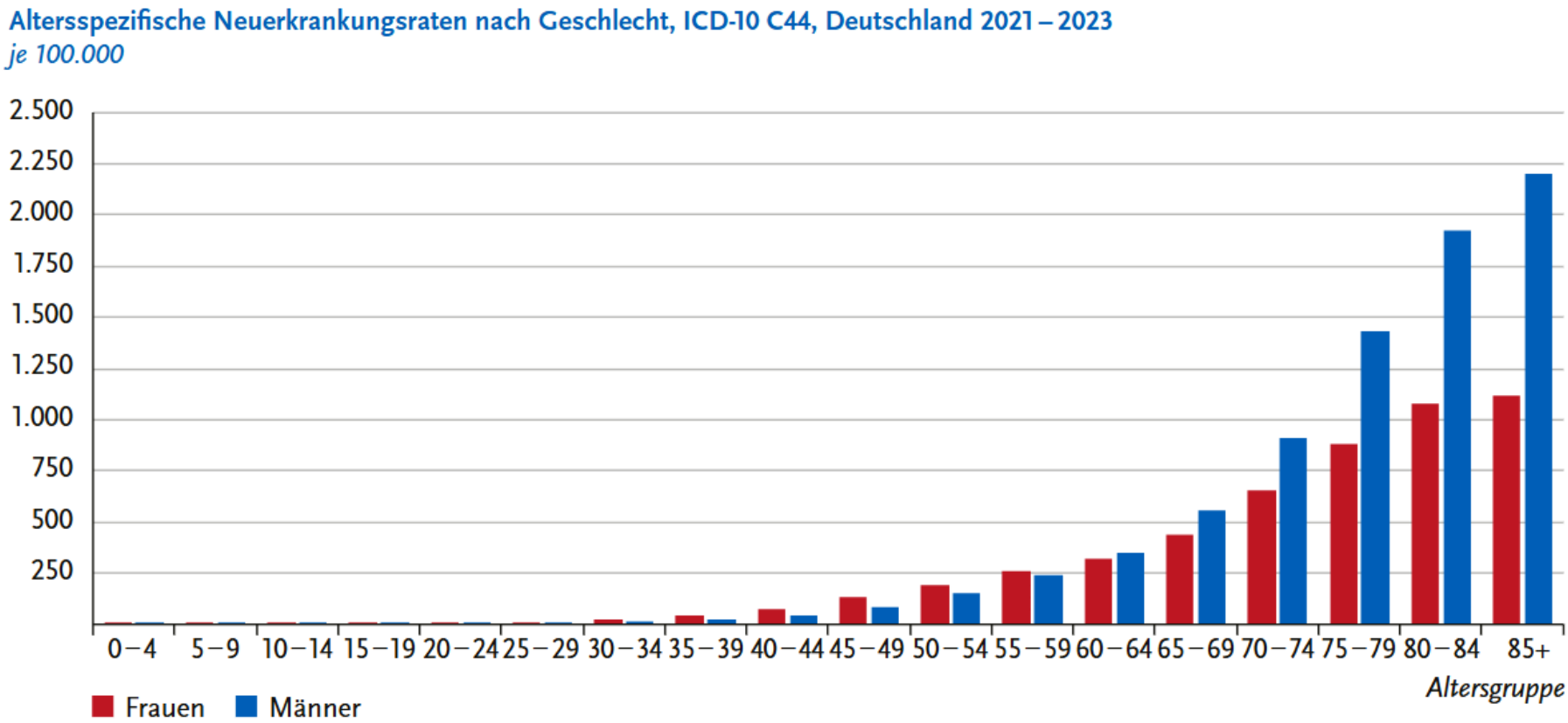


Abbildung 7: Altersspezifische Inzidenzraten des invasiven nicht-melanozytären Hautkrebses in den Jahren 2021-2023 nach Geschlecht differenziert (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025)

Anders als beim MM ist die Datenlage für die nicht-melanozytären Hautkrebsarten immer noch als lückenhaft anzusehen. Internationale Vergleichsdaten zur Inzidenz und Mortalität liegen häufig aus Studien oder Modellregionen und nur selten aus epidemiologischen Krebsregistern vor. Für New Hampshire, USA, konnte ein Anstieg der Inzidenz der BZK von 1979/1980 bis 1993/1994 um 235 % bei den Männern und 350 % bei den Frauen sowie ein Anstieg der Inzidenz der PEK um 82 % beobachtet werden [19]. Auch für jüngere Amerikaner, d.h. < 40 Jahre konnte für den Zeitraum 1976-2003 ein Anstieg der Inzidenz der nicht-melanozytären Hauttumoren um den Faktor zwei gezeigt werden [28]. Kanadische Krebsregisterdaten [29] sowie Vergleichsdaten aus Schottland [30] und Großbritannien [31] bestätigen ebenfalls die für Deutschland berichteten geschlechterspezifischen Unterschiede und zeitlichen Inzidenztrends. Eine Analyse der Daten aus der Global Burden of Disease-Studie zeigte global ansteigende Inzidenzraten von BCC und PEK zwischen 1990 und 2021 [21].

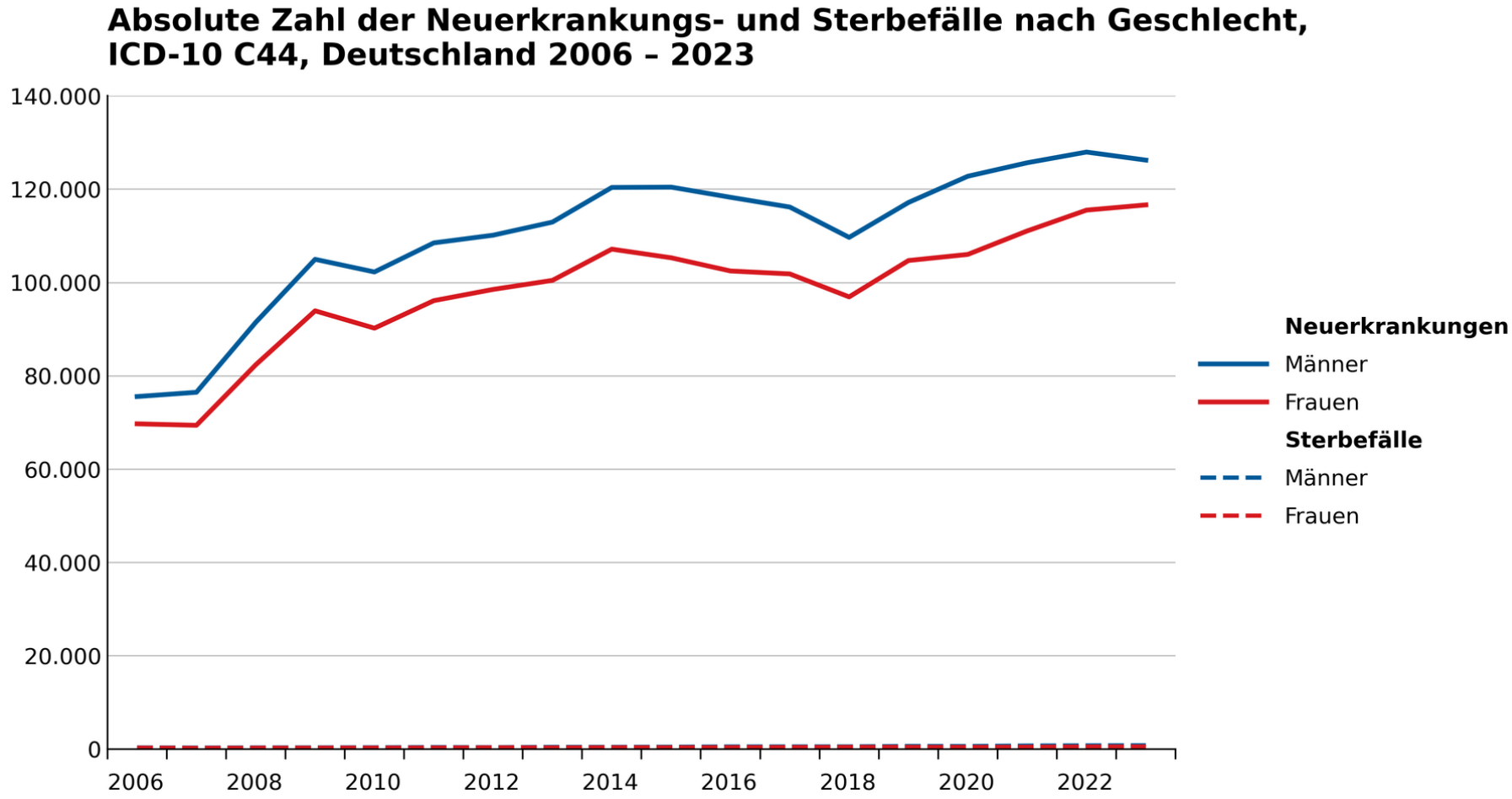


Abbildung 8: Schätzung der Inzidenz von nicht-melanozytären Hautkrebsfällen in Deutschland auf Basis der epidemiologischen Landeskrebsregisterdaten. Zentrum für Krebsregisterdaten im Robert Koch-Institut. Datenbereitstellung vom 31.08.2026.

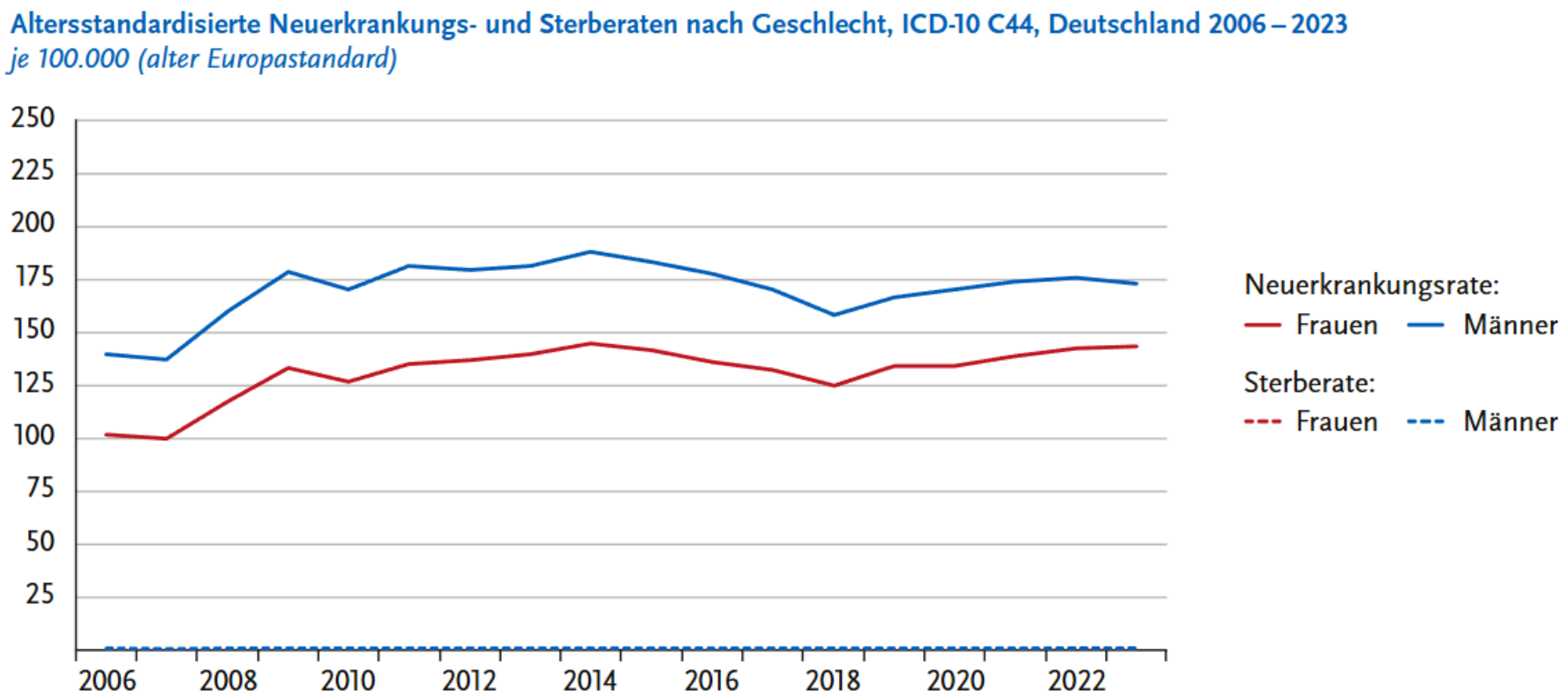


Abbildung 9: Nichtmelanozytärer Hautkrebs: Altersstandardisierte Inzidenz- und Mortalitätsraten nach Geschlecht, ICD-10 C44, Deutschland 2006-2023 je 100.000 (alter Europastandard)(Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025)

Forschungsbedarf

Im Vergleich zur Datenlage für die Inzidenz von Melanom ist die Datenlage für die nicht-melanozytären Hautkrebsarten als dürftig zu bezeichnen. Um epidemiologische Trends zukünftig sicher beschreiben zu können, bedarf es einer stringenteren Meldung aller inzidenten nicht-melanozytären Hautkrebsarten an die bevölkerungsbezogenen Krebsregister.

4.2 Der klinische Verlauf von BZK, PEK und MM

E.W.Breitbart

4.2.1 Das Basalzellkarzinom

Das Basalzellkarzinom (BZK, BCC) entsteht auf klinisch unauffälliger Haut ohne eine Vorstufe. Es handelt sich um einen langsam wachsenden Tumor, der in seinem initialen Wachstum so diskret ist, dass dieses kaum bemerkt wird. Es imponiert in diesem Stadium durch eine wenige Millimeter große, grau-weiße Verhärtung mit wenigen Teleangiektasien. Es ist in den meisten Fällen hautfarben und wächst langsam örtlich begrenzt. Die größte Gefahr besteht bei diesem Tumor gerade in diesem langsamen unaufhaltsamen Wachstum, das alle örtlichen Gewebestrukturen erfassen und zerstören kann. Eine Metastasierung wird in den seltensten Fällen beschrieben [32].

Das BZK kann am gesamten Integument auftreten, es bevorzugt aber in der Häufigkeit seines Auftretens die der UV-Strahlung ausgesetzten Bereiche wie Kopf, Hals, Nacken, Unterarme und Handrücken. In einer geringeren Frequenz ist das BZK auch am Oberkörper, den Armen und den Beinen zu finden.

Bei fortschreitendem Wachstum entwickelt das BZK eine große klinische Variationsbreite.

Es werden deshalb unterschiedliche Erscheinungstypen gemäß ihrer Wachstums- und Pigmentierungsentwicklung unterschieden:

1. Das noduläre Basalzellkarzinom

Das noduläre BZK ist die häufigste Erscheinungsform. Es entsteht für gewöhnlich an den UV-exponierten Arealen im Kopf-, Hals- und Nackenbereich und imponiert erst als kleine, scharf begrenzte, der Haut breitbasig aufsitzende, kuppelartige derbe Konsistenz, mit einem perlschnurartigen Randsaum der mit Teleangiektasien durchzogen ist. Nach längerer Wachstumsdauer entsteht eine zentrale Mulde, die intermittierend zu Blutungen, zur Krustenbildung und zum Nässen neigt und schließlich in eine permanente langsam zunehmende Ulzeration übergeht.

Bei nicht erfolgter Therapie und fortschreitendem Tumorwachstum entstehen hieraus dann tief infiltrierende, alle Gewebestrukturen zerstörende, Tumore, historisch als Ulcus rodens / Ulcus terebrans bezeichnet.

2. Das pigmentierte Basalzellkarzinom

Das pigmentierte BZK wird als Variante des nodulären BZK aufgefasst. Die gesteigerte Melanineinlagerung kann dazu führen, dass man die klassischen Kriterien des BZK, wie glasige Oberfläche mit Teleangiektasien, sowie den perlschnurartigen Randsaum, nicht mehr erkennen kann. Hierdurch können Probleme in der Differentialdiagnose

zwischen Melanom und anderen pigmentierten Veränderungen, wie z. B. Nävi, seborrhoischen Warzen, etc. entstehen.

3. Das superfizielle (oberflächliche) Basalzellkarzinom

Das superfizielle (oberflächliche) BZK wird auch wegen seiner bevorzugten Lokalisation am Rumpf als Rumpfhautbasalzellkarzinom bezeichnet. Da es klinisch den Eindruck erweckt, an einer Stelle multipel aufzutreten, wird es auch häufig als multizentrisches BZK bezeichnet.

Die superfiziellen BZK unterscheiden sich von den anderen Subtypen sowohl in ihrem klinischen als auch in ihrem biologischen Verhalten, deshalb werden sie häufig fehldiagnostiziert und mit entzündlichen Dermatosen verwechselt.

Klinisch sind es scharf, aber unregelmäßig begrenzte, rötliche, rötlich-braune, sehr flache Veränderungen, die einer Ekzembildung auf der Haut ähnlichsehen können. Sie können durchaus eine feine Schuppung, sogar Juckreiz hervorrufen, aber auch Krustenbildung und in den Randbereichen die typischen Perlschnur-artigen Knötchen aufweisen. Sie können sehr groß werden, aber selbst sehr große Tumoren ulzerieren nicht.

4. Das sklerodermiforme Basalzellkarzinom

Das sklerodermiforme BZK wird aufgrund seines klinisch diskreten Befundes oft übersehen. Dieser Tumor ist häufig nur als eine narbenähnliche Veränderung erkennbar, die leicht mit Teleangiektasien durchzogen ist und sich bei Palpation derb anfühlt. Bei weiterem Wachstum ähnelt es gelegentlich einer leicht aufgeworfenen Narbe. Die besondere Problematik des sklerodermiformen BZK ist darin zu sehen, dass die oft sehr zarten, aber extrem reich verzweigten Tumorzellverbände weit über die Grenze des klinisch erkennbaren, häufig etwas erhaben narbig gelblich imponierenden zentraler Plaques hinausgehen. Dieses Wachstumsmuster ist insbesondere bei der späteren Therapie von besonderer Bedeutung, da sklerodermiforme BZK sehr schnell zur Infiltration auch tiefer gelegener anatomischer Strukturen neigen.

Histopathologische Einteilung der Basalzellkarzinome

(gemäß WHO 2025 histological classification of keratinocytic tumours [33])

- Superfizielles BZK,
- Noduläres BZK, (solides, adenoides und zystisches),
- Mikronoduläres BZK,
- Infiltratives BZK, (nicht-sklerosierend, sklerosierend),
- Fibroepitheliales BZK,
- BZK mit adnexaler Differenzierung, (follikulär, apokrin, ekkrin),
- Basosquamöses Karzinom,
- Keratotisches BZK.

Gehäuft finden sich Mischformen dieser Typen [34]. Auch Kollisionstumoren mit dem PEK sind möglich.

4.2.2 Das Plattenepithelkarzinom

Das Plattenepithelkarzinom (PEK) entsteht zu über 90 % auf chronisch UV-exponierter Haut wie Gesicht, Ohren, Unterlippe und Handrücken. Es hat eine Vorstufe, die aktinische Keratose (siehe Kapitel 0). Die AK erscheint als eine, in den meisten Fällen, scharf begrenzte, schwache Rötung, mit einer sehr feinen fest anhaftenden Schuppung (Sandpapierphänomen). Im Verlauf bilden sich bräunlich gelbe Verhornungen, die problemlos abgekratzt werden können. Diese Hyperkeratosen bilden sich solange, bis sie fest anhaften, beim Versuch des Abkratzens einen feinen hellen Schmerz induzieren und dann in eine klinisch deutlich sichtbare, fest anhaftende, bräunlich gelbe Verhornung übergehen, dem Cornu Cutaneum. An der Basis dieser Verhornung bildet sich häufig das PEK in Form eines Knotens, der im weiteren Verlauf schnell an Größe zunimmt, im Zentrum aufbrechen kann und dann unterschiedlich große nässende Tumoren entwickeln kann.

Dieses invasive Wachstum führt nach längerem Bestand zur Metastasierung zunächst in regionale Lymphknoten, später auch in andere Organe.

Plattenepithelkarzinome entstehen vornehmlich auf der chronisch UV-geschädigten Haut, können aber auch auf röntgengeschädigter Haut entstehen. Die chemischen Karzinogene Arsen und Teer führen ebenso wie die humanen Papillomviren (HPV) 16 und 18 zum Plattenepithelkarzinom.

Histopathologische Einteilung des Plattenepithelkarzinoms

(gemäß WHO 2025 histological classification of keratinocytic skin tumours [33])

- Akantholytisches Plattenepithelkarzinom,
- Spindelzelliges Plattenepithelkarzinom,
- Verruköses Plattenepithelkarzinom,
- Pseudovaskuläres Plattenepithelkarzinom,
- Adenosquamöses Plattenepithelkarzinom,
- M. Bowen.

TNM-Klassifikation von Karzinomen der Haut (PEK und BZK) nach UICC (2017) (ohne Augenlid, Kopf-Hals-Bereich, Penis, Vulva und Perianalbereich) [35]

Die Klassifikation gilt nur für Karzinome, ausgeschlossen Merkelzellkarzinome. Histologische Diagnosesicherung und Unterteilung der Fälle nach histologischem Typ sind erforderlich.

Verfahren zur Bestimmung der T-, N-, M-Kategorien sind:

- T-Kategorien: Klinische Untersuchung
- N-Kategorien: Klinische Untersuchung und bildgebende Verfahren
- M-Kategorien: Klinische Untersuchung und bildgebende Verfahren

Tabelle 9: T- Kategorie von Hautkrebs

T-Kategorie von Hautkrebs (Primärtumor)	
Tx	Primärtumor kann nicht beurteilt werden
T0	Kein Anhalt für Primärtumor
Tis	Carcinoma in situ
T1	Tumor 2cm oder weniger in größter Ausdehnung
T2	Tumor > 2cm, aber ≤ 4cm, in größter Ausdehnung
T3	Tumor > 4cm in größter Ausdehnung oder oberflächliche Knocheninvasion oder perineurale Invasion oder tiefe Invasion*
T4a	Tumor mit makroskopischer Knocheninvasion/ Knochenmarksinvasion
T4b	Tumor mit Invasion des Achsenskeletts eingeschlossen Foramina und/oder Beteiligung des vertebralen Foramens bis zum Epiduralraum

* Eine „tiefe Invasion“ ist definiert als Invasion jenseits des subkutanen Fettgewebes oder >6mm (gemessen vom Stratum granulosum der benachbarten Epidermis bis zur Basis des Tumors). Eine perineurale Invasion als Kriterium für T3 ist definiert als klinische oder radiologische Beteiligung benannter Nerven ohne Beteiligung der Foramina oder der Schädelbasis.

Im Falle multipler simultaner Tumoren wird der Tumor mit der höchsten T-Kategorie klassifiziert und die Anzahl abgrenzbarer Tumoren in Klammern angegeben, z. B. T2 (5).

Tabelle 10: N- Kategorie von Hautkrebs

N-Kategorie von Hautkrebs (Regionäre Lymphknoten)	
Nx	Regionäre Lymphknoten können nicht beurteilt werden
N0	Keine regionären Lymphknoten-Metastasen
N1	Metastase(n) in einem regionären Lymphknoten, 3cm oder weniger in größter Ausdehnung
N2	Metastase(n) in einem Lymphknoten, > 3cm, aber nicht > 6cm in größter Ausdehnung oder in multiplen Lymphknoten, keiner > 6cm in größter Ausdehnung
N3	Metastase(n) in einem Lymphknoten, > 6cm in größter Ausdehnung

Anmerkung: Die regionären Lymphknoten entsprechen der jeweiligen Lokalisation des Primärtumors.

Tabelle 11: M- Kategorie von Hautkrebs

M-Kategorie von Hautkrebs (Fernmetastasen)	
M0	Keine Fernmetastasen vorhanden
M1	Fernmetastasen vorhanden
Anmerkung: Bilaterale oder kontralaterale Lymphknotenmetastasen in Nicht-Melanom-Karzinomen und nicht in der Kopf-Hals-Haut lokalisiert werden als Fernmetastasen klassifiziert.	

Tabelle 12: Klinische Stadien von Hautkrebs

Klinische Stadien	T-Kategorie	N-Kategorie	M-Kategorie
Stadium 0	Tis	N0	M0
Stadium I	T1	N0	M0
Stadium II	T2	N0	M0
Stadium III	T3 T1, T2, T3	N0 N1	M0 M0
Stadium IV	T1, T2, T3 T4 Jedes T	N2, N3 Jedes N Jedes N	M0 M0 M1

4.2.3 Das Melanom

Melanome (MM) erscheinen häufig als bräunlich bis rötlich-bläuliche, schwärzliche, grau-weißliche, häufig asymmetrische Hautveränderungen. Sie können aber auch völlig pigmentfrei sein. Das MM tritt in den unterschiedlichsten klinischen Erscheinungsformen auf und kann in allen Bereichen der menschlichen Haut, der behaarten Kopfhaut, den Schleimhäuten des Auges, Mund, Genitale, auch unter den Fußnägeln und den Fingernägeln vorkommen. Darüber hinaus in allen Organen ektodermalen Ursprungs wie z. B. den Hirnhäuten, der Galle etc.

Die unterschiedlichen Formen, die häufige Asymmetrie, die aber nicht zwingend vorliegen muss, die Verfärbungen und sekundären Veränderungen wie Nässen, Krustenbildung, unterstreichen die außerordentliche Vielfalt dieses Tumors im klinischen Bild. Das Melanom hat keine definierte Vorstufe. Die klinische Diagnosestellung erfordert auch deshalb langjährige Erfahrung, da eine außerordentliche hohe Anzahl an möglichen Differentialdiagnosen vorliegt.

Gemäß ihres Wachstumsmusters werden klinisch vier Haupttypen unterschieden.

- Das Lentigo maligna Melanom (LMM), das als Voraussetzung eine chronisch UV-geschädigte Haut benötigt und aus diesem Grunde auch in den UV-geschädigten Arealen vorkommt,
- das superfiziell spreitende Melanom (SSM),
- das knotige/noduläre Melanom (NM) und
- das akrolentiginöse Melanom (ALM).

In Abhängigkeit von seinem vertikalen Tumorwachstum führt das MM sehr schnell zur Metastasierung und ist für die höchste Mortalitätsrate bei Hautkrebs verantwortlich.

Histopathologische Einteilung des Melanoms

(gemäß WHO 2025 histological classification of melanocytic tumours [33])

- Superfiziell spreitendes Melanom,
- Noduläres Melanom,
- Lentigo-maligna-Melanom,
- Akrolentiginöses Melanom,
- Desmoplastisches Melanom,
- Maligner blauer Nävus,
- Melanom auf großem kongenitalen Nävus,
- Nävoides Melanom,
- Spitzoides Melanom,
- Persisitierendes Melanom.

Für das Melanom wurde vom AJCC 2018 eine TNM-Klassifikation und Stadieneinteilung vorgeschlagen (siehe Tabelle 13 bis Tabelle 16), welche jetzt der Klassifikation des Melanoms zugrunde liegt.

Tabelle 13: T-Kategorie des Primärtumors beim Melanom (2018)

T-Stadium	Tumordicke	
T1	≤ 1,00 mm	a: ≤ 0,80 mm + Ø Ulzeration b: > 0,80 mm oder Ulzeration
T2	1,01-2,00	a: ohne Ulzeration b: mit Ulzeration
T3	2,01-4,00	a: ohne Ulzeration b: mit Ulzeration
T4	> 4,00 mm	a: ohne Ulzeration b: mit Ulzeration

Tabelle 14: N-Kategorie der regionären Lymphknoten beim Melanom (2018)

N-Kategorie	Zahl metastatisch befallener Lymphknoten (LK)	Ausmaß der Lymphknotenmetastasierung
N1 oder	1 LK intralymphatisch ohne LK	a: nur mikroskopische Metastase(n) (klinisch okkult) + b: nur makroskopische Metastase(n) (klinisch nachweisbar) c: Satellit/intransit ohne LK
N2 oder	2-3 LK intralymphatisch mit LK	a: nur mikroskopisch nodale Metastase(n) + b: nur makroskopische nodale Metastase(n) c: Satellit(en) oder In-transit-Metastase(n) ohne regionäre Lymphknoten-metastasen
N3 oder oder	> 3 LK LK-Pakete („matted“) Intransit mit > 1 Lymphknoten	

Tabelle 15: M-Kategorie der Fernmetastasen beim Melanom (2018)

M-Kategorie	Art der Fernmetastasierung	LDH
M1a	Metastasen in Haut, Subkutis oder Lymphknoten jenseits der regionären Lymphknoten	Normal
M1b	Lungenmetastase(n)	Normal
M1c	Fernmetastase(n) anderer Lokalisation oder Fernmetastase(n) jeder Lokalisation mit erhöhten Serumwerten der Lactatdehydrogenase (LDH)	Normal Erhöht

Zu der Kategorie M1a werden auch die iliakalen Lymphknoten gezählt.; Quelle: WHO Classifications of Tumours, Pathology & Genetics, Skin Tumors

Tabelle 16: Stadieneinteilung des Melanoms (2018)

Stadium	Primärtumor (pT)	Regionäre Lymphknoten-metastasen (N)	Fernmetastasen (M)
0	In-situ-Tumoren	Keine	Keine
IA	< 0,8 mm, keine Ulzeration	Keine	Keine
IB	T1b: > 0,8 mm bis 1,0 mm oder alle ≤ 1,0 mm + Ulzeration T2a: 1,01–2,0 mm, keine Ulzeration	Keine Keine	Keine Keine
IIA	1,01–2,0 mm mit Ulzeration 2,01–4,0 mm, keine Ulzeration	Keine Keine	Keine Keine
IIB	2,01–4,0 mm mit Ulzeration > 4,0 mm, keine Ulzeration	Keine Keine	Keine Keine
IIC	> 4,0 mm mit Ulzeration	Keine	Keine

4.3 Risikofaktoren von Hautkrebs

Komplettüberarbeitung 2025: A. Leppert, I. Hübner, B. Volkmer

Es gibt verschiedene Faktoren, die Einfluss auf die Entstehung von Hautkrebs haben und somit das Hautkrebsrisiko erhöhen. Die Risikofaktoren unterscheiden sich je nach Hautkrebsentität. Zudem wird zwischen konstitutionellen (auch phänotypischen oder genotypischen) und erworbenen Risikofaktoren unterschieden. Die Ersten sind von Geburt an vorhanden und können nicht durch präventive Maßnahmen verändert werden. Die Zweiten werden auf unterschiedliche Weise im Laufe eines Lebens erworben und bieten damit Potential für Prävention. Mit Blick auf die Ausrichtung der Leitlinie auf die Prävention von Hautkrebs und die Ergebnisse der systematischen Recherche wird der Risikofaktor UV-Strahlung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Expositionsmuster besonders fokussiert.

Aus Studien sind bereits zahlreiche Risikofaktoren nachgewiesen. Die wichtigsten sind, gegliedert nach konstitutionell und erworben, in der folgenden Abbildung sowie dem nachstehenden Abschnitt dargestellt.

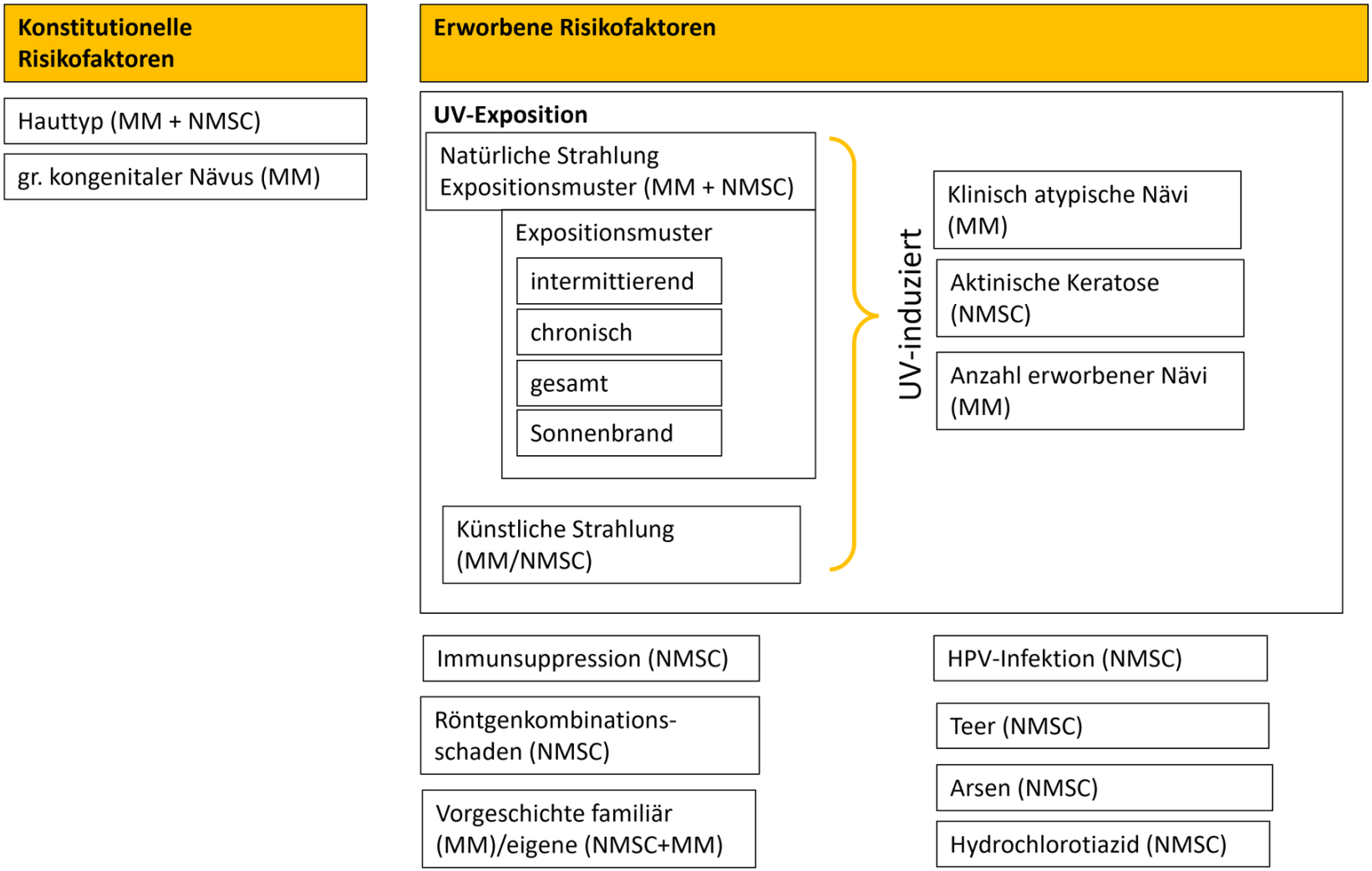


Abbildung 10: Die Risikofaktoren von Hautkrebs (Konsensstärke: 98%)

4.3.1 Konstitutionelle Risikofaktoren von Hautkrebs

4.3.1.1 Hauttyp

Der Hauttyp gilt als konstitutioneller Risikofaktor sowohl für den nicht-melanozytären Hautkrebs als auch für das maligne Melanom.

Nicht-melanozytärer Hautkrebs (NMSC)

Aus einer Vielzahl von epidemiologischen, medizinischen und experimentellen Untersuchungen lässt sich der Hauttyp als der wichtigste konstitutionelle Risikofaktor für NMSC identifizieren. Das Risiko an einem NMSC zu erkranken ist für helle Hauttypen (I, II) höher als für die Hauttypen III und IV. Gallagher und Mitarbeiter ermitteln in zwei großen Studien [36], [37] folgende relative Risiken:

Tabelle 17: Hauttyp als Risikofaktor des nicht-melanozytären Hautkrebses

Risikofaktor	Relatives Risiko (95 % KI)
Hauttyp I vs. IV (BZK)	5,1 (1,4-11,3)
Hauttyp II vs. IV (BZK)	5,3 (1,7-10,6)
Hauttyp I vs. IV (PEK)	1,4 (0,5-3,0)
Hauttyp II vs. IV (PEK)	2,2 (0,7-3,8)
Quellen: [36], [37]	

Melanom (MM)

Auch für das maligne Melanom stellt der Hauttyp einen wichtigen konstitutionellen Risikofaktor dar. Es konnte gezeigt werden, dass Personen mit Hauttyp I, II oder III ein signifikant höheres Risiko für das MM tragen als solche mit bereits sehr dunkler Haut (Hauttyp VI). Folgende relative Risiken wurden von Gandini und Mitarbeitern ermittelt [38], [39]:

Tabelle 18: Hauttyp als Risikofaktor des malignen Melanoms

Risikofaktor	Relatives Risiko (95 % KI)
Hauttyp (I vs. IV)	2,09 (1,67 - 2,85)
Hauttyp (II vs. IV)	1,87 (1,42 – 2,36)
Hauttyp (III vs. IV)	1,77 (1,23 – 2,56)
Quellen: [38], [39], [40]	

4.3.1.2 Kongenitale Nävi

Nach der internationalen Klassifikation [41] werden kongenitale, d. h. schon bei der Geburt vorhandene, melanozytäre Nävi (KMN) mit einem Durchmesser von mehr als 20 cm bis 40 cm als „große kongenitale Nävi“ bezeichnet, Nävi ab 40 cm als „Riesennävi“.

Große kongenitale melanozytäre Nävi weisen ein Risiko der malignen Entartung auf, das besonders bei sehr großen kongenitalen Nävi von Bedeutung ist. Besonders sogenannte „Riesennävi“ (> 40 cm im Durchmesser) besitzen ein erhöhtes Risiko für die Entstehung eines MM [42], [43], [44]. Allerdings sind solche Nävi von ausgesprochener Seltenheit [45].

Das Entartungsrisiko kongenitaler Nävi korreliert mit der Größe. Auf KMN bis zu 20 cm Durchmesser wurde die Entwicklung von Melanomen zwar beschrieben [46], allerdings ist das Entartungsrisiko gegenüber „erworbenen“, nicht-angeborenen Nävi epidemiologisch nicht nachweisbar erhöht. Insbesondere bis zur Pubertät scheint eine Melanomentwicklung auf solchen KMN nur äußerst selten vorzukommen.

Dagegen handelt es sich bei „Riesen-KMN“, die häufig zahlreiche sog. „Satellitennävi“ sowie z. T. eine zentralnervöse Pigmentzellvermehrung aufweisen, um eine pathogenetisch distinkte Entität, die auf NRAS-Mutationen der embryonalen Neuralleiste beruht [47]. Diese KMN gehen mit einem deutlich höheren Risiko für die Entwicklung eines kutanen oder auch zentralnervösen Melanoms einher, und zwar bereits im frühen Kindesalter [42]. Typischerweise handelt es sich bei auf diesen Nävi entstehenden kutanen Melanomen um einen tiefliegenden, dermalen oder subkutanen Knoten, der palpatorisch erfasst werden kann. Diese Melanome sind molekularpathologisch von sogenannten benignen proliferativen Knoten abzugrenzen [48].

4.3.2 Die erworbenen Risikofaktoren von Hautkrebs

Erworbene Risikofaktoren treten im Laufe eines Lebens in Erscheinung und sind nicht von Geburt an vorhanden. Auch diese Faktoren unterscheiden sich entitätsspezifisch. Wie Abbildung 10 entnommen werden kann, werden in dieser Leitlinie folgende erworbene Risikofaktoren betrachtet:

- Natürliche UV-Strahlung in unterschiedlichen Expositionsmustern
- Künstliche UV-Strahlung
- UV-induzierte Risikofaktoren (Nävi, Anzahl Navi, AK)
- Immunsuppression
- Röntgenkombinationsschaden
- Vorgeschichte (familiär oder eigene)
- Weitere Risikofaktoren
- Teer
- Arsen
- HPV-Infektion
- Hydrochlorotiazid

4.3.2.1 UV-Strahlung

Ultraviolette (UV-)Strahlung wird auf Grundlage ihrer Wellenlängenbereiche in UVC-, UVB- und UVA-Strahlung klassifiziert. Die kurzwelligste Komponente, die UVC-Strahlung, wird vollständig durch die oberen Atmosphärenschichten absorbiert und erreicht die Erdoberfläche nicht. Demgegenüber durchdringen UVB-Strahlen teilweise

und UVA-Strahlen nahezu vollständig die Atmosphäre und gelangen bis zur Erdoberfläche. Mit zunehmender Wellenlänge steigt die Penetrationstiefe der UV-Strahlung in die Haut: Während UVA-Strahlung bis in tiefere Schichten der Dermis vordringen kann, ist die Eindringtiefe von UVB-Strahlung auf die oberen Dermisschichten begrenzt. Sowohl UVA- als auch UVB-Strahlung induzieren DNA-Schäden in kutanen Zellen, wobei UVB-Strahlung überwiegend direkt wirkt, während UVA-Strahlung primär über indirekte photochemische Reaktionsmechanismen Schäden verursachen siehe dazu [49] (siehe dazu Kapitel 4.3.2.1.4). Beide Strahlungsanteile sind daher von zentraler Bedeutung für die Pathogenese von Hautkrebs. Bereits bei sehr niedrigen UV-Dosen lassen sich DNA-Schäden nachweisen [50], [51] während ein Sonnenbrand mit mehreren hunderttausend Zellschädigungen einhergehen kann [52]. Es wird angenommen, dass insbesondere UV-induzierte Schäden in epidermalen Stammzellen eine wesentliche Rolle für die Entstehung von Hautkrebs spielen, selbst wenn die ursächliche UV-Exposition zeitlich weit zurückliegt [53].

Der Zusammenhang zwischen UV-Strahlung und der Entstehung von Hautkrebs ist nationaler und internationaler Konsens [49], [54], [55]. Gleichwohl ist die Dosis-Wirkungs-Beziehung bislang nicht abschließend geklärt, da diese von verschiedenen weiteren Faktoren wie konstitutionellen und erworbenen Risikofaktoren sowie verhaltensbedingten Faktoren, wie z. B. den spezifischen UV-Expositionsmustern beeinflusst wird [49].

Um den Zusammenhang zwischen UV-Strahlung und Hautkrebs zu analysieren und die Bedeutsamkeit der UV-Strahlung für die Hautkrebsprävention zu eruieren, wurden im Rahmen der Leitlinie systematische Recherchen zum Einfluss der natürlichen UV-Strahlung (siehe Kapitel 4.3.2.1.1) und der künstlichen UV-Strahlung (siehe Kapitel 4.3.2.1.2) auf das Hautkrebsgeschehen durchgeführt. Beide Recherchen verdeutlichen den Einfluss der UV-Strahlung auf die unterschiedlichen Hautkrebsentitäten und bestätigen den Bedarf an UV-Schutzmaßnahmen.

4.3.2.1.1 Natürliche UV-Strahlung

4.2	Evidenzbasiertes Statement	neu 2026
ST	Auf Basis der in der systematischen Recherche ausgewerteten Evidenz wird UV-Strahlung als Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs bestätigt.	
Evidenzlevel **2, 3** Oxford 2011	2: Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanommortalität 3: Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanominzidenz, NMCS-Inzidenz, NMCS-Mortalität, BCC, Zweitmelanom [56], [57], [58]	
	Starker Konsens	

Zu dem Einfluss der natürlichen UV-Strahlung auf die Entstehung von Hautkrebs wurde, aufgrund der hohen Relevanz dieser Fragestellung für die Hautkrebsprävention, eine systematische Literaturrecherche auf Ebene von systematischen Reviews (SR) durchgeführt. Hierin konnten drei systematische Reviews identifiziert [58], [57], [56] und in die Analyse einbezogen werden. Eine ausführliche Darstellung der Evidenz erfolgt im Leitlinienreport. Gestützt werden die Ergebnisse durch selektiv eingebrachte Publikationen aus der Vorversion der Leitlinie [59].

Zur strukturierten Darstellung werden die Ergebnisse aus der Evidenzanalyse aufgegliedert nach unterschiedlichen Expositionsmustern dargestellt und in die chronische, die intermittierende und die gesamte bzw. kumulative Exposition und den Sonnenbrand klassifiziert.

Chronische UV-Exposition

Basierend auf den Ergebnissen der systematischen Analyse zeigt sich zusammenfassend, dass der Zusammenhang zwischen chronischer UV-Strahlung und Hautkrebs bei der Inzidenz des NMSC (BZK und PEK) besonders hoch ist, während er bei der Inzidenz des Melanoms geringer ausfällt. Die ergänzend in die Betrachtung einbezogene Publikation, das systematische Review von Gandini et al. zeigt, dass chronische UV-Exposition sogar invers mit der Entstehung eines Melanoms assoziiert sein kann [59]. Daher gibt es auf Basis der durch die Leitliniengruppe identifizierten Literatur keine gesicherte Evidenz für den Zusammenhang von chronischer UV-Exposition und der Entstehung eines Melanoms. Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen chronischer UV-Strahlung und der Mortalität zeigen die Ergebnisse der systematischen Recherche sowohl für NMSC als auch für das Melanom einen unzureichenden Beweis.

Weitere Beschreibung der berücksichtigten Evidenz:

Das in der systematischen Analyse eingeschlossene SR der WHO analysiert in Zusammenarbeit mit der ILO (International Labour Organization) 53 Studien (48 Fall-Kontroll-Studien, 3 Fall- und 2 Kohortenstudien) mit insgesamt 457.000 Teilnehmenden aus 26 Ländern (vorrangig Deutschland, Italien und USA) [56]. Insbesondere wurden Land- und Forstwirtschaftsbetriebe sowie Fischerei und Baugewerbe betrachtet. Die Inzidenz und Mortalität von Nicht-melanozytärem Hautkrebs und dem malignen Melanom dienten als Endpunkte der Untersuchung. Dabei wird die chronische Sonnenexposition als andauernde UV-Exposition, wie sie im arbeits- und berufsbedingten Kontext stattfindet, definiert.

Zur **Inzidenz des NMSC** zeigten die Ergebnisse der Meta-Analyse ein erhöhtes relatives Risiko ((RR: 1,60; 95% KI:1.21; 2.11) I^2 = 91%, 20 Studien, > 88 448 Teilnehmer) für Personen mit hoher und andauernder UV-Exposition im Vergleich zu Berufsgruppen ohne oder mit geringer UV-Exposition. Für das Basalzellkarzinom ergab die Subgruppenanalyse ein relatives Risiko von 1,50 ((95% KI:1,10; 2,04) I^2 = 81%, 15 Studien) und für das Plattenepithelkarzinom ein RR von 2,43 ((KI:1,64;3,62), I^2 = 47%, 6 Studien). In der gepoolten Analyse von zwei Kohortenstudien ergab sich für das NMSC insgesamt ein relatives Risiko von 1,16 (95% KI:0,88;1,52) I^2 = 6%, 196 481 Patienten). Die Autoren der systematischen Übersichtsarbeit bewerten die Stärke der Evidenz für diesen Endpunkt als „hinreichend“.

Mit Blick auf die **Mortalität des NMSC** wurde eine Fall-Kontroll-Studie (n = 80 987) eingeschlossen, die zwei Analysen durchführte. Unter Einbezug ehemaliger Mitarbeiter in der Landwirtschaft ergab sich eine Odds ratio (OR) von 1,15 (95% KI:1,00;1,32). Wurden andere ehemals im Freien tätige Arbeiter analysiert, errechnete sich eine OR von 1,30 (95% KI 1,14;1,47) mit einem höheren Risiko bei arbeitsbedingter Exposition. Der Einfluss von UV-Strahlung auf die Mortalität des NMSC scheint unsicher und konnte nicht abschließend nachgewiesen werden. Daher wurde die Stärke der Evidenz durch die Autoren des SR als „unzureichend“bewertet.

Für die **Inzidenz des malignen Melanoms** wurden eine Haupt- und zwei Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Die Hauptanalyse von 14 Fall-Kontroll-Studien schloss auch

Studien ein, die das Lentigo-malignen Melanoms (LMM) in die Endpunktdefinition integrierten. Es errechnete sich ein relatives Risiko von 1,45 ((95% KI:1,08;1,94) I^2 = 81%, 14 Studien, > 26 907 Teilnehmer) für Personen mit hoher arbeitsbedingter UV-Exposition im Vergleich zu Personen mit niedriger arbeitsbezogener UV-Exposition. In der Sensitivitätsanalyse ergab sich unter Ausschluss des LMM ein relatives Risiko von 0,69 ((95% KI:0,55;0.86) I^2 = 4%, 5 Studien) für die Inzidenz von Melanomen bei den im Arbeitskontext Exponierten im Vergleich zu den nicht- bzw. wenig Exponierten. Hier zeigt sich, dass besonders das LMM mit UV-Exposition assoziiert ist und diese auf UV-geschädigter Haut entstehen. Für alle Studien zusammen ergab die Analyse ein statistisch nicht signifikantes Ergebnis (RR 1,16 (95% KI: 0,91;1,49) 19 Studien, > 28314 Teilnehmer, I^2 = 81%). Zudem zeigten die Ergebnisse einer populationsbasierten Kohortenstudie ein relatives Risiko von 1,1 (95% KI: 0,8;1,6). Die Stärke der Evidenz wurde von den Autoren des SR als „eingeschränkt“ bewertet.

Zur **Mortalität des MM** wurden im Rahmen der systematischen Übersichtsarbeit der WHO zwei Fall-Kontroll-Studien berichtet. Im Ergebnis bewerten die Autoren die Stärke der Evidenz als „unzureichend“ (OR:1,3 (95% KI: 0,6; 2,5) und OR:0,99 (95% KI:0,87;1,12)).

Die Ergebnisse der durch die systematische Recherche inkludierte Arbeit der WHO/ILO lassen sich durch weitere, nicht in der systematischen Betrachtung integrierte Analysen ergänzend einordnen. Daher wird zusätzlich eine selektiv eingebrachte Übersichtsarbeit herangezogen. Die vielfach zitierte Publikation von Gandini et al. stammt aus dem Jahr 2005. Eingeschlossen wurden 5 Kohortenstudien, 51 Fallkontrollstudien und 2 eingebettete („nested“) Fall-Kontroll-Studien mit insgesamt 38.671 Fällen. Sie würde den heutigen Ansprüchen eines SR nicht genügen, da das Recherchevorgehen nicht ausreichend transparent berichtet und die eingeschlossenen Primärstudien nicht methodisch bewertet wurden. Dennoch gilt sie für die Leitliniengruppe als wichtige und langjährig zitierte Referenz zu den Risikofaktoren, speziell zum Malignen Melanom und wird daher an dieser Stelle unterstützend herangezogen. Sie kommt unter Einbezug von 41 Studien (darunter auch eine der zwei von der WHO/ILO berücksichtigten Fall-Kontroll-Studien) zu dem Ergebnis, dass chronische UV-Exposition invers mit dem MM assoziiert ist [59]. Das relative Risiko wird mit 0,95 (95% KI:0,87;1,04) angegeben. Der Einbezug von Kontrollgruppen mit anderen dermatologischen Erkrankungen und der Breitengrad des Landes waren von entscheidender Bedeutung für das Ergebnis (P = 0.05 und P = 0.031). Unter Ausschluss von Studien mit Kontrollgruppen mit dermatologischen Erkrankungen zeigte sich ein signifikant niedrigeres relatives Risiko von 0,87 (95% KI:0,74;1,02) als mit den entsprechenden Vergleichsgruppen (RR =1,29 (95% KI:1,06;1,57)). Mit Blick auf die geographische Lage, bzw. auf den Breitengrad eines Landes, zeigt sich ein größerer Zusammenhang zwischen chronischer Sonnenexposition und MM (P = 0.031) in höheren Breitengraden. Unter Einbezug von 32 von 42 Studien ergab sich ein relatives Risiko von 0,98 (95% KI:0,85; 1,12), was ähnlich zu dem der gesamten Gruppe ist.

Intermittierende UV-Exposition

Im Zuge der Recherche konnte die Leitliniengruppe keine Übersichtsarbeiten zur intermittierenden UV-Exposition als Risikofaktor für die Entstehung von Nicht-melanozytärem Hautkrebs identifizieren. Aber in der systematischen Recherche wurde ein SR identifiziert, welches die Risikofaktoren für die Entstehung eines Zweitmelanoms untersuchte [57]. Als Endpunkte für die UV-Exposition wurden „häufige Urlaube in der Sonne“ und „Aktivitäten am Wasser“ untersucht. Im Ergebnis der Analyse zeigt sich, dass der Zusammenhang von intermittierender UV-Exposition und der Entstehung

eines Zweitmelanoms statistisch nicht signifikant ist. Weitere selektiv eingebrachte Studien zeigen aber, dass die intermittierende UV-Exposition in Abhängigkeit vom Land der Messung und dem Phäno- und Fototyp der Haut mit der Entstehung eines Melanoms zusammenhängt. Der Zusammenhang von intermittierender UV-Exposition und der Entstehung eines Melanoms ist nicht abschließend geklärt.

Weitere Beschreibung der berücksichtigten Evidenz:

In dem systematischen Review von Smith et al. [57] wurden jeweils zwei Fall-Kontroll-studien zur Beantwortung der Fragestellung gepoolt (n=6.437). Für eine hohe UV-Exposition im Alter von 10 Jahren ergab sich eine OR von 1,59 ((95% KI: 0,90; 2,82); I^2 = 0%), für „häufige Urlaube in der Sonne“ (vs. wenige oder keine) eine OR von 1,58 (()5% KI: 0,58; 4,32); I^2 = 0%) und für Aktivitäten am Wasser (vs. keine) eine OR von 1,40 ((95% KI: 0,45;4,35); I^2 = 0%). Damit scheint die hier untersuchte UV-Exposition nicht statistisch signifikant mit der Entstehung eines Zweitmelanoms assoziiert gewesen zu sein. Das Vertrauen in die ersten beiden Effektschätzer wird von den Autoren des SR als gering eingeschätzt.

Weitere Hinweise liefert die selektiv eingebrachte Publikation von Gandini et al. [59] mit ihren bereits oben angeführten Limitationen. Auch hier wird die intermittierende UV-Exposition als unregelmäßig stattfindende Exposition im Zuge von Freizeitaktivitäten wie Wassersport, Sonnenbaden oder Urlaube in sonnigen Gebieten definiert. Es zeigt sich mit Blick auf die intermittierende UV-Exposition als Risikofaktor für die Entstehung eines MM, dass das Land, in welchem die jeweilige Primärstudie durchgeführt worden ist, und der Phänotyp und Fototyp der Haut signifikant mit der intermittierenden UV-Exposition assoziiert waren (P = 0,024; 0,003 und 0,030). Die einbezogenen Studien wurden in Europa (32), Nord-Amerika (19), Australien (2), Neuseeland (1), Argentinien (1), Brasilien (1) und Israel (1) durchgeführt. In der Analyse der Studien aus Australien, den USA, Kanada und Großbritannien war das relative Risiko mit RR 1,14 (95% KI:0,90; 1,44; P = 0,024) signifikant niedriger als das der anderen Länder (RR 2,08 (95% KI: 1,55; 2,78); P < 0,001). Die gepoolten relativen Risiken, adjustiert an den Phänotyp (RR 2,35(95% KI:1,78;3,09) und den Fototyp (RR 2,32 (95% KI:1,55;3,49) ergaben ein signifikant höheres Risiko für die intermittierende UV-Exposition (P = 0,003 und 0,03). Hier waren die nicht-adjustierten relativen Risiken wesentlich niedriger (RR 1,18 (95% KI: 0,94; 1,51) für den Phänotyp und RR 1,30 (95% KI:1,06; 1,61) für den Fototyp).

Die selektiv eingebrachte Studie von Armstrong und Kricker aus dem Jahr 2001 aus der Vorversion der Leitlinie zeigt, dass die Entstehung des MM und des BZK mit UV-Strahlung assoziiert ist [60].

Gesamte und kumulative UV-Exposition

Unter der gesamten Exposition versteht die Leitliniengruppe die chronische und die intermittierende UV-Exposition, während die kumulative UV-Exposition auf die Betrachtung der über die Lebenszeit „gesammelten“ UV-Strahlung abzielt. Zu beiden Expositionskategorien konnte die Leitliniengruppe in der systematischen Recherche keine neuen Studien identifizieren. Die Ergebnisse der in den Vorversionen der Leitlinie zitierten Referenzen weisen aber darauf hin, dass es einen Zusammenhang zwischen der gesamten UV-Strahlung und dem malignen Melanom gibt. Hinsichtlich der kumulativen Dosis bei NMSC wird deutlich, dass der Zusammenhang beim PEK am höchsten ist.

Weitere Beschreibung der berücksichtigten Evidenz:

Zur Betrachtung der gesamten UV-Exposition kann nur die selektiv eingebrachte Übersichtsarbeit von Gandini et al. [59] herangezogen werden, welches ausschließlich das maligne Melanom betrachtet. Sie zeigen in ihrem systematischen Review ein gepooltes relatives Risiko von RR 1,34 (95% KI: 1,02; 1,77) und damit einen leicht signifikanten Zusammenhang zwischen der Gesamt-UV-Strahlung und dem MM. Die Ergebnisse der Meta-Analyse zeigen, dass das Jahr der Veröffentlichung der Primärstudien entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis hat [59]. Publikationen von vor 1990 zeigten ein geringeres Risiko (RR 0,92, 95% KI:0,59; 1,42) als jene, die danach veröffentlicht worden sind (RR 1,75; 95% KI: 1,31; 2,35). Weiterhin zeigte sich der Einfluss der Kontrollgruppe auf das Ergebnis. Ohne Krankenhauspatienten als Kontrollgruppe ergab sich im Ergebnis ein leicht signifikantes relatives Risiko von RR 1,70 (95% KI: 1,07; 2,71). Der Effekt verschwand unter Einbezug von Krankenhauspatienten als Kontrollgruppe (RR 1,07; 95% KI: 0,75; 1,53).

Mit Blick auf den NMSC zeigen die in der Vorversion der Leitlinie zitierten Studienergebnisse, dass das BZK nicht von der kumulativen UV-Dosis abhängt (RR = 0,98, 95 % KI: 0,68-1,41), während das PEK stärker von der kumulativen Dosis abhängt (RR = 1,53, 95 % KI: 1,02-2,23). Das MM nimmt in Bezug auf die kumulative Dosis eine Zwischenposition ein (RR = 1,2 95 % KI: 1,00-1,44) [60].

Während die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung eines PEK mit steigender, lebenslang erworbener UV-Dosis (kumulativer Dosis) und beruflicher Belastung korreliert [60], [61], [62], ist die UV-Dosis-Wirkungs-Beziehung für das BZK noch nicht vollständig geklärt. Neben der intermittierenden Exposition [60], [61] zeigen Studien, dass auch die, insbesondere beruflich bedingte, kumulative UV-Exposition eine bedeutende Rolle spielt [63], [64].

Sonnenbrand

Mit Blick auf den Sonnenbrand zeigen die Ergebnisse der systematischen Analyse durch die Leitliniengruppe einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Sonnenbrand und Basalzellkarzinom. Es können keine Aussagen zum Plattenepithelkarzinom sowie zum Melanom getroffen werden, da hierzu bei der systematischen Analyse keine Studien identifiziert werden konnten. Selektiv eingebrachte Publikationen [59] geben Hinweise, dass der Sonnenbrand ein entscheidender Risikofaktor für die Entstehung eines malignen Melanoms ist.

Weitere Beschreibung der berücksichtigten Evidenz:

Ein Sonnenbrand bezeichnet eine akute UV-induzierte Hautentzündung mit sichtbarem Rötungseffekt innerhalb weniger Stunden bis Tage nach Exposition. Das systematische Review von Lashway et al. [58] dient als Basis für die Darstellung der aktuellen Evidenz zum Sonnenbrand als Risikofaktor.

In dem systematischen Review [58] wurde der Zusammenhang zwischen verschiedenen Formen des Sonnenbrandes und dem Risiko für Basalzellkarzinome in der Allgemeinbevölkerung untersucht. Die 38 eingeschlossenen Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien wurden von den Autoren des SR nicht hinsichtlich des Verzerrungspotentials bewertet. Dies wurde von der Leitliniengruppe für die vorab priorisierten Risikofaktoren nachgeholt. Darüber hinaus wurden die Metaanalysen teilweise neu berechnet (siehe Leitlinienreport).
Für den Risikofaktor „nicht spezifischer Sonnenbrand in der Kindheit“ ergab sich kein

signifikanter Zusammenhang zum Basalzellkarzinom (OR 1,15 (95% KI: 0,91; 1,47) I^2 = 0%, 5 Fall-Kontrollstudien, Model der festen Effekte, Model der zufälligen Effekte). Mit Blick auf den Risikofaktor „schmerzhafter oder blasenbildender Sonnenbrand in der Kindheit" zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zum Basalzellkarzinom (OR 1,69 (95% KI:1,38; 2,06) Modell der festen Effekte und OR 1,70 (95% KI:1,31; 2,20) Model der zufälligen Effekte, I^2 = 34%, 5 Fall-Kontroll-Studien). Das Verzerrungsrisiko für die in die Meta-Analyse eingeschlossenen Primärstudien wird als hoch eingeschätzt.
In einer gepoolten Analyse von 10 Fall-Kontroll-Studien errechnete sich über die Sonnenbrandformen bei Kindern hinweg eine statistisch signifikante Assoziation zum Basalzellkarzinom (OR 1,41 (1,16; 1,71) Modell der zufälligen Effekte, I^2 = 33%). Subgruppenanalysen deuten darauf hin, dass dieses Ergebnis durch den Risikofaktor „schmerzhafter oder blasenbildender Sonnenbrand in der Kindheit" beeinflusst wurde. Auch hierfür ergab sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zum Basalzellkarzinom (OR 1,70 (95% KI 1.31; 2.20), Modell der zufälligen Effekte, I^2 = 34%, 5 Studien), während der als „unspezifisch klassifizierte Sonnenbrand diese nicht aufwies (OR 1,12 (95% KI 0.88; 1.43), Modell der zufälligen Effekte I^2 = 0%, 5 Studien). Das Verzerrungsrisiko für die in die Meta-Analyse eingeschlossenen Primärstudien wird als hoch eingeschätzt.

Zur Beurteilung des Risikofaktors „Lebenszeit Sonnenbrand (niemals/jemals) wurden zwei der drei in der Studie von Lashway et al. [58] eingeschlossenen Kohortenstudien herangezogen (87 166 Frauen der „Nurses Health study" (1982-2010) sowie 32 959 Männer der „Health Professionals Follow-up study" (1992-2010) (Details siehe Leitlinienreport). Nach Adjustierung für verschiedene Risikofaktoren wie Alter, körperliche Aktivität oder kumulative UV-Strahlung seit Baseline ergab sich für beide Populationen ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Risikofaktor Sonnenbrand und dem Basalzellkarzinom (NHS: HR 1,42 (95% KI: 1,34; 1,51); HPFS: HR 1,18 (95% KI: 1,06; 1,32). Das Risiko für eine Verzerrung wird für beide Kohorten als sehr hoch eingeschätzt.

Hinweise zum Einfluss des Sonnenbrands auf die Entstehung von MM können aus der selektiv identifizierten Übersichtsarbeit von Gandini et al. [59] gezogen werden. Hierbei zeigt sich unter Berücksichtigung von 32 Studien (keine Überschneidung mit den inkludierten Studien bei Lashway et al. [58]), dass der Sonnenbrand ein entscheidender Risikofaktor für die Entstehung eines Melanoms ist (RR 2,03 (95% KI: 1,73; 2,37). Auch hier ist der Breitengrad von zentraler Bedeutung. Die gepoolten Schätzungen von Studien in höheren Breitengraden ergaben ein höheres Risiko für die Entstehung eines Melanoms durch Sonnenbrand (RR 2,54 (95% KI: 1,99; 3,24; P = 0,05) als in niedrigeren Breitengraden. Dennoch gibt es auch hier einen signifikanten Zusammenhang zwischen Sonnenbrand und Melanom (RR 1,91 (95% KI: 1,58; 2,31; P = 0,004). Auch unter Ausschluss von Studien mit Lentigo-Melanom und akralem Lentigo-Melanom ergab die Analyse ein ähnliches Ergebnis (RR 2,21 (95% KI: 1,59; 3,08). Insbesondere hinsichtlich Sonnenbrands in der Kindheit zeigte sich ein deutlicher Beleg für den Zusammenhang mit der Entstehung von Melanomen (RR 2,24 (95% KI: 1,73; 2,98). Bei der Analyse von 17 Studien zu Sonnenbrand im Erwachsenenalter fiel der Zusammenhang geringer aus (RR 1,92 (95% KI: 1,55; 2,37). Und 19 eingeschlossene Studien zum Sonnenbrand im gesamten Leben ergaben ein relatives Risiko von RR 2,08 (95% KI: 1,70; 2,55).

Fazit

Die Ergebnisse der systematischen Evidenzanalyse sowie die Betrachtung weiterer Studien zeigen den Zusammenhang zwischen der UV-Strahlung und der Entstehung von Hautkrebs und betonen ihre Bedeutung als Hauptrisikofaktor. Damit kann der Schutz vor UV-Strahlung als wichtigste Maßnahme zur Prävention von Hautkrebs angenommen werden, was im Kapitel 5 genauer fokussiert wird.

Forschungsbedarf

Der Zusammenhang zwischen UV-Strahlung und der Entstehung von Hautkrebs kann anhand von Studien gut belegt werden. Hinsichtlich der beschriebenen Expositionsmuster ist der Zusammenhang aber nicht immer eindeutig. Insbesondere mit Blick auf die chronische und intermittierende UV-Exposition beim malignen Melanom besteht hier weiterer Forschungsbedarf. Insgesamt ist es bedeutsam auch in Laborstudien nicht nur einzelne Strahlenqualitäten separat zu betrachten, sondern das gesamte solare Spektrum, also UVA- und UVB-Strahlung sowie sichtbares Licht und Infrarot, zu berücksichtigen.

Auch die wichtige Frage nach der Dosis-Wirkungs-Beziehung ist nicht abschließend geklärt (siehe hierzu [49]). Diese ist besonders relevant, wenn man berücksichtigt, dass Schädigungen der Hautzellen durch UV-Strahlung bereits vor dem Auftreten eines Sonnenbrandes eintreten. Wichtige Erkenntnisse würden Untersuchungen unter Berücksichtigung der gesamten Haut erbringen, wie die Reaktion der Haut unter UV-Stress oder eine Bestrahlung mit dem Gesamtspektrum der UV-Strahlung. Hier besteht aus Sicht der Leitliniengruppe erheblicher Forschungsbedarf.

4.3.2.1.2 Künstliche UV-Strahlung

Da es für die natürlichen UV-Strahlung als bewiesen gilt, lässt sich davon ausgehen, dass auch die Exposition mit künstlichen UV-Quellen, wie sie in Solarien besteht, das Hautkrebsrisiko erhöht. Dieser Fragestellung wurde im Rahmen der Leitlinienaktualisierung im Jahr 2020 durch eine systematische Recherche nachgegangen. Bei der Recherche konnten drei systematische Reviews und eine Kohortenstudie zum malignen Melanom sowie ein systematisches Review und eine Fall-Kontroll-Studie zum NMSC eingeschlossen werden (siehe Leitlinienreport). Diese zeigen zusammenfassend, dass das Risiko für die Entstehung von Hautkrebs durch die Nutzung von Solarien sowohl beim NMSC als auch beim Melanom erhöht ist. Das Risiko wird von der Anzahl der Solarienbesuche und dem Alter bei Beginn der Solariennutzung beeinflusst. Es steigt, je häufiger ein Solarium genutzt wird und je jünger die Nutzer sind, die ein Solarium aufsuchen. Hinsichtlich des Basalzellkarzinoms wird deutlich, dass Solarienbenutzer im Vergleich zu Nicht-Solariennutzern ein erhöhtes Risiko haben. Bei Personen, die im Alter von unter 20 Jahren das erste Mal ein Solarium benutzen, ist das Risiko noch höher.

Weitere Beschreibung der berücksichtigten Evidenz:

Wehner et al. [65] berichteten in ihrer Meta-Analyse mit 12 Studien (Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien, n = 80.661) ein erhöhtes Risiko des Auftretens von epithelialen Tumoren im Vergleich von „Solariumnutzern“ vs. „niemals Solariumnutzern“ (Odds Ratio [OR] PEK: 1,67 (95 % KI: 1,29-2,17) bzw. OR BZK: 1,29 (95 % KI: 1,08-1,53)). Eine Subgruppenanalyse für „intensive Solariennutzung“ ergab eine OR von 1,5 (95% KI 0,81-2,77) für die Entwicklung von BZK, d. h. das Risiko ein BZK unter „intensivem Solariengebrauch“ entwickelt zu haben, ist nicht signifikant erhöht. Für PEK

lagen für eine Meta-Analyse nicht genug Daten vor. Eine Subgruppenanalyse für „Beginn des Solariengebrauchs im jungen Alter“ ergab ein OR von 1,40 (95 % CI: 1,29 - 1,52) für die Entwicklung von BZK. Dies war aber nicht signifikant bei der Analyse der PEK (OR 2,02 95 % CI: 0,70 - 5,86). Karagas et al. [66]identifizierten über die Datenbank der New Hampshire Skin Cancer Study 657 Fälle von BZK, die zwischen dem 25. und 50. Lebensjahr aufgetreten sind. Es wurden alters- und geschlechtsentsprechende Kontrollen (n = 452) über das New Hampshire Department of Transportation identifiziert. Die Autoren berichteten im Vergleich der Solariennutzer zur Kontrollgruppe ein adjustiertes OR von 1,6 (95% KI: 1,3 2,1). Eine Subgruppengruppenanalyse verdeutlicht, dass die Chance des „ersten Solariennutzens in jungen Jahren (<20)“ unter Erkrankten 2-mal größer (OR 95% KI: 1,4 – 3,0) als die Chance unter Kontrollen war.

Auch mit Blick auf die Entstehung eines Melanoms stellt die Nutzung künstlicher UV-Strahlung in Solarien einen Risikofaktor dar. Das Risiko des Auftretens von Melanomen (MM) ist bei Solariennutzern im Vergleich zu Nicht-Solariennutzern erhöht und steigt mit der Häufigkeit der Solarienbesuche. Je jünger der Solariennutzer beim ersten Besuch gewesen ist, desto höher das Risiko.

Alle Publikationen berichten Daten bzw. gepoolte Daten aus Kohorten- oder Fall Kontrollstudien, d.h. die hier berichteten Ratenverhältnisse sind Assoziationsmaße. Hinweise für einen möglichen kausalen Zusammenhang sind u.a.: korrekter zeitlicher Zusammenhang, dose-response Zusammenhang, Konsistenz und Spezifizität der Assoziation. Insgesamt konnten drei systematische Reviews und eine Kohortenstudie, die in den systematischen Reviews noch nicht erfasst war, eingeschlossen werden. Die drei systematischen Reviews schlossen größtenteils die gleichen Studien ein. Es wurden fast ausschließlich Fall-Kontroll-Studien mit insgesamt über 11.000 Melanomfällen eingeschlossen. Bezüglich des Auftretens des Melanoms bei „Solariumnutzern“ im Vergleich zu „niemals Solariumnutzern“ berichtete der aktuellste Review von Burgard et al. [67] ein adjustiertes OR von 1,21 (95 % KI: 1,08 – 1,36; 31 Studien), was ein erhöhtes Risiko des Auftretens von MM im Vergleich darstellt. Colantonio et al [68] berichteten ein adjustiertes OR von 1,16 (KI 1,05-1,28, 31 Studien) und Boniol [69] ein relatives Risiko von 1,20 (KI 1,08-1,34; 27 Studien; 25 bzw. 24 Studien bereits in Burgard bzw. Boniol eingeschlossen). Die Schwäche der Studie von Boniol liegt darin, dass die Studienqualität der eingeschlossenen Studien nicht bewertet wurde und es sich bei den eingeschlossenen Studien nur um Beobachtungsstudien (Fall-Kontroll-Studien und Kohortenstudien) handelt [69]. Eine Subgruppenanalyse von Studien, die mit geringem Biasrisiko (Biasrisiko nach der Newcastle Ottawa Skala (NOS): 67,7% der 31 eingeschlossenen Studien erzielten weniger als vier Sterne) bewertet worden sind, wurde von Burgard et al. durchgeführt, welche keine Assoziation fand (OR 1,15 95 % KI: 0,94 – 1,41) [67]. Die Subgruppenanalyse erhielt eine Bewertung nach SIGN von 2++. Die Schwächen lagen in dem Mangel an interventionellen Studien sowie schwerwiegenden Einschränkungen in Form von unbeobachteten und nicht registrierten Störfaktoren. In der Folge sind weitere Studien mit höherer Qualität und Adjustierung für wichtige Störfaktoren erforderlich. Colantionio et al. [68] klassifizierten sechs der hier eingeschlossenen Studien mit unklarem Biasrisiko und drei mit hohem Biasrisiko. Boniol et al. [69] hatten keine Qualitäts-/Biasbewertung durchgeführt.

Es wurden zudem Analysen in allen drei systematischen Reviews zum Einfluss der Häufigkeit der Nutzung von Solarien sowie zum Alter beim ersten Solarienbesuch durchgeführt. Boniol et al. [69] schlossen wie bereits erwähnt insgesamt 27 Studien in das systematische Review mit ein, Colantonio et al. [68] 31 Studien und Burgard et al. [67] ebenfalls 31 Studien. Die Ergebnisse sind kongruent – eine statistisch

signifikante Assoziation wurde bzgl. des Auftretens von MM und einer erhöhten Häufigkeit von Solarienbesuchen beschrieben. Eine nicht statistisch signifikante Assoziation fand sich bei seltenen Besuchen (z. B. < 10). Eine statistisch signifikante Assoziation bzgl. des Auftretens von MM und dem Anteil derer, die in jungen Jahren (25 bzw. 35 Jahre cut-off) das erste Mal im Solarium waren, wurde berichtet. Dies war nicht der Fall in der älteren Subgruppe. In einer weiteren prospektiven Kohortenstudie untersuchten Ghiasvand et al. [70] die Melanominzidenz bei Solariumnutzern und berichteten ein relatives Risiko von 1,24 (adj 95 % KI: 1,05-1,46) gegenüber der Vergleichsgruppe. Dieses sowie das Ergebnis für die Gruppe junger Solariennutzer entsprechen den Ergebnissen der Reviews . Infolge des Studiendesigns und dem unklaren Verzerrungspotential ist die Aussagekraft der Ergebnisse eingeschränkt (Zusammenfassung der Studienergebnisse gesamt und nach Subgruppe je Review siehe Leitlinienreport Version 2.0).

Ergänzend werden von der WHO die Zusammenhänge wie folgt zusammengefasst: Solariengebrauch ist mit einem erhöhtem Hautkrebs-Risiko assoziiert. Dieses Risiko steigt durch die Anzahl der Solarienbesuche und erstmaliger Benutzung eines Solariums im jungen Alter. Bei einer erstmaligen Benutzung von Solarien vor dem 35. Lebensjahr erhöht sich das Melanom Risiko um 60% (basierend auf 13 Studien, RR = 1,87 (95 % KI: 1,41-2,48) [69]. Jeder zusätzliche Besuch eines Solariums im Jahr erhöht das Hautkrebsrisiko um 1,8% (basierend auf vier Studien, RR = 1,018 (95 % KI: 0,998-1,038) [69]. Bei einer erstmaligen Solariennutzung vor dem 25. Lebensjahr steigt das Risiko für ein PEK um 102% (RR = 2,02 (95 % KI: 0,70-5,86)) und das Risiko für ein BZK um 40% (RR = 1,40 (95 % KI: 1,29-1,52) [65].

Forschungsbedarf

Das erhöhte Risiko nach Solariennutzung an einem Melanom sowie epithelialem Hautkrebs zu erkranken muss in Studien weiter untersucht werden, um neben der Assoziation das Wissen über eine Kausalität weiter zu vertiefen. Insbesondere sind hierzu neben epidemiologischen Auswertungen in-vivo und in-vitro Untersuchungen zu den UV-abhängigen Entstehungsmechanismen wichtig, die zur Aufklärung des erhöhten Riskos bei früher und häufiger Nutzung von Solarien beitragen.

4.3	Evidenzbasiertes Statement	geprüft 2026
ST	Solarienbenutzer haben im Vergleich zu Nicht-Solariennutzern ein erhöhtes Risiko für Basalzellkarzinome. Bei Personen, die im Alter von unter 20 Jahren das erste Mal ein Solarium benutzen, ist das Risiko noch höher.	
Evidenzlevel **1-, 2-** SIGN	[69], [67], [68]	
	Starker Konsens	

4.4	Evidenzbasiertes Statement	geprüft 2026
ST	Das Risiko des Auftretens von Melanomen (MM) ist bei Solariennutzern im Vergleich zu Nicht-Solariennutzern erhöht und steigt mit der Häufigkeit der Solarienbesuche. Je jünger der Solariennutzer beim ersten Besuch gewesen ist, desto höher das Risiko.	
Evidenzlevel **1+, 1-** SIGN	[69], [67], [68], [70]	
	Starker Konsens	

4.3.2.1.3 UV-induzierte Risikofaktoren

In Folge der Exposition mit natürlicher und künstlicher UV-Strahlung können weitere Risikofaktoren entstehen, die zur Entwicklung einer Hautkrebserkrankung beitragen. Klinisch atypische Nävi, die Anzahl erworbener Nävi und die Aktinische Keratose beeinflussen das Hautkrebsgeschehen maßgeblich. Daher werden diese im Folgenden näher dargestellt.

Klinisch atypische Pigmentmale (Nävi)

Klinisch atypische (dysplastische) Pigmentmale (Nävuszellnävi) können am ganzen Körper auftreten. Sie sind definiert durch ihre unscharfe und unregelmäßige Begrenzung und die oft variablen Farbkomponenten. Der Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein atypischer Nävi als Risikomarker für die Ausbildung eines MM ist vielfach belegt.

Im deutschsprachigen Raum wurden im Jahr 1994 in einer multizentrischen Studie atypische melanozytäre Nävi neben der Anzahl gewöhnlicher melanozytärer Nävi als zweitwichtigster Risikoindikator für die Melanomentwicklung beschrieben. Danach geht das Vorhandensein weniger (1-4) atypischer Nävi mit einer Risikoerhöhung um das 1,6-fache (im Vergleich zu Personen ohne atypische Nävi) einher. Bei Feststellung von 5 und mehr atypischen melanozytären Nävi zeigt sich eine deutliche Risikoerhöhung für die Melanomentstehung um das 6-fache. Dieser Befund wurde dahingehend interpretiert, dass für die Identifikation von Risikopersonen mindestens 5 dieser Pigmentmale vorhanden sein müssen [71], [72]. Grob et al. [73] fanden allerdings, dass schon das Vorhandensein eines atypischen Pigmentmals das relative Risiko für die Melanomentwicklung 3-fach erhöht. Ein relatives Risiko von 3,8 wurde für 1-5 atypische Nävi, ein Wert von 6,3 beim Vorliegen von 6 oder mehr atypischer Nävi kalkuliert [74].

Etwa 40 % der Patienten mit sporadisch auftretendem MM (speziell vom superfiziell spreitenden Typ) weisen atypische Nävi auf, im Gegensatz zu 10-15 % Prävalenz in der sonstigen Bevölkerung [75].
Auch neuere Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen der Anzahl atypischer Nävi und der Entstehung eines malignen Melanoms [38]. Die Autoren geben ein RR von 6,36 (95% KI; 3,80-10,33) bei 5 atypischen Nävi im Vergleich zu keinen atypischen Nävi an.

Anzahl erworbener Nävi

Eine Vielzahl von Studien belegt, dass die Zahl gutartiger erworbener Nävi (Nävuszellnevi, NZN) als der quantitativ bedeutsame Risikofaktor für die Melanomentstehung anzusehen ist [76], [77], [78], [71], [72], [79], [80], [81], [82], [83], [84].

Risikoschätzer, die in diesen Studien angegeben werden, liegen im Bereich von 1,3-30. Zwillingsstudien zeigen, dass die Nävusanzahl genetisch kontrolliert wird [85], [86] und dass sie von konstitutiven Faktoren, wie Hauttyp, Haarfarbe und Neigung zur Sommersprossenbildung, abhängt [87], [88]. Ein deutlicher Zusammenhang konnte zwischen schweren Sonnenbränden (intermittierende UV-Exposition) in der Kindheit und der Anzahl erworbener gutartiger Nävi nachgewiesen werden [89], [90], [71], [72], [91], [92], [93]. Weitere Studien zeigen, dass die Anlage zur UV-bedingten Bildung melanozytärer Nävi gerade in früher Kindheit (0-6 Jahre) von Bedeutung ist [89] und bei bestimmter genetischer Prädisposition schon durch sub-erythemale UV-Exposition bewirkt werden kann [94].

Dabei ist die Anzahl erworbener UV-induzierter Nävi eng mit dem Melanom-Risiko verbunden und deren Anzahl bei Individuen mit hoher UV-Exposition erhöht [38]. Die Autoren geben ein RR von 6,89 (95% KI; 4,63 – 10,25) bei 101-120 vs.< 15 Nävi an. Die erworbenen UV-induzierten Nävi nehmen also eine zentrale Rolle in der kausalen Kette zwischen UV-Exposition und Entstehung des MM ein.

Aktinische Keratose (AK)

Die AK stellt eine Vorstufe des PEK dar [95]. In der Literatur finden sich Konversions-Wahrscheinlichkeiten von AKs in invasive PEK in einem Bereich von < 1 % bis zu 16 % [96], [97], [98]. Im Einzelfall wurden sogar bis zu 70 % angegeben [99]. Das Vorhandensein multipler AK über einen 10-Jahresabschnitt ist mit einem Lebenszeitrisiko für die Entstehung eines PEK im Bereich von 6-10 % angegeben [100]. Die AK stellt somit einen wichtigen Risikofaktor für den NMSC, insbesondere das PEK, dar.

Auch für die Entstehung eines MM stellt ein aktinischer Schaden einen Risikofaktor dar. Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen UV-induzierter AK und der Entwicklung eines MM [39]. Die Autoren geben ein RR von 2,02 (95% KI; 1,24 – 3,29) an.

4.3.2.1.4 Die biologische Wirkung von UV-Strahlung

Der Einfluss der UV-Strahlung auf das Hautkrebsgeschehen konnte durch die systematischen Recherchen epidemiologischer Studien für die natürliche und die künstliche UV-Strahlung bestätigt werden. Die (molekular-)biologische Forschung kann darüberhinausgehend Aufschluss über die UV-bedingte Vorgänge in Haut liefern und zeigt, dass UV-Strahlung mit einer Vielzahl zellulärer Komponenten wechselwirken kann. Hierzu zählen Membran-Lipide, Proteine, intrazelluläre photosensible Moleküle, wie z. B. Flavine oder Porphyrine) [101], vor allem aber geschieht dies durch die Absorption von UV-Photonen durch Nukleinsäuren (International Agency for Research on Cancer [55].

UVB-Strahlung kann direkt vom DNA-Molekül absorbiert werden. Photochemische Prozesse führen dann zu Dimerisierungsreaktionen benachbarter Pyrimidine auf einem DNA-Strang (cis-syn-Cyclobutan-Pyrimidindimere (CPD), oder (6-4)-Pyrimidon Photoprodukte ((6-4)-PP)) [102].

UVB- und UVA-Strahlung können weiterhin über indirekte Reaktionswege, bei denen die Strahlungsenergie zunächst von photosensiblen Molekülen in der Zelle absorbiert wird, zur Bildung reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) beitragen. ROS können dann oxidative Basenschäden, wie das 8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine (8-oxo-dG) in der DNA hervorrufen [103], [102]. Seit einiger Zeit ist aber auch klar, dass auch UVA-Strahlung in der Lage ist, CPDs in der DNA zu erzeugen [104], [105], [106], [107].

DNA-Schäden, wie CPDs und 8-oxo-dG, können von zellulären Reparatursystemen entfernt werden (Nukleotid-Exzisionsreparatur (NER), Basen-Exzisionsreparatur (BER)). Sind diese Reparaturwege defekt oder defizient (wie z. B. die NER bei Xeroderma-Pigmentosum-Patienten, die ein stark erhöhtes Hautkrebsrisiko aufweisen), kann es zum Auftreten von Mutationen im Genom kommen. CPDs führen hierbei hauptsächlich zu C®T bzw. CC®TT Mutationen, die als „UV-signature mutations" bekannt sind, während UVA-induzierte oxidative Basenschäden zu weniger signifikanten G G-T „fingerprint" Mutationen führen können. Im Allgemeinen werden zwei Modelle für die UV-induzierte Mutagenese vorgeschlagen, welche das hauptsächliche Auftreten von C-T Mutationen in UV-bestrahlten Zellen erklären. Ein Reaktionsweg involviert einen fehlerbehafteten Läsions-Bypass unter Mitwirkung von Transläsions-Polymerasen (polz, polk) [108], [109]. Im anderen Reaktionsweg kommt es zunächst zur Desaminierung von (methylierten) CPDs, welcher dann ein fehlerfreier Läsions-Bypass durch polh nachgeschaltet ist [110], [111], [109], [112].

Das Studium von Mutationsprofilen in Hauttumoren, besonders solchen, die bei XP-Patienten auftreten, hat es in der Vergangenheit erlaubt, die Bedeutung von UV-induzierten Bipyrimidin-Photoprodukten und oxidativem DNA-Schaden für die Hautkrebs-Entstehung zu belegen. Darüber hinaus konnten Gene identifiziert werden, deren UV-abhängige Mutationen elementare zelluläre Reaktionswege beeinflussen, welche mit Entstehung und Progression von Basalzellkarzinomen (BZK), Plattenepithelkarzinomen und Melanomen (MM) im Zusammenhang stehen.

Der Zusammenhang zwischen UV-Strahlung und Entstehung von Hautkrebsarten ist in vielen epidemiologischen Untersuchungen, in Tierexperimenten sowie in einer Vielzahl grundlagenexperimenteller Arbeiten nachgewiesen (International Agency for Research on Cancer [55]. Neue Studien im Bereich der Sequenzierung menschlicher Tumorgenome belegen den Zusammenhang zwischen UV-induzierten DNA-Schäden und MM zusätzlich auf der molekulargenetischen Ebene. So konnten Pleasance et al. [113] zeigen, dass die Mutationen, welche bei der Sequenzierung eines Melanom-metastase-Genoms gefunden wurden, zum überwiegenden Teil zu den UV-Signaturen gehörten.

Im Folgenden wird die Entstehung der einzelnen Hautkrebsarten im Zusammenhang mit UV-Strahlung dargestellt.

Basalzellkarzinom

Das BZK stellt den weltweit häufigsten Hautkrebs dar. Er entwickelt sich unter anderem auf sog. „Sonnenterrassen", wie z. B. der Nase und der Stirn. Aus diesem Grund wurde zunächst angenommen, dass sein Auftreten von der kumulativen UV-Dosis abhängt. Eine nicht zu unterschätzende Zahl von BZK tritt aber auch an „sonnengeschützten" Körperpartien, z. B. dem Oberkörper, auf. Daher geht man mittlerweile davon aus, dass auch für das BZK, ähnlich wie beim MM, intermittierende UV-Expositionen und Sonnenbrände in der Kindheit und Jugend (mit-)verantwortlich sind [60], [36], [114], [115], [116], [117], [118], [119].

Intensive weltweite Forschungsergebnisse weisen zudem auf eine bedeutende genetische Determinierung für die Entwicklung des BZK hin. So konnte gezeigt werden, dass Patienten, die am naevoiden Basalzellkarzinom-Syndrom (NBZK) leiden und oft schon im frühen Alter multiple BZK entwickeln, häufig Verluste von Chromosom 9q aufweisen [120], [121]. Diese Befunde führten zur Identifikation der Lokalisation eines möglichen Tumorsuppressor-Gens in der Region 9q22-q32, dem PTCH-Gen [122], [123], [124]. Sie führten darüber hinaus zur weiteren Charakterisierung des wichtigen Sonic-Hedgehog-Patched-Smoothened Reaktionsweges, von dem berichtet wird, dass er in bis zu 100 % aller sporadisch auftretenden BZK gestört ist [125].

In der Haut ist eine vom Sonic Hedgehog (SHH)-Gen abhängige Signalkette in Haarfollikel-Wachstum und Morphogenese involviert. Das vom PTCH-Gen codierte Proteinprodukt, PATCHED1, dient als Zelloberflächen-Rezeptor für das abgesonderte Signalmolekül SHH. Beim Fehlen von SHH inhibiert Patched1 das Smoothened-Protein (SMO), einen G-Protein gekoppelten Rezeptor. Nach Bindung von SHH an PATCHED1 wird SMO freigesetzt und initiiert eine Signaltransduktions-Kette, welche die Aktivierung des Transkriptionsfaktors Gli bewirkt. Eine Fehlregulation des Hedgehog-Patched-Smoothened-Reaktionsweges kann durch Funktionsverlust von PTCH oder erhöhte Expression von SMO entstehen. Sie führen zu einer erhöhten Konzentration des Transkriptionsfaktors Gli und induzieren als Konsequenz durch die Hemmung von Zellzyklusarrest und Differenzierung [126] Haarfollikel assoziierte BZK [127], [128], [129], [130]. Im Mausmodell konnte nachgewiesen werden, dass Störungen des SHH-PTCH-SMO-Reaktionsweges in den Stammzellen des Haarfollikels für die Entstehung des BZK verantwortlich sind [131], [132]. Mutationen in PTCH oder SMO wurden in der Mehrzahl aller sporadischer BZK gefunden [133], [134], [135], [136]. Neuere Arbeiten berichten auch über den Einfluss von WNT, NOTCH, mTOR und Hippo, sowie die molekularen Reaktionswege, in die diese Gene involviert sind und über geänderte miRNA-Expressionsprofile, die hier regulierend eingreifen [137].

UV-spezifische „signature-mutations“ (C® T,, Transitions-Mutationen) wurden in den p53-, PTCH- und smoothened-Genen gefunden [127], [138], [139], [140], [141], [100], [142], [143], [135]. Dieser Befund muss als ein weiteres wichtiges Indiz für die Bedeutung einer UV-Exposition für die Entwicklung des BZK gewertet werden. UV-induzierte p53-Mutationen in Zellen der Haut akkumulieren in „hot spots“, die sich von denen in internen Tumoren unterscheiden. Es gibt Hinweise, dass UV-spezifische Mutationen des p53-Gens spezifisch für das BZK sein könnten [144].

Eine Vielzahl von Arbeiten weist darauf hin, dass den Stammzellen in der „bulge-region“ des Haarfollikels bzw. den interfollikulären epidermalen Stammzellen für die Entwicklung nicht-melanozytärer Hautkrebsarten (NMSC, d. h. BZK, Plattenepithelkarzinom) große Bedeutung zukommt. Da Stammzellen und ihre Differenzierung bzw. neoplastische Transformation in essenzieller Weise von der Regulation durch ihre Mikro-Umgebung abhängen, kommt interzellulärer Kommunikation und deren Signal-vermittelnden Reaktionswegen eine große Bedeutung zu. Hier sind in Tiermodellen und in-vitro-Untersuchungen (auch an menschlichen Hautzellen), im Zusammenhang mit BZK und Plattenepithelkarzinom, vor allem die WNT-, SHH, NOTCH- und EGFR-Signalübertragungswege hervorzuheben (s. Review [145]).

Neben den oben beschriebenen Veränderungen im Hedgehog-Patched-Smoothened-Reaktionsweg fällt bei der BZK-Genetik auf, dass nur wenige numerische Chromosomen-Aberrationen in den Tumorzellen nachgewiesen werden können [146]. Jedoch zeichnen sich BZK durch eine ausgeprägte intra-tumorale Heterogenität aus. In einer zytogenetischen Analyse von 44 BZK wurden in 21 Tumoren genetisch nicht

verwandte Subklone und nur in 10 Tumoren genetisch verwandte Subklone gefunden [147]. Die Autoren folgern daraus, dass eine große Zahl von BZK multiklonalen Ursprungs ist. Sie konnten weiterhin zeigen, dass ein größerer Anteil von BZK durch den Gewinn an Chromosomen 18, X, 7 und 9 gekennzeichnet war und dass chromosomale Verluste häufig die distalen Bereiche der Chromosomen 6q, 13q, 4q, 1q, 8q und 9p betrafen [147].

Plattenepithelkarzinom

Das Plattenepithelkarzinom (PEK) hat als einziger Hautkrebs eine bekannte Vorstufe: die aktinische Keratose (AK, auch unter dem Begriff solare Keratose geführt). Die AK stellt eine diskrete, intraepidermale Läsion dar, welche auf chronisch Sonnen-(UV)-exponierten Arealen – wie Gesicht, Kopfhaut, Lippen, Unterarmen und Händen – bei hellhäutigen Menschen mittleren und höheren Alters auftritt. Kumulative UV-Exposition durch die Sonne wird als Hauptgrund für das Auftreten der AK angesehen [148], [149]. Die Inzidenz der AK nimmt daher mit zunehmendem Alter zu.

Die AK stellt eine Vorstufe des Plattenepithelkarzinoms dar [95]. In der Literatur finden sich Konversions-Wahrscheinlichkeiten, d. h. Übergangs-wahrscheinlichkeiten von AKs in invasive Plattenepithelkarzinom, in einem Bereich von < 1 % bis zu 16 % [96], [97], [98], [150]. Im Einzelfall wurden sogar bis zu 70 % angegeben [99]. In einer neueren Arbeit von [151], die prospektiv angelegt war und mehr als 6.000 Personen mit aktinischer Keratose einschloss, wird die Übergangswahrscheinlichkeit AK in PEK mit nur 0,06 % angegeben. Allerdings waren sechs Jahre nach Erstdiagnose einer aktinischen Keratose alle auftretenden PEK auf Basis einer AK entstanden [151]. Das Vorhandensein multipler aktinischer Keratosen über einen 10-Jahresabschnitt ist mit einem Lebenszeitrisiko für die Entstehung eines PEK im Bereich von 6-10 % angegeben [96]. Die AK stellt als Merkmal einer erhöhten UV-Exposition einen wichtigen Risikofaktor für die Entstehung des PEK dar.

Das Risiko, an einem NMSC oder an einem MM zu erkranken, ist für Patienten mit AK sechs Mal größer als für solche ohne diese Läsion [152]. Die zugrunde liegenden Mechanismen für dieses erhöhte Hautkrebsrisiko sind derzeit jedoch nur unvollständig verstanden.

Weder ist für die AK hinreichend genau geklärt, wie hoch die Übergangs-wahrscheinlichkeit von AK in ein Plattenepithelkarzinom oder andere Hautkrebsentitäten ist (s.o.) [153], [154], noch existieren bis jetzt belastbare molekularbiologische oder molekulargenetische Befunde, die belegen könnten, welche genetischen Alterationen den Übergang AK in PEK vorantreiben könnten [155], [156]. Allerdings werden Hinweise, die zu belegen scheinen, dass eine maligne Progression von AK in das PEK stattfindet [157], [158], [159] von einigen Dermatologen und Dermato-Histopathologen in der Weise interpretiert, die AK per se als Plattenepithelkarzinom, welches sich auf eine epidermale Ausdehnung beschränkt (Carcinoma in-situ), einzustufen [160], [161], [162], [158], [163]. Feldmann und Fleischer [153] kommen jedoch in einer neueren Arbeit nach Sichtung der Datenlage in der Literatur zu der Einschätzung, dass „Presently there is insufficient evidence to support the concept that AK is frank Plattenepithelkarzinoma“.

Neuere Arbeiten belegen aber, dass diese Sichtweise präzediert werden muss. Die AK selbst kann in drei sukzessive, histologisch differenzierbare Stadien unterschieden werden: AK I, AK II und AK III. Es konnte gezeigt werden, dass die Mehrzahl von PEK aus Zellen der AK I (proliferierende atypische Keratinozyten in der Basalzellschicht der

Epidermis) hervorgeht. Allerdings ist auch die schrittweise Entstehung des PEK über AK I, AK II und AK III („klassischer Reaktionsweg“) für einen substanziellen Bruchteil der PEK weiterhin von Bedeutung [164]. Hierzu sei auch auf die S3-Leitlinie Aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut verwiesen.

Für die Ätiologie des PEK existiert ein relativ gut beschriebenes Modell, bei dem früh auftretende UV-spezifische Mutationen im p53-Gen in der Phase der Tumor-Initiation die Entstehung einer Vorstufe des Plattenepithelkarzinoms, der AK, begünstigen. Es wird angenommen, dass in der AK zunächst nur ein Allel des p53-Gens mutiert ist. Hierdurch wird die p53-abhängige Apoptose UV-geschädigter Zellen (sog. „sunburn cells“) eines Teils der Zellen verhindert. Da gleichzeitig „benachbarte“ Zellen eine normale Apoptose zeigen, haben p53-mutierte Zellen einen „Selektionsvorteil“ und können klonal zur AK expandieren. Mutiert in diesen Zellen das zweite p53-Allel in der Phase der Tumorpromotion, ist die p53-abhängige Zellzyklus-Checkpoint Funktion ausgeschaltet. Es kommt zum Auftreten unkontrollierten Zellwachstums und durch Induktion weiterer (eventuell UV-bedingter) Mutationen in anderen Genen (z. B. ras) in der Phase der Tumorprogression zur Bildung invasiver Plattenepithelkarzinome [165], [166], [167].

p53-Mutationen treten in der weißen Bevölkerung zu 75-80 % bei Patienten mit AK auf (30-40 % bei Japanern und Koreanern) [168] und in mehr als 90 % der Patienten mit in situ Plattenepithelkarzinom (also noch nicht-invasiv wachsenden Plattenepithelkarzinomen) [169]. Für letzteres und auch für die p53-Mutationen in der AK konnte gezeigt werden, dass sie hauptsächlich durch UV-induzierte Dimerisierungen benachbarter DNA-Pyrimidine verursacht werden und zu C-T und CC-TT Basen-Substitutionen (Tandem-Mutationen) führen [169], die als „UV-signature-mutation“ akzeptiert sind [170]. Diese Mutationen entstehen als Folge der Fehlreparatur/Fehlreplikation UVB- und UVA-induzierter DNA-Schäden, wie dem Cyclobutan-Pyrimidin-Dimer und dem Pyrimidin(6-4)Pyrimidon-Dimer [52], [171], [170], [172], [173]. Dies spricht eindeutig für die Beteiligung von UV-Strahlung in der Ätiologie des Plattenepithelkarzinoms. Im p53-Gen treten diese Mutationen in bestimmten „mutation-hot-spots“ im Gen auf, die in Regionen angesiedelt sind, in denen eine enzymatische Reparatur der DNA-Schäden durch Nukleotid-Exzisions-Reparatur (NER) be- oder verhindert wird („repair cold-spots“) [174], [175].

Ein wegweisendes p53-abhängiges Modell für die Entstehung des PEK wurde durch Untersuchungen an der haarlosen Maus und ihren Varianten, in denen die p53-DNA-Bindungs-Domäne (DBD) durch das homologe menschliche Segment ersetzt wurde (Hupki-Mouse), etabliert [176], [177]. UV-induzierte p53-Mutationen können in diesem Modell durch den Immun-Fluoreszenz-Nachweis klonaler „Zell-patches“ (bis zu mehreren tausend Zellen) in der Epidermis nachgewiesen werden. Der Ursprung dieser klonalen Expansion p53-mutierter Zellen könnte in der Induktion einzelner schwer UV-geschädigter, nicht-apoptotischer, persistierender „CPD-retaining basal cells“ (CRBC) gesehen werden, welche sowohl im Maus-Modell als auch in menschlicher Epidermis nachgewiesen wurden [178], [179]. Bei den CRBCs handelt es sich wahrscheinlich um interfollikuläre epidermale Stammzellen, deren UV-bedingte Schädigung für die Entstehung des Plattenepithelkarzinoms verantwortlich gemacht wird [145], [180], [169]. Interfollikuläre epidermale Stammzellen, deren Charakterisierung und mögliche Isolierung im Augenblick noch am besten für die Epidermis der Maus beschrieben wird, zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur selten proliferieren und daher UV-gesetzte DNA-Schäden akkumulieren („label-retaining cells“, wie z. B. CRBCs) [181], [145], [182]. Epidermale Stammzellen stellen damit das „geeignete“ Target für die karzinogene Wirkung von UV-Strahlung dar, da sie darüber hinaus durch ihre lange

Verweildauer in der sich sonst kontinuierlich erneuernden Epidermis Mutationen akkumulieren können. Dies steht im Einklang mit frühen Erkenntnissen [183] und mit Hinblick auf den Hautkrebs neuen Modellen für die Krebsentstehung [145], [184], [185].

Im Einklang mit der Abhängigkeit des Plattenepithelkarzinoms von der kumulativen UV-Dosis und der mehrstufigen Natur der Plattenepithelkarzinom-Entstehung (s.o.) weist das Plattenepithelkarzinom, z. B. im Vergleich zum BZK, eine sehr viel größere karyotypische Komplexität und zytogenetisch belegte Heterogenität auf. Trotzdem konnten einige vermutlich Plattenepithelkarzinom-spezifische Chromosomen-aberrationen im PEK detektiert werden. So konnte gezeigt werden, dass im PEK der Verlust der Heterozygosität (LOH) eines „9q-markers" häufig auftritt [186], [187]. Darüber hinaus scheinen LOHs in 3p, 13p, 17p und 17q für das PEK und seine Vorstufe, die AK, spezifisch zu sein [188]. Unter Nutzung der multiplex Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (m-FISH) konnte weiterhin gezeigt werden, dass komplexe Chromosomen-Translokationen in Zell-Linien, die aus PEK gewonnen wurden, vermehrt auftreten, was auf eine besondere Bedeutung genetischer Instabilität in der Entwicklung des Plattenepithelkarzinoms hinweist [189]. In diesem Zusammenhang ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass UVA-Strahlung in der Lage ist, über die Induktion von reaktiven Sauerstoffspezies DNA-Doppelstrangbrüche zu induzieren, welche als notwendige Vorläufer-Läsion für die Entstehung von Chromosomenaberrationen bekannt sind [190], [191]. Seit 2015 sind multiple AKs (mindesten 6 einzelne AK-Läsionen pro Jahr oder konfluierend auf einer Fläche von mehr als 4 cm² (Feldkanzerogenisierung)) oder ein PEK als Berufskrankheit (BK) anerkannt.

Melanom

Es gibt zahlreiche eindeutige Hinweise, dass das Melanom (MM) aufgrund intermittierender UV-Exposition und schwerer Sonnenbrände in der Kindheit und Jugend auftritt [60], [89]. Mit Blick auf die intermittierende UV-Exposition ist der Zusammenhang bislang jedoch nicht abschließend geklärt (siehe Kapitel 4.3.2.1.1) MMs treten sehr häufig bei hellhäutigen Individuen mit roten oder blonden Haaren auf (Hauttyp I), die zu Sommersprossenbildung neigen, nicht bräunen und sehr leicht einen Sonnenbrand erleiden (vgl. Kapitel 0). Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Risiko ein MM zu entwickeln und spezifischen Mutationen im Melanocortin-1-Rezeptor [192], [193]. Dieser Rezeptor ist dafür verantwortlich, welcher Typ des Melanins in den Melanozyten nach UV-Exposition gebildet wird. Es besteht die Hypothese, dass Individuen mit solchen Rezeptor-Mutationen nicht in der Lage sind, das photoprotektive Eumelanin zu bilden, und dass sie anstelle dessen das photosensitivierende, und daher potenziell mutagene, Pheomelanin produzieren [194].

Für das MM gibt es starke Hinweise, dass es autosomal dominant vererbbar ist, da 5-12 % der erkrankten Patienten einen oder mehrere Verwandte 1. Grades aufweisen, die ebenfalls am MM erkrankt sind. Bei diesen Individuen mit familiärem Melanom tritt der Krebs früh auf. Er wird häufig von multiplen anderen (Haut-) Tumoren begleitet [195], [196], [197], [198], [199]. Die genetische Analyse von Familien mit hoher Melanom-Inzidenz führte zur Identifizierung von Suszeptibilitäts-genen wie dem Cyclin-abhängigen Kinase Inhibitor CDKN2A(p16INK4A) und den Genen für die Cyclin-abhängigen Kinasen CDK4 und CDK6. Es konnte gezeigt werden, dass p16INK4A, genetisch codiert auf dem Chromosomenabschnitt 9p21, in 25-40 % familiärer Melanome mutiert ist. Es gilt mittlerweile als gesichert, dass dieses Gen ein Prädispositions-Gen für das MM darstellt [200], [201], [202] p16INK4A inhibiert die Progression von Zellen durch die G1-Phase des Zellzyklus, indem es die Bindung von Cyclin D1 an

CDK4/6 unterdrückt. Dies ist für die Phosphorylierung des Retinoblastoma-Proteins notwendig, das den geregelten Übergang von Zellen aus der G1-Phase in die Replikation (S-Phase) steuert. Mutationen im INK4A-Gen, das den Inhibitor CDKN2A (p16) codiert, heben diese Regelung auf und führen zur unkontrollierten Zellteilung. Weiterhin konnten Keimzellmutationen und sporadische Mutationen im CDK4-Gen der Tumoren nachgewiesen werden, welche die Bindung von p16INK4A an CDK4 verhindern und somit die inhibitorische Funktion von p16INK4A aufheben [203].

Der INK4A-Lokus codiert ebenfalls für ein strukturell und funktionell unterschiedliches Protein, p14ARF, welches als weiterer Tumor-Suppressor wirkt [204]. p14ARF aktiviert den p53-Reaktionsweg infolge Onkogen-vermittelter Signale (wie z. B. durch c-Myc oder ras Onkogen) durch die Bindung an den p53-Negativ-Regulator Mdm2. Dadurch wird der Abbau von p53 verhindert und die Induktion von Zellzyklus-Arrest oder Apoptose möglich. Da gezeigt werden konnte, dass p14ARF in Zellen aus MM mutiert ist [205], [206] und vereinzelt Keimzell-Mutationen in Patienten mit MM gefunden wurden [207], [208], stellt p14ARF ebenfalls einen Kandidaten für ein Prädispositions-Gen des MM dar. Neuere Untersuchungen zeigen, dass Mutationen im BRAF-Gen von großer Bedeutung für die Entstehung des MM sein können [209], [210], [211], [212], [213], [214].

In Modellen zur Melanomprogression werden benigne Nävi (Muttermale) als mögliches Vorläufer-Stadium des MM angenommen [215], [216], [217]. Es wird vermutet, dass p16INK4A das Wachstum der Nävi kontrolliert und dass diese durch klonale Proliferation aus Melanozyten entstanden sind, die wahrscheinlich aufgrund zellulärer Seneszenz die Proliferation einstellen [218], [219], [220]. Diese Wachstumsinhibition kann z. B. durch ras-Mutationen, die in einigen Formen von Nävi nachgewiesen wurden, aufgehoben werden [221], [222], [223], [224]. Hierzu können auch Mutationen im BRAF-Gen beitragen [225], [226], [227], [228], [229]. Dies kann zur Bildung dysplastischer Nävi und nachfolgend zur radialen Wachstumsphase des MM führen [230]. Dazu werden in diesen Zellen Defizienzen in p16INK4A und im Retinoblastoma-Gen (RB) als notwendig angesehen. In einem nächsten Schritt entwickeln sich in einer vertikalen Wachstumsphase noduläre Melanome, die tief in die Dermis eindringen und schon zur Metastasierung fähig sind [231]. Neuere Untersuchungen, die z. B. z. B. NGS nutzen, konnten zeigen, dass, in Abhängigkeit vom Mutationsstatus, 3 molekulare Subtypen des Melanoms unterschieden werden können: BRAF (mut), RAS (mut) und nicht BRAF (mut)/nicht RAS (mut) [232].

Die Anzahl in früher Kindheit (0-6 Jahre) erworbener, UV-induzierter, gutartiger Nävi ist ein bedeutender (wenn nicht der Haupt-) Risikofaktor für die Bildung von MM [89] (siehe Kapitel 4.3.2.1.3). MM entstehen nicht nur aus Nävi, sondern eine Vielzahl entsteht de-novo, d. h. Nävus-unabhängig, sodass der Risikomarker „Anzahl benigner Nävi“ zunächst nur als bedeutender Hinweis auf Pigmentierungsstörungen angesehen werden muss, der dann, in bislang noch nicht geklärter Weise, mit einer Risikoerhöhung für die Entwicklung eines MM einhergeht [233]. Dies legt die Vermutung nahe, dass für die Bildung des MM, auch wenn für seine Initiation UV-Strahlung ursächlich ist, unterschiedliche Reaktionswege verantwortlich sein können. So konnten Maldonado et al. [234] durch eine Analyse von 115 Patienten mit invasivem MM nachweisen, dass BRAF-Mutationen weitaus häufiger in Melanomen auftreten, die an intermittierend Sonnen-exponierten Hautpartien entstehen. In MM auf chronisch exponierten Haut-Arealen traten diese nur sehr selten auf. Dies spricht dafür, dass unterschiedliche genetische Veränderungen für die Bildung des MM verantwortlich gemacht werden können.

Es gilt mittlerweile aber als akzeptiert, dass 50–60 % aller MM BRAF-Mutationen aufweisen, von denen 90 % zu Valin-Glutamat-Mutationen in Codon 600 führen (BRAFV600). Diese BRAF-Mutationen führen zu Kinase-Aktivierung im konstitutiven MAPK-Reaktionsweg [235]. Dabei führen Phosphorylierungen des Tumorsuppressors LKB1 (einer Serin/ Threonin Proteinkinase) zu dessen negativer Regulierung, womit zur Proliferation von Melanomzellen und zur Schwächung der apoptotischen Antwort auf metabolischen Stress beigetragen wird [236], [237], [238].

Im Gegensatz zu PEK und BZK scheinen UV-induzierte Mutationen im p53-Gen von untergeordneter Bedeutung zu sein. Nur ca. 20 % Melanome weisen p53-Mutationen auf [239]. Es gibt Hinweise, dass die Beteiligung von p53 an der Ätiologie des MM komplex ist und noch genauer aufgeklärt werden muss [240]. Möglicherweise spielen andere Mechanismen, wie z. B. die Induktion genetischer Instabilität, eine wichtigere Rolle.

Die Ätiologie des MM ist durch einen hohen Grad UV-induzierter genomischer Instabilität charakterisiert, die im Laufe der Entwicklung des MM bis hin zur Metastase zunimmt. Genomische Instabilität äußert sich im Gewinn oder Verlust von Chromosomen (oder Chromosomenabschnitten), im Auftreten von Chromosomenaberrationen und LOH. Abhängig von der Lokalisation, Auge oder Haut, lassen sich zwei genetisch unterschiedliche Subtypen unterscheiden. Verluste von Chromosom 3 und 1p und der Gewinn an 8q werden oft bei Melanomen des Auges beobachtet, während der Gewinn an 6p und der Verlust von 6q anscheinend spezifisch für Melanome der Haut ist [241]. Untersuchungen unter Verwendung des „Spectral Karyotyping“ (SKY) an Zell-Linien aus Melanom-Metastasen zeigen, dass die genomische Instabilität auf chromosomaler Ebene im späten Stadium der Metastasierung des Melanoms so ausgeprägt sein kann, dass nahezu jedes Chromosom an numerischen oder teilweise komplexen strukturellen Aberrationen beteiligt ist [242].

Der Gewinn von 7q, der mit der Überexpression von c-MET (lokalisiert auf 7q33-qter) einhergeht, scheint ein spätes Ereignis in der Melanom-Progression zu sein. Den Tyrosin-Kinase-Rezeptor c-MET für den Hepatozyten-Wachstums-Faktor (HGF) findet man sowohl in Keratinozyten als auch in Melanozyten. Die Stimulation der HGF-MET Kaskade unterstützt nicht nur Zellvermehrung und Beweglichkeit, sondern zerstört besonders die wichtige Adhäsion zwischen Keratinozyten und Melanozyten durch die Herunter-Regulierung von E-Cadherin und Desmoglein, wodurch die Melanom-Progression unterstützt wird [243].

LOH wurden in MM für eine Anzahl von Chromosomen-Loci gefunden: 1p, 3p, 3q, 6q, 9p, 9q, 11q, 17p, 17q und 22q [244]. An diesen Loci kartieren oft die Lokalisationen von Tumorsuppressor-Genen, die für die Ätiologie des MM eine besondere Rolle spielen (z. B. 9p21 als Lokalisation von CDKN2A). Darüber hinaus wurden LOH im Chromosom 10q23 in 30 % metastasierender Melanome [245] und in Melanomzell-Linien gefunden [246]. Dieser LOH betrifft das PTEN Phosphatase-Gen, ein weiteres Tumorsuppressor-Gen, welches als negativer Regulator des Phosphatidylinositol-3-Kinase-Reaktionsweges fungiert, welcher Proliferation und Zellüberleben unterstützt [247].

Ein Zusammenhang zwischen UV-Exposition und Induktion MM der Haut wird immer wieder angezweifelt, da Melanome auch an Körperstellen auftreten, die in der Regel nicht UV-exponiert sind. Betrachtet man die Literatur zu diesem Thema aber genauer, so stellt sich heraus, dass bei Männern und Frauen nur ca. 6 % aller diagnostizierten Melanome in Körperregionen (Unterbauch, Gesäß, genito-anal, Schleimhaut, okkult) auftreten, die vermeintlich wenig UV-exponiert sind. Die überwiegende Mehrheit der

Melanome (94 %) lokalisiert dagegen an Körperregionen, die häufig oder intermittierend UV-Strahlung ausgesetzt sein können, wie Gesicht, sonstiger Kopf, Hals, Brust, Rücken, Oberarm, Unterarm, Hand, Oberschenkel, Unterschenkel, Fuß [248].

Der Zusammenhang zwischen UV-Exposition und Entstehung des MM wird allerdings durch neueste Untersuchungen nachhaltig belegt. Pleasance und Mitarbeiter katalogisierten 2010 zum ersten Mal das gesamte Spektrum somatischer Mutationen im Gesamt-Genom einer Melanom-Metastase [113]. Dabei stellte sich heraus, dass die Mehrzahl (ca. 70 %) der detektierten Einzelbasen-Substitutionen vom Typ C-T und ca. 70 % der Dinukleotid-Substitutionen vom Typ CC-TT waren. Da bekannt ist, dass es sich hierbei um „signature-mutations" für die Einwirkung von UV-Strahlung handelt, stellt dieser Befund einen wichtigen Nachweis für den Zusammenhang von der Entstehung von MM und UV-Exposition dar.

4.3.2.2 Immunsuppression

Eine systemische Immunsuppression stellt einen etablierten Risikofaktor für die Entwicklung nicht-melanozytärer Hauttumoren dar. Besonders gut belegt ist dieser Zusammenhang bei Empfängerinnen und Empfänger von Organtransplantaten, die eine langfristige immunsuppressive Therapie erhalten. Epidemiologische Studien zeigen, dass das Risiko für kutane Plattenepithelkarzinome (PEK) in dieser Population im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung stark erhöht ist und in einigen Kohorten ein bis zu 65- bis über 100-fach erhöhtes Risiko beschrieben wurde [249], [250]. Auch Basalzellkarzinome treten häufiger auf, wenngleich der relative Risikoanstieg geringer ist. Damit unterscheidet sich das Spektrum der Hauttumoren von dem der immunkompetenten Bevölkerung. Während in der Allgemeinbevölkerung Basalzellkarzinome häufiger auftreten als Plattenepithelkarzinome, zeigen Organtransplantierte häufig ein umgekehrtes Verhältnis mit einer Dominanz von PEK. Eine Kohortenstudie bei herztransplantierten Patientinnen und Patienten in Australien berichtete ein Verhältnis von etwa 3:1 bis 4:1 zugunsten von Plattenepithelkarzinomen [251].

Das individuelle Hautkrebsrisiko wird durch mehrere Faktoren beeinflusst, darunter Dauer und Intensität der Immunsuppression, kumulative UV-Exposition, Hauttyp sowie Alter bei Transplantation [250]. Darüber hinaus weisen pharmakoepidemiologische Studien darauf hin, dass auch die Art des eingesetzten Immunsuppressivums relevant ist. Calcineurin-Inhibitoren wie Ciclosporin oder Tacrolimus wurden mit erhöhten Hautkrebsraten assoziiert, während mTOR-Inhibitoren in einigen Studien mit einer geringeren Inzidenz kutaner Malignome verbunden waren [252].

Die zugrunde liegenden Mechanismen sind multifaktoriell. Neben einer reduzierten immunologischen Tumorüberwachung können bestimmte Immunsuppressiva direkt zur UV-induzierten Karzinogenese beitragen. Experimentelle Studien zeigten beispielsweise, dass Azathioprin über die Einlagerung von 6-Thioguanin in die DNA zu einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber UVA-induzierter oxidativer DNA-Schädigung führt [253]. Darüber hinaus werden virale Kofaktoren, insbesondere humane Papillomviren, als zusätzliche Faktoren der Tumorentstehung diskutiert [250].

Auch außerhalb der Transplantationsmedizin wurde ein Zusammenhang zwischen Immunsuppression und Hautkrebs beschrieben. So weisen Personen mit HIV-Infektion eine erhöhte Inzidenz nicht-melanozytärer Hauttumoren auf, insbesondere von Plattenepithelkarzinomen [254]. Immunmodulierende Therapien, die zur Behandlung chronisch-entzündlicher Erkrankungen eingesetzt werden, können ebenfalls Einfluss auf das Hautkrebsrisiko haben. Register- und Beobachtungsstudien zeigen, dass

unter bestimmten Biologika, insbesondere TNF-α-Inhibitoren, ein moderat erhöhtes Risiko für nicht-melanozytäre Hauttumoren bestehen kann, wobei die Evidenz je nach Wirkstoffklasse heterogen ist [255].

Darüber hinaus haben Immuncheckpoint-Inhibitoren (z. B. PD-1- oder CTLA-4-Inhibitoren) die Therapie verschiedener malignen Erkrankungen wesentlich verändert. Diese Therapien verstärken die antitumorale Immunantwort und werden insbesondere bei fortgeschrittenen Melanomen eingesetzt. Studien [256], [257] deuten teilweise auf erhöhte Inzidenzen bestimmter Hauttumoren insbesondere SCC, andere betonen eher bestehende Grundrisiken der Patientengruppe (z. B. Melanompatienten, Alter und intensive UV-Exposition in Vergangenheit). Weitere Untersuchungen und Langzeitstudien sind daher notwendig.

4.3.2.3 Röntgenkombinationsschaden

Bei Patienten, welche sich einer Strahlentherapie mit ionisierender Strahlung (z. B. Röntgenstrahlung) unterziehen mussten, besteht die Gefahr der späteren Bildung eines Röntgenkombinationsschadens (chronic radiation keratoses). Es handelt sich um eine keratotische Hautläsion, die bei Strahlentherapie-Patienten oder klinischem Personal nachgewiesen wurde, welche viele Jahre ionisierender Strahlung ausgesetzt waren oder mit radioaktivem Material gearbeitet haben [258]. Der Röntgenkombinationsschaden ist von Bedeutung, da auf seinem Boden das BZK oder PEK mit größerer Wahrscheinlichkeit entstehen kann. Weitere Befunde zeigen jedoch, dass die Exposition gegenüber therapeutischer (ionisierender) Strahlung eher zu der Bildung des BZK und wahrscheinlich nicht zu der des PEK beiträgt [259]. Das Risiko für ein PEK auf dem Boden eines Röntgenkombinationsschadens erhöht sich bei UV-Exposition von Individuen, die leicht einen Sonnenbrand erleiden (Hauttyp I, II) [260].

4.3.2.4 Vorgeschichte (eigen/familiär)

Weiterhin spielt die eigene und die familiäre Vorgeschichte eine zentrale Rolle in der Hautkrebsentstehung. Das Risiko für eine Neuerkrankung ist bei einer Diagnose sowohl mit PEK oder BZK als auch MM in der eigenen Vorgeschichte erhöht. Ebenso steigt das Risiko am MM zu erkranken bei einer Melanomdiagnose in der familiären Vorgeschichte.

Vorgeschichte in der Eigenanamnese

Epidemiologische Studien zeigen, dass Individuen mit BZK oder PEK in der eigenen Vorgeschichte ein deutlich höheres Risiko tragen, in ihrem weiteren Leben erneut einen nicht-melanozytären Hautkrebs
zu entwickeln [261]. Das Risiko, ein zweites PEK innerhalb von 5 Jahren nach Behandlung des ersten PEK zu entwickeln, liegt bei 30 % [262]. Das korrespondierende 3-Jahres-Risiko liegt bei 18 %, was einer 10-fach erhöhten Wahrscheinlichkeit gegenüber dem Auftreten eines primären PEK in der Bevölkerung entspricht. Das 3-Jahres-Risiko für ein Zweit-BZK, wenn der Primär-Tumor ebenfalls ein BZK war, liegt sogar bei 44 %, was ebenfalls einer 10-fach erhöhten Wahrscheinlichkeit im Vergleich zum Auftreten von primären BZK in der Bevölkerung entspricht [261]. Das Risiko für die Entwicklung eines BZK bei Patienten mit zurückliegendem PEK entspricht ungefähr dem bei Personen mit zurückliegendem BZK (ca. 40 %). Das Risiko als Zweit-Tumor ein PEK [263] zu entwickeln, wenn der Erst-Tumor ein BZK darstellte, ist vergleichsweise gering (6 %) [261]. Vor diesem Hintergrund sind Follow-Up Strategien (z. B. kontinuierliches Risikogruppen-Screening) für Patienten mit PEK und BZK notwendig, da das Vorliegen von

nicht-melanozytären Tumoren in der Vorgeschichte einen bedeutenden Risikofaktor für die Entstehung weiterer nicht-melanozytärer Tumoren darstellt.

Das relative Risiko für ein Zweit-Melanom nach einem MM in der eigenen Vorgeschichte ist hoch und wird mit 8,5 angegeben [40]. Es liegt damit ca. um den Faktor 4 höher als das relative Risiko für die Entwicklung eines MM beim Vorliegen eines MM bei einem Verwandten 1. Grades (RR = 2,2) [264], [265]. Weitere Studien belegen, dass ca. 3 % der Patienten mit MM ein hohes Risiko tragen, als zweiten Primärtumor wieder ein MM zu entwickeln [266], [267]. Es werden standardisierte Inzidenz-Verhältnisse (im Vergleich zu Personen, die keinen Primärtumor aufwiesen) von 2-10 angegeben [268], [269]. Hübner et al. [80] geben das Risiko eines Zweitmelanoms bei MM in der Vorgeschichte auf Basis von im SCREEN-Projekt in Schleswig-Holstein erhobenen Daten mit einer Odds-Ratio von 5,3 (95 % KI: 3,6-7,6) an. Wiener et al. [270] untersuchten in ihrer Studie das Risiko eines Zweitmelanoms in Langzeitüberlebenden. Im Ergebnis zeigt sich eine Inzidenz eines Zweitmelanoms nach 5 Jahren bei 3,9% (95% KI: 3.8–4.0%) und nach 10 Jahren bei 6,7% (95% KI: 6.6–6.9%).

Vorgeschichte in der Familienanamnese

Für das MM gibt es starke Evidenz, dass es autosomal dominant vererbbar ist, da 5-12 % der erkrankten Patienten einen oder mehrere Verwandte 1. Grades aufweisen, die ebenfalls am MM erkrankt sind. Bei diesen Individuen mit familiärer Disposition tritt der Krebs früh auf. Er wird häufig von multiplen anderen (Haut-)Tumoren begleitet [195], [196], [271], [198]. Bei diesen Personen ist das Risiko einer Melanomentwicklung besonders hoch. Das relative Risiko für die Melanomentwicklung kann bis 500-fach erhöht sein, wenn zwei Verwandte 1. Grades von einem MM betroffen sind und zusätzlich ein dysplastisches Nävussyndrom vorliegt. Das Lebenszeit-Risiko der Melanomentwicklung liegt dann höher als 50 % [272];[248], [271]. Starke Hinweise für die Bedeutung der familiären Melanome für die Entstehung von Melanomen in Personen der nachfolgenden Generation liefern auch Studien zur Ätiologie des Melanoms (s. Kapitel 4.1.1). Zudem bestätigen weitere Studien die Erhöhung des Risikos bei Vorliegen einer Melanomerkrankung in der Familienanamnese. So ermittelten Gandini et al. [39] ein relatives Risiko von 1,74 (95% KI: 1,41 – 2,14) im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne familiäre Vorgeschichte.

4.3.2.5 Weitere Risikofaktoren

Es gibt verschiedene weitere Risikofaktoren, die insbesondere die Entstehung von NMSC begünstigen. Dazu wird insbesondere die Exposition mit Arsen und Teer im beruflichen Umfeld beschrieben. Eine HPV-Infektion wird sowohl als alleiniger Risikofaktor für das PEK als auch als Ko-Faktor in Verbindung mit UV-Strahlung diskutiert. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Medikamente mit photosensibilisierender Wirkung, welche die Entstehung von NMSC beeinflussen. Diese Risikofaktoren werden im folgenden Abschnitt dargestellt.

Teer

Chronische Exposition mit Teer und Teerderivaten ist, insbesondere im beruflichen Umfeld, ein Risikofaktor für nicht-melanozytären Hautkrebs [273], [274]. Ein erhöhtes Risiko durch die therapeutische Anwendung von Teer konnte bisher nicht nachgewiesen werden [275].

Arsen

Arsen (im Trinkwasser) wird als Risikofaktor für Hautkrebs (insbesondere PEK) angesehen [55]. Nach Einstufung der IARC gehört Arsen in die Klasse I der Karzinogene („carcinogenic in humans). Es wurde berichtet, dass Arsen unter anderem zu numerischen Chromosomen-Aberrationen und zur Veränderung der epigenetischen Regulation von Tumorsuppressorgenen beitragen kann.
Grenzwerte für Arsen im Trinkwasser sind auf 10 g/L festgelegt. Diese werden allerdings für nahezu 100 Millionen Menschen vor allem in Bangladesch, Taiwan, Mongolei, Indien, China, Argentinien, Mexiko, Kanada und USA überschritten.
Belastbare epidemiologische Studien zum Beitrag von Arsen-induzierten Hautkrebsarten zur gesamten Inzidenz von Hautkrebs liegen jedoch nicht vor.

HPV-Infektion

HPV-Infektionen werden sowohl als alleiniger Risikofaktor für Hautkrebs (Plattenepithelkarzinom) als auch als Ko-Faktor in Verbindung mit UV-Strahlung diskutiert. Extensive UV-Exposition am Ort von Hautbiopsien wird als starker Risikofaktor für das Auftreten von HPV-Infektionen beschrieben, wobei lokale Immunsuppression eine verstärkende Rolle spielen kann [276], [277], [278], [279].
Da aber sowohl das Ausmaß der UV-Belastung als auch die Ausprägung der HPV-Infektion schwer zu quantifizieren sind, sind zunächst große epidemiologische Studien nötig, um mögliche kausale Zusammenhänge zwischen UV-Exposition und HPV-Infektion zu belegen und die Zahl HPV-assoziierter Plattenepithelkarzinome in der Gesamtzahl aller auftretender Plattenepithelkarzinoms zu quantifizieren [276].

Medikamente mit photosensibilisierender Wirkung

Verschiedene Medikamente besitzen photosensibilisierende Eigenschaften und können dadurch das Risiko für die Entstehung von Hautkrebs erhöhen. Photosensibilisierende Substanzen können die Wirkung ultravioletter Strahlung verstärken und so zu vermehrter DNA-Schädigung sowie oxidativem Stress in der Haut führen, was langfristig zur Karzinogenese beitragen kann. Besonders gut untersucht ist in diesem Zusammenhang das Diuretikum **Hydrochlorothiazid** (HCT), das häufig in antihypertensiven Kombinationstherapien eingesetzt wird.

Mehrere pharmakoepidemiologische Studien haben einen Zusammenhang zwischen der Einnahme von Hydrochlorothiazid und einem erhöhten Risiko für nicht-melanozytären Hautkrebs gezeigt. In einer großen landesweiten Fall-Kontrollstudie auf Basis dänischer Gesundheitsregister konnten Pedersen et al. [280] zeigen, dass die kumulative Einnahme von Hydrochlorothiazid mit einem erhöhten Risiko für Basalzellkarzinome und insbesondere für Plattenepithelkarzinome der Haut assoziiert ist. Dabei wurde für das Basalzellkarzinom eine Odds Ratio von 1,29 (95 %-KI 1,23–1,35) und für das kutane Plattenepithelkarzinom eine Odds Ratio von 3,98 (95 %-KI 3,68–4,31) ermittelt. Zudem zeigte sich in dieser Studie ein klarer dosisabhängiger Zusammenhang zwischen der kumulativen Hydrochlorothiazid-Exposition und dem Risiko für die Entwicklung eines nicht-melanozytären Hauttumors. Ein ähnlicher Zusammenhang wurde auch für Plattenepithelkarzinome der Lippe beschrieben. In einer weiteren dänischen Registerstudie fanden Pottegard et al. [281], dass die Einnahme von Hydrochlorothiazid mit einem etwa 3,9-fach erhöhten Risiko für Lippenkarzinome assoziiert war (Odds Ratio 3,9; 95 % KI 3,0–4,9), wobei auch hier eine deutliche Dosis-Wirkungs-Beziehung beobachtet wurde.

Neben Hydrochlorothiazid sind auch weitere Medikamente mit photosensibilisierenden Eigenschaften beschrieben worden. Ein klassisches Beispiel ist die **PUVA**-Therapie (Psoralen in Kombination mit UVA-Strahlung), die insbesondere früher zur Behandlung der Psoriasis eingesetzt wurde. Langzeitkohortenstudien konnten zeigen, dass eine hohe kumulative PUVA-Exposition mit einem deutlich erhöhten Risiko für kutane Plattenepithelkarzinome verbunden ist [282], [283]. Auch bestimmte Antibiotika aus der Gruppe der Tetracycline besitzen photosensibilisierende Eigenschaften. In einer prospektiven Analyse der Nurses' Health Study berichteten Abrar A. Qureshi et al. [284], dass eine langfristige Tetracyclin-Exposition mit einem leicht erhöhten Risiko für Basalzellkarzinome assoziiert sein kann. Darüber hinaus wurde auch für das Antimykotikum **Voriconazol** eine ausgeprägte Photosensibilisierung beschrieben, die insbesondere bei immunsupprimierten Patienten mit einem erhöhten Risiko für kutane Plattenepithelkarzinome in Verbindung gebracht wurde [285] (Weitere Ausführungen zum Hautkrebsrisiko bei Immunsupression siehe Kapitel 4.3.2.2).

Diese Befunde deuten darauf hin, dass Medikamente mit photosensibilisierenden Eigenschaften, insbesondere bei langfristiger Anwendung und gleichzeitiger UV-Exposition, zur Entstehung UV-assoziierter Hauttumoren beitragen können. Entsprechend wird bei der Anwendung solcher Wirkstoffe häufig ein konsequenter UV-Schutz sowie eine regelmäßige dermatologische Kontrolle empfohlen.

4.3.3 UV-Exposition als mögliche Schädigungsquelle für die Augen

V. Kakkassery, L.Heindl

Die vorweg beschriebenen Mechanismen und Daten zur Krebsentstehung der Haut, treffen ebenfalls für die Lidhaut zu. Aufgrund der erhöhten Sonnenexposition wird in den meisten Hautkrebsleitlinien das Augenlid als Hochrisikozone für Hauttumor-entstehungen eingestuft. Zudem können weitere Schädigungen direkt am Auge nach einer UV-Strahlungsbelastung auftreten. Hier wird zwischen der akuten Schädigung am Auge sowie der chronischen Schädigung am Auge durch UV-Strahlung unterschieden.

Akute Augenoberflächenschädigungen

Die Photokeratitis sowie Photokonjunktivitis sind akute UV-Strahlungs- bedingte Schädigungen (insbesondere durch UV-B und UV-C) des konjunktivalen sowie des kornealen Epithels. Neben der künstlichen, nicht sonnenbedingten UV-Exposition (Schweißarbeiten, Solaranlagen u.a.) kann auch eine sonnenbedingte UV-Exposition ab ca. 6 Stunden zur Schwellung und Abschilferung des kornealen und konjunktivalen Epithels führen [286], [287], [288]. Hiermit sind Symptome verbunden wie eine temporäre Sehminderung, sehr starke Schmerzen, Tränen und eine Bindehautschwellung. Schädigungen sowie Beschwerden dieser Art sind selbstlimitierend und haben eine Rekovalenzzeit von ca. ca. 8-12 Stunden [286], [287], [288]. Heilungsprozesse können mit pflegenden und antibiotischen Augensalben/-tropfen unterstützt werden.

Akute UV-bedingte Retinopathie

Eine akute UV-Strahlungs-bedingte Retinopathie, sei es mit der natürlichen oder durch künstliche UV-Strahlung, kann zu einer thermal bedingten Schädigung der Fovea führen. Diese Schädigungen sind, abhängig von der Temperatur in der Fovea centralis (Sehgrube), reversibel oder auch teilweise irreversibel [289], [290]. Die reversiblen Schädigungen können dann auch in der visuellen Erholung zeitlich variieren (Zeitraum von bis zu 6 Monaten nach der Schädigung). Visuseinschränkungen können dann zwischen 0,1 und 0,5 variieren [289], [290]. Die Schädigung kann beim Sonnenbad wie

auch beim in die Sonne schauen (hier natürlich dann vermehrt) auftreten. Schädigungen der Fovea zeigen sich durch einen typischen gelblich-weißen Fleck am Fundus sowie in der Optischen Kohärenz Tomographie Defekte im Bereich der Innen- und Außensegmente der Photorezeptoren [289], [290]. Seltene Spätfolgen der sonnenbedingten Netzhautschädigung können Ausbildungen von choroidalen Neovaskularisationen sein, die die Sehkraft an dem Auge dann deutlich reduziert und die mit intravitrealen Injektionen in das Auge therapiert werden [289], [290]. Schützender Faktor für eine UV-Strahlungs-bedingte Retinopathie können eine alternde Linse sein, so dass klare, juvenile Linsen dem entsprechend weniger schützen [289], [290].

Pterygium

Das Pterygium stellt eine Hyperplasie der bulbären Bindehaut dar, welche über die Hornhaut wächst. Es kann einen Astigmatismus, ein trockenes Auge sowie eine Sehminderung durch Vorwachsen in den Bereich des Abbildungsstrahlengangs des Auges (abhängig von der Pupillenweite) auslösen. Allgemein anerkannt ist, dass UV-Strahlung hier ein starker Trigger des Pterygiums ist und das fortschreitende Wachstum auf der Hornhaut deutlich begünstigt, wie Studien u.a. in Australien sowie in den USA (Chesapeake Bay Studie) belegt haben[291];[292], [293], [294].

Pinguecula

Eine Pinguecula ist eine hyalin-elastotische Degeneration der bulbären Bindehaut. Eine Pinguecula hat im Gegensatz zur Pteryium kaum einen Krankheitswert. Kosmetische Aspekte stehen eher im Vordergrund. Studien in der Roten-Meer-Region sowie in den USA (Chesapeake Bay Studie) konnten ebenfalls einen Zusammenhang zwischen UV-Strahlung und der gehäuften Entstehung von Pinguecula nachweisen [295], [294].

Klimatische Tropfen-Keratopathie

Die klimatische Tropfen-Keratopathie (im englischen climatic droplet keratopathy) ist eine Ausbildung von kugelähnlichen Degenerationen im oberen Bereich des Hornhautstromas direkt unter der Bowman Membran (Epithelgrenze) [296]. Massive UV-Strahlung führt hier durch den Umbau von Plasmaproteinen zu bandförmigen Trübungen gerade im Lidspaltenbereich. Regionale Studien konnten den Zusammenhang zwischen der klimatischen Tropfen-Keratopathie und UV-Strahlen belegen [297], [298], [294].

Plattenepithelkarzinome (Squamöse Neoplasien) der Augenoberfläche

Plattenepithelkarzinome (auch als squamöse Neoplasien bezeichnet) der Bindehaut entwickeln sich über die Vorstufen/Vorläufer der Dysplasien und dem Carcinoma in situ [299]. Alternativ wird die die konjunktivale intraepitheliale Neoplasie, mit der Einstufung, mild/mäßig/schwer (CIN I, II und III) bezeichnet [299]. Dabei ist CIN III das Carcinoma in situ. Studien in Uganda, im Sudan sowie Vergleiche von Inzidenzen von Plattenepithelkarzinomen der Augenoberfläche zwischen Europa und Nordamerika im Vergleich zu Sub-Sahara Ländern in Afrika belegen den Zusammenhang der UV-Strahlung sowie der Sonne in der Ausbildung von Neoplasien [300], [301], [302], [303], [304], [305].

Konjunktivale Melanome/pigmentierte Neoplasien der Augenoberfläche

Genetische Muster und Veränderungen in konjunktivalem Melanomgewebe deuten auf eine UV bedingte Schädigung der DNA hin [306]. Diese theoretischen Überlegungen sind jedoch mit Daten aus Kohortenstudien oder ähnlichem bisher zumindest nicht bestätigt worden, so dass unklar ist ob und mit welcher Dosis eine UV-Strahlenbelastung zu pigmentierten Neoplasien der Augenoberfläche führt.

Katarakt

Der Nachweis des Zusammenhangs zwischen der Beschleunigung der altersbedingten Kataraktentwicklung und der UV-Strahlenbelastung ist vielfach nachgewiesen. Studien in den USA, in Australien, in Indien, in Nepal und in Hongkong konnten diesen Zusammenhang eindeutig nachweisen [307], [308], [309], [302], [310], [311]. Zu gleichen Ergebnissen kommen die Chesapeake Bay Study sowie die Beaver Dam Eye Study aus den USA [312], [313]. Viele weitere Studien belegen den Zusammenhang zwischen der Kataraktentwicklung und der UV-Strahlenbelastung.

Altersbedingte Makuladegeneration

Die Datenlage zwischen dem Zusammenhang der altersbedingten Makuladegeneration
und einer UV-Strahlungsbelastung ist nicht eindeutig, während andere Studien eine Förderung der altersbedingten Makuladegeneration durch zumindest UV-Strahlung der Sonne als erwiesen ansehen.
1983 fanden Hyman und Kollegen keinen Zusammenhang zwischen der Makuladegeneration und einer UV-Strahlungsbelastung [314]. Ähnliche Erkenntnisse konnten auch die Eye Disease Case-Control Study Group gewinnen [315]. Eine weitere australische Fall-Kontroll-Studie mit 409 Fällen und 286 Kontrollen sahen ebenfalls keine Korrelation zwischen der altersbedingten Makuladegeneration und einer kumulativen UV-Strahlungsbelastung [316]. In der Chesapeake Bay Watermann Study konnten ebenfalls kein Zusammenhang zwischen einer altersbedingten Makuladegeneration und einer UV-Strahlungsbelastung gesehen werden [317]. Nachanalysen dieser Daten zeigten jedoch eine Langzeitwirkung von blauem Licht (aber nicht UV-Strahlung) auf die altersbedingte Makuladegeneration [318]. Die Kohorten Studie „Beaver Dam Eye Study“ konnte einen Zusammenhang zwischen der altersbedingten Makuladegeneration und Sonnenlichtexpositionszeit nachweisen [319]. Dieser Effekt konnte jedoch nicht bei UV-Strahlenbelastung gesehen werden [319]. Eine Metaanalyse von Sui und Kollegen legt nah, dass eine erhöhte Gefahr der altersbedingten Makuladegeneration bei vermehrter UV-Strahlungszeit besteht [320].
Aufgrund der UV-Filterung durch die natürliche Linse ist aktuell nicht von UV-Strahlungs-induzierten altersbedingten Makuladegenerationen auszugehen, sondern wird eher eine blaulichtbedingte Sonnenschädigung vermutet. Diese Annahme stützt sich auf Daten der Chesapeake Bay Waterman Study [318]. Gerade bei Katarakt-operierten Augen mit einer Kunstlinse oder ohne eine Linse konnten durch Poolen der Beaver Dam Eye Study und der Blue Mountains Eye Study im Vergleich zwischen dem zuerst operierten Auge und dem danach operierten Auge Rückschlüsse auf mögliche Schädigung der Makula durch Blaulicht vermutet werden [321]. Erste Vermutungen, dass Blaulichtfilter in künstlichen Augenlinsen eine protektive Wirkung hat, konnten in einem systemischen Review weder nachgewiesen noch widerlegt werden [322]. Aktuell wird von den Fachgesellschaften keine Empfehlung für künstliche Blaulichtfilterlinsen bei einer Kataraktoperation ausgesprochen.

4.4 Bedeutung von Biomarkern für primäre und sekundäre Prävention von Hautkrebs

R. Greinert, B. Volkmer

Als Ausblick in zukünftige Entwicklungen auf dem Gebiet der primären und sekundären Prävention von Hautkrebs soll auf die zunehmende Bedeutung von Biomarkern hingewiesen werden. Biomarker werden, nach WHO, wie folgt definiert:

„…any substance, structure or process that can be measured in the body or its products and that can influence or predict the incidence or outcome of disease." (WHO. International Program on Chemical Safety Biomarkers in Risk Assessment: Validity and Validation 2001. https://www.who.int/publications/i/item/9241572221)

Dabei wird mittlerweile zwischen verschiedenen Kategorien von Biomarkern unterschieden, wobei es fließende Übergänge geben kann [323], [324], [325], [326].

- Risiko Biomarker
- Diagnostische Biomarker
- Prognostische Biomarker
- Prädiktive Biomarkers

Risiko Biomarker weisen auf das mögliche Risiko für eine Erkrankung hin, diagnostische Biomarker weisen auf das Vorliegen einer bestimmten Erkrankung hin, prognostische Biomarker geben Information über den Verlauf einer Krankheit und prädiktive Biomarker geben Hinweise darauf, wie eine bestimmte Erkrankung auf mögliche Therapieformen reagieren wird (z. B. „therapy-responder vs non-responder") [327], [328], [329].

Biomarker gewinnen immer mehr an Bedeutung, vor allem im Zusammenhang mit ihrem Nachweis in Flüssig-Biopsien („liquid biopsies") [330], [331], [332]. Damit ist gemeint, dass Biomarker in Körperflüssigkeiten (wie z. B. Blut, Urin, Liquor, Speichel, etc.), nicht-invasiv, in diesen, nach Entnahme der Körperflüssigkeiten, mit einer Vielzahl von Methoden nachgewiesen werden können [333]. Neue molekular-biologische Erkenntnisse und Isolationsmethoden ermöglichen dabei schon jetzt eine Vielzahl von unterschiedlichen Biomarkern in liquid biopsies zu untersuchen. Dazu gehören z. B. [333]:

- Zellfreie Tumor-DNA/-RNA
- Zirkulierende Tumorzellen
- Antikörper
- Metabolite
- Extrazelluläre Vesikel
- Exosomen
- Tumor-assoziierte Exosomen (TEX)
- microRNAs (miRNAs)

Als besonders vielversprechend erweist sich in letzter Zeit der Nachweis von Exosomen und TEX als Biomarker, insbesondere unter Berücksichtigung der miRNAs, die als Cargo in Exosomen und TEX eingeschlossen sind. Bei den miRNAs handelt es sich um ca. 18-24 Nukleotide lange, nicht-kodierende RNA-Abschnitte, welche post-transkriptionell die Proteinsynthese auf allen Ebenen der zellulären Entwicklung und der Krankheits-Entstehung beeinflussen [334]. Sie sind als Cargo von Exosomen und TEX in liquid biopsies besonders stabil und stellen somit einen geeigneten Biomarker-Kandidaten für eine Vielzahl von Fragestellungen dar. Bei den Exosomen und TEX handelt es sich um kleine Vesikel (50-120 nm Durchmesser), die von (Tumor-) Zellen aktiv sezerniert werden, um durch die Wechselwirkung von Oberflächenmolekülen, die sie tragen, und durch ihr (spezifisches) Cargo (z. B. miRNAs) , welches in andere Zellen übertragen werden kann, die micro- und macro-Umgebung der Krankheits-(Tumor-) spezifischen Zellen zu beeinflussen [335]. Sie steuern so, neben anderen Faktoren, die Krankheitsentstehung, ihren Verlauf und evtl. auch die Therapie.

Auf die Bedeutung von miRNAs, Exosomen und TEX als Biomarkern in Diagnostik, Prognostik und Prädiktion von Hautkrebs ist schon in einer Zahl von Veröffentlichungen hingewiesen worden (z. B. [336], [337], [338], [335], [339]).

Es muss allerdings festgehalten werden, dass bis zur Nutzung jeglicher Form von Biomarkern, die sich jetzt schon in einer Vielzahl von Studien andeuten, eine Phase von konsentierter und groß angelegter Validierung erfolgen muss, bevor ein möglicher Biomarker in den klinischen Einsatz gelangt oder in irgendeiner Form in primärer und sekundärer Prävention genutzt werden kann.

5 Primäre Prävention

5.1 Verhaltensweisen zur Risikominderung

Komplettüberarbeitung 2025 durch AG Primäre Prävention,

Autoren: I. Hübner, J. Kottner, C. Surber, V. Fieber, B. Barnes, N. Knauthe, J. Arning, C. Baldermann, K. Diehl, K. Rieth, C. Reiners, E. Breitbart

Die im Kapitel 0 dargestellte Evidenz zeigt, dass UV-Strahlung Hauptrisikofaktor für Hautkrebs ist. Daher ist ein bewusster Umgang mit natürlicher wie künstlich erzeugter UV-Strahlung zur Reduktion des eigenen Hautkrebsrisikos unerlässlich.

5.1	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Damit ein wirkungsvoller Schutz vor UV-Strahlung erreicht werden kann, sollen folgende Maßnahmen in Kombination und in folgender Reihenfolge angewendet werden: 1. Vermeidung starker UV-Exposition 2. Tragen geeigneter Kleidung 3. Anwendung von Sonnenschutzmitteln	
Evidenzlevel **2 - 4** Oxford 2011	2: Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanommortalität Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 3: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanominzidenz, NMCS-Inzidenz, NMCS-Mortalität, BCC, Zweitmelanom 4: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose [56], [57], [58], [340], [341], [342], [343], [344], [345], [346], [347], [348], [349], [350], [351], [352], [353], [354]	
	Starker Konsens	

Ziel der primären Prävention ist es, übermäßige UV-Expositionen der Haut zu verhindern. Dies gilt sowohl für UV-Expositionen durch die Sonne (solare UV-Strahlung) bei Aufenthalt im Freien (siehe Kapitel 5.1.1 bis Kapitel 5.1.4), als auch durch UV-Strahlung aus künstlichen Quellen, wie sie in Solarien zum Einsatz kommt (siehe Kapitel 0).

Bei der solaren UV-Strahlung gelten in der Regel drei verschiedene verhaltensbezogene Schutzstrategien als geeignet: Vermeidung der UV-Strahlung, Tragen von Kleidung und Sonnenbrille sowie Anwendung von Sonnenschutzmitteln. Alle drei Maßnahmen werden im Folgenden dezidiert aufgeführt.

Am effektivsten ist die Vermeidung starker UV-Strahlungsexposition (Details siehe Kapitel 5.1.1). Das Tragen geeigneter Kleidung (Details siehe Kapitel 5.1.2) sieht die Leitliniengruppe als guten Schutz vor solarer Strahlung. Da es jedoch nicht möglich oder praktikabel ist, alle Körperstellen mit Kleidung (z. B. Hände, Gesicht) zu bedecken, ist ein vollständiger UV-Schutz alleine durch diese Maßnahme nicht

gewährleistet. In Bezug auf die Anwendung von Sonnenschutzmitteln haben die im Rahmen dieser Leitlinie durchgeführten systematischen Analysen zur Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln vor Hautkrebs sowie Sonnenbrand (Details siehe Kapitel 5.1.4) ergeben, dass Sonnenschutzmittel keinen ausreichenden Schutz vor UV-Strahlung bieten und der protektive Effekt hinsichtlich einiger Hautkrebsarten (Basalzellkarzinom und Melanom, Details siehe Kapitel 5.1.4) fraglich ist. Zwar lässt sich ein präventiver Effekt hinsichtlich des Sonnenbrandes feststellen, es treten aber trotz der Verwendung von Sonnenschutzmitteln Sonnenbrände auf. Daher stellt aus Sicht der Hautkrebsprävention die Verwendung von Sonnenschutzmitteln die am wenigsten geeignete verhaltensbezogene Schutzstrategie dar. Sonnenschutzmittel sind somit als geringer wirkungsvoll einzustufen als Kleidung, behalten aber ihre Bedeutung für nicht mit Kleidung abdeckbare Hautareale.

Die nachgeordnete Empfehlung der Anwendung von Sonnenschutzmitteln hat neben dem gesundheitlichen Aspekt den Vorteil, dass mit einer deutlich reduzierten und richtigen Anwendung von Sonnenschutzmitteln deren Inhaltsstoffe weniger Eingang in die Umwelt finden und Umweltschäden (vor allem im marinen System) reduziert werden können (siehe Kapitel 5.1.4.2).

5.2	**Konsensbasierte Empfehlung**	**neu 2026**
EK	Zur Einschätzung der UV-Intensität soll der UV-Index herangezogen werden.	
	Starker Konsens	

5.3	**Konsensbasierte Empfehlung**	**neu 2026**
EK	Die dem jeweiligen UV-Index-Bereich zugeordneten Schutzmaßnahmen sollen ergriffen werden.	
	Starker Konsens	

UV-Strahlung ist für den Menschen nicht wahrnehmbar und kann z. B. auch im Frühling bereits unerwartet hoch sein. Die einzige Möglichkeit zur Information über die sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke bietet der weltweit einheitliche UV-Index der WHO [355].

Der UV-Index gibt den am Boden erwarteten Tagesspitzenwert der sonnenbrandwirksamen UV-Bestrahlungsstärke an. Er kann auch als eine über den Tag variierende Größe dargestellt sein. In diesem Fall wird die über den Tag ansteigende und fallende sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke angezeigt. Der Bezug auf die Sonnenbrandwirksamkeit der UV-Strahlung mindert nicht seine Aussagekraft für andere gesundheitliche Folgen wie Hautkrebs oder – als einzig positive Wirkung – den Anstoß der Bildung des körpereigenen Vitamin D durch UV-B-Strahlung.

Der UV-Index ist eine weltweit einheitliche Größe – ein bestimmter UV-Index-Wert bedeutet überall auf der Erde das Gleiche. Der UV-Index wird in ganzen Zahlen von 1 bis

11+ angegeben. In Deutschland werden im Sommer Werte von 8 bis 9, in den Hochlagen der süddeutschen Gebirgsregionen sogar noch höhere Werte erreicht. Der UV-Index ist als Skala zu verstehen, die Richtwerte über die herrschende sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke angibt. Je höher der UV-Index ist, desto höher ist die sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke, desto schneller kann bei ungeschützter Haut ein Sonnenbrand auftreten und desto eher sind Sonnenschutzmaßnahmen zu ergreifen.

Die UV-Index-Skala ist in verschiedene Bereiche unterteilt, denen unterschiedliche Schutzempfehlungen zugeordnet sind. Der UV-Index ist somit nicht nur eine Orientierungshilfe für die zu erwartende sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke, sondern gibt auch Empfehlungen, ab welchen UV-Index-Werten welche Sonnenschutzmaßnahmen ergriffen werden sollten. Ab einem UV-Index 3 bis UV-Index 7 wird empfohlen, in den Mittagsstunden Schatten aufzusuchen, schützende Kleidung, Hut und Sonnenbrille zu tragen und Sonnenschutzmittel zu benutzen. Ab einem UV-Index 8 wird empfohlen, sich in den Mittagsstunden (11 bis 15 Uhr) möglichst nicht draußen aufzuhalten und tagsüber unbedingt Schatten aufzusuchen. Schützende Kleidung, Hut, Sonnenbrille und Sonnenschutzmittel sind ein Muss (Weiterführende Infos siehe zum Beispiel https://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/uv-index/uv-index_node.html).

Die Leitliniengruppe spricht die Empfehlung 5.1 und Empfehlung 5.2 für die Gesamtbevölkerung aus und differenziert explizit nicht nach verschiedenen Risikogruppen (Ausnahme Kinder im ersten Lebensjahr: keine Exposition (siehe Empfehlung 5.6). Damit unterscheidet sie sich von internationalen Empfehlungen (siehe hier insbesondere die Empfehlung des Australian Skin and Skin Cancer Research Center, bei der je nach Hauttyp unterschiedliche UV-Schutzverhaltensweisen empfohlen werden [356]).

Betont wird, dass bei Personen, die eine erhöhte Vulnerabilität für Schäden durch UV-Exposition und damit ein erhöhtes Hautkrebsrisiko haben, die Aufklärung zu UV-Strahlung und UV-Schutz sowie die Einhaltung und Umsetzung der Schutz-Empfehlungen besonders wichtig sind. Zu diesen gehören:

- Kinder
- Menschen mit einer Immunsuppression,
- Menschen mit konstitutionellen Risikofaktoren (heller Hauttyp, großer kongenitaler Nävus) sowie einer persönlichen oder familiären Vorgeschichte von Hautkrebs (siehe Kapitel 0)
- Personen mit medikamentenbedingter UV-Sensitivität
- Personen, die viel Zeit in der Sonne verbringen und daher einem erhöhten Hautkrebsrisiko ausgesetzt sind, wie zum Beispiel
    - im Freien arbeitende Personen
    - Personen, die sich in der Freizeit häufig im Freien (z. B. bei Gartenarbeit oder Sport) aufhalten

Unter UV-Bestrahlung kann sich ein gewisser Eigenschutz ausbilden (Bräunung durch Bildung und Dunklung des Hautfarbstoffs Melanin [49]). Auch wenn dies zu einer Verzögerung der Sonnenbrandbildung führen kann, bedeutet das aber keinen 100-prozentigen Schutz vor DNA- und weiteren UV-bedingten Schäden. Eine umfängliche „Gewöhnung“ der Haut an die UV-Strahlung gibt es nicht. Daher sollen die hier genannten UV-Schutzmaßnahmen stets angewendet werden.

In Zeiten, in denen die Haut bisher wenig UV-Strahlung ausgesetzt war (zum Beispiel im Frühling) und in denen der geringe Eigenschutz der Haut noch nicht ausgebildet ist, reagiert sie besonders schnell und empfindlich auf UV-Strahlung. Daher ist in diesem Zeitraum ein umfassender UV-Schutz besonders wichtig.

5.1.1 Vermeidung starker UV-Expositionen

5.4	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Bei UV-Index 3 bis 7 soll in den Mittagsstunden Schatten aufgesucht werden. Ab UV-Index 8 soll tagsüber Schatten aufgesucht werden und in der Mittagszeit der Aufenthalt im Freien möglichst vermieden werden.	
	Starker Konsens	

Die Vermeidung starker UV-Exposition wird als wichtigste Schutzmaßnahme erachtet (siehe Empfehlung 5.1). Wann und in welcher Form vermeidende Schutzmaßnahmen ergriffen werden sollen, wird von der tagesaktuellen, lokalen UV-Indexprognose/-werten sowie den dazugehörigen Verhaltensempfehlungen abhängig (siehe Empfehlung 5.2) gemacht.

5.5	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Intensive UV-Exposition (z. B. Sonnenbaden) sowie jeglicher Sonnenbrand sollen vermieden werden.	
Evidenzlevel **2, 3** Oxford 2011	2: Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanommortalität 3: Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanominzidenz, NMCS-Inzidenz, NMCS-Mortalität, BCC, Zweitmelanom [56], [57], [58]	
	Starker Konsens	

Die in Kapitel 0 dargestellte Evidenzanalyse zu den Risikofaktoren von Hautkrebs verdeutlicht, dass verschiedene Expositionsmuster unterschiedlichen Einfluss auf das Risiko von Hautkrebs haben. So konnte durch die systematische Recherche der Zusammenhang von Sonnenbränden mit dem Basalzellkarzinom aufgezeigt werden [58] und auch für das Melanom zeigt sich der Sonnenbrand in weiteren Metaanalysen als bedeutsamer Risikofaktor [59]. Allerdings können UV-induzierte DNA-Schäden, die Ausgangspunkt einer späteren Hautkrebserkrankung sind, auch bereits vor der erythemwirksamen Dosis entstehen, also schon bevor ein Sonnenbrand sichtbar wird [50], [51]. Daher steht in der Empfehlung nicht nur die Vermeidung des Sonnenbrands im Mittelpunkt, sondern jegliche intensive UV-Exposition. Besonderer Fokus liegt dabei auf der absichtlichen/intendierten und damit einfach vermeidbaren intensiven Exposition z. B. in Form von Sonnenbaden. Dies ist auch vor dem Hintergrund wichtig, dass die Dosis-Wirkungs-Beziehung von UV-Strahlung und Hautkrebs bisher unzureichend geklärt ist und keine sichere Angabe möglich ist, welche UV-Dosis keine Hautkrebs-

induzierenden Schäden setzt. Personen die berufsbedingt intensiver UV-Exposition ausgesetzt sind, werden in Kapitel 7 Berufsbedingter Hautkrebs fokussiert.

5.6	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Kinder im ersten Lebensjahr sollen nicht der direkten Sonne ausgesetzt werden.	
	Starker Konsens	

Kinderhaut hat eine andere Struktur als Erwachsenenhaut und ist deshalb gegenüber der Einwirkung von Sonnenstrahlung sehr empfindlich. Grund hierfür ist, dass die UV-empfindlichen Stammzellen, aus denen sich neue Hautzellen bilden, bei Kindern sehr viel dichter unter der Hautoberfläche liegen und somit der krebserregenden UV-Strahlung der Sonne stärker ausgesetzt sind. Auch erfahren die im Haarfollikel liegenden epidermalen Stammzellen in Kinderhaut eine größere UV-Exposition als in der Erwachsenenhaut, da sich auch die kindlichen Vellushaare dichter unter der Hautoberfläche befinden als die sich später entwickelnden Terminalhaare [49]. Zudem führt die erhöhte Zellteilungsrate bei Säuglingen im Rahmen des schnellen Wachstums zu einer gesteigerten Anfälligkeit gegenüber UV-induzierten DNA-Schäden. Wie in Kapitel 0 aufgeführt sind darüber hinaus Sonnenbrände in der Kindheit mit der späteren Melanomentstehung assoziiert und auch die in der Kindheit entstehenden UV-induzierten Nävi gelten als Risikofaktor für Hautkrebs. Für Kinder ist daher ein sehr sorgfältiger und umfassender Schutz vor UV-Strahlung besonders bedeutsam. Aufgrund ihrer eingeschränkten selbstständigen Mobilität schätzt die Leitliniengruppe die absolute Vermeidung direkter UV-Strahlung für Säuglinge als umsetzbar und praktikabel ein. Auch die standardmäßig empfohlene Supplementierung von Vitamin D für diese Altersgruppe fundiert diese Festlegung [357]. Ab dem zweiten Lebensjahr ginge die komplette Vermeidung der UV-Strahlung mit zu vielen negativen Aspekten einher, weswegen hier die Wichtigkeit der Einhaltung der geforderten UV-Schutzmaßnahmen betont wird.

5.1.2 Tragen geeigneter Kleidung

5.7	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Beim Aufenthalt im Freien soll man sich ab einem UV-Index von 3 durch geeignete Kleidung und Kopfbedeckung sowie Sonnenbrille schützen.	
	Konsens	

Geeignete Bekleidung ist als Sonnenschutzmaßnahme der Anwendung von Sonnenschutzmitteln vorzuziehen (siehe Empfehlung 5.1). Bei der Art der Kleidung sollten Kleidungsstücke bevorzugt werden, die vor allem die Schultern, das Dekolleté und die Arme bedecken. Bei der Kopfbedeckung sollte auf eine breite Krempe und Nackenschutz geachtet werden.

Wie groß die UV-Schutzwirkung von Bekleidung ist, hängt von der Beschaffenheit der Kleidung und damit von der Transmissionseigenschaft des Textils ab (dieses gilt gleichermaßen für Kopfbedeckungen). Das Maß für die Transmissionseigenschaft ist der sogenannte UV-Schutzfaktor (UV Protection Factor, UPF). Der UPF gibt an, wie viel länger man die Haut mit der Bekleidung der Sonne aussetzen kann, bis ein Sonnenbrand auftritt, als ohne diese Bekleidung. Der UPF ist damit vergleichbar mit dem Lichtschutzfaktor (LSF, englisch: Sun Protection Factor (SPF)) von Sonnenschutzmitteln.
Für die Bestimmung des UPF existieren mehrere Standards. In Deutschland bekannt sind der Australisch-Neuseeländische Standard (AS/NZS 4399:1996), der Amerikanische Standard (AATCC TM 183), der europäische Standard (EN 13758-1) sowie der UV-Standard 801.

Dem Australisch-Neuseeländischen Standard und dem UV-Standard 801 liegt das Sonnenspektrum im australischen Melbourne zugrunde, während dem Amerikanischen und Europäischen Standard das Sonnenspektrum von Albuquerque in New Mexico/USA zugrunde liegt, das annähernd der Sonneneinstrahlung in Südeuropa entspricht. Sowohl der Australisch-Neuseeländische, der Amerikanische als auch der Europäische Standard ermitteln den UPF nur am neuwertigen textilen Ausgangsmaterial in ungedehntem trockenem Zustand. Beim UV-Standard 801 wird Bekleidung im Neuzustand und zusätzlich nach den im Gebrauch vorkommenden Belastungen (Dehnen, Befeuchten, Scheuern, Waschen) geprüft.
Jede Bekleidung schützt in einem gewissen Maße vor UV-Strahlung. Dies hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B.:

- der Dichte des Textils
- dem Faser- bzw. Garndurchmesser
- der Herstellungsart des Textils (u.a. gewebt oder gewirkt, einzel- oder doppellagig)
- dem verwendeten Material (Polyester, Baumwolle, Leinen, u.a.)
- der Behandlung des Textils mit optischen Aufhellern, Bleichmitteln oder UV-Absorbern
- des Zustandes des Textils (u.a. nass oder trocken, gedehnt oder ungedehnt, gewaschen oder ungewaschen)
- der Farbe des Textils.

Majumbar et al. [358] ermittelten den UPF nach Amerikanischem Standard bei Baumwoll-Webstoffen mit verschiedenen Webarten, unterschiedlichen Anzahlen an Schussfäden pro cm und unterschiedlich dicken Schussfäden. Außerdem untersuchten sie den Einfluss der Behandlung der Gewebe mit UV-Absorbern auf den UPF. Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass der UPF eines Gewebes exponentiell mit der Stoffbedeckung und dem Flächengewicht des Stoffes korreliert, wobei das Flächengewicht ein besserer Prädiktor für den UPF ist. UV-Absorber steigerten den UPF zusätzlich, wobei ihr Effekt bei dicht gewebten Stoffen verhältnismäßig höher ausfiel als bei locker gewebten Stoffen.

Aguilera et al. [359] analysierten den UPF von 50 Sommerkleidungsstücken nach dem Europäischen Standard. Sie klassifizierten die Kleidungsstücke nach den verwendeten Materialien, der Herstellungsart (gewebt oder gewirkt) und dem Verwendungszweck in sechs Kategorien. Die gemessenen UPF-Werte reichten dabei von 5-15 bei Leinenhemden (100% Leinen), 21-31 bei Hemden (50% Baumwolle, 50% Polyester), 40-70 bei Sport-T-Shirts (100% Polyester), 41-125 bei T-Shirts (100% Baumwolle), 71-114 bei

Polo-Shirts (100% Baumwolle), bis hin zu 95-137 bei Sommerkleidern (55% Baumwolle, 45% Polyester). Maschenware erreichte generell höhere UPFs als Webware. Dunklere Farben und höhere Stoffdichten führten ebenfalls zu besseren Schutzwerten. Der wichtigste Faktor für die UV-Durchlässigkeit war die Porosität des Garns und des Stoffs – bei sehr locker gewebten Stoffen konnten selbst dunkle Farben den UPF nicht signifikant erhöhen.

In einer Folgestudie untersuchten Aguilera et al. [360] einzel- und doppellagige Sportbekleidung aus 100% Polyesterfasern hinsichtlich des Einflusses von Schweiß und Feuchtigkeit auf den UPF. In trockenem Zustand erreichte jede doppellagige Bekleidung UPF-Werte über 30 (bis zu 96), bei einzellagiger Bekleidung lagen der UPF-Werte bei 10-24. Bei einzellagiger Bekleidung zeigte sich, dass diese Werte durch den Einsatz optischer Aufheller auf über 80 gesteigert werden können. Durch Schweiß und Feuchtigkeit erhöhten sich die UPF-Werte.

Die aufgeführten Studien zeigen, dass der UV-Schutz von Bekleidung umso höher ist,

- je höher die Dichte der Bekleidung sind
- je dicker die verwendeten Garne sind
- wenn gewirkte, statt gewebte textile Ausgangsmaterialien verwendet werden
- wenn für die Herstellung der Bekleidung Garne aus Baumwoll- und Polyester-Mischfasern verwendet werden
- wenn die Bekleidung mit optischen Aufhellern oder UV-Absorbern behandelt wurde
- wenn die Bekleidung gefärbt wurde.

Damit Bekleidung als „geeignet“ gelten kann, ist in den Sommermonaten ein ausreichender Tragekomfort relevant. Geeignete Bekleidung ist atmungsaktiv. Der Tragekomfort kann auch durch Schlitze oder sogenannte Meshgewebe in Bereichen, die nicht lichtexponiert sind, erhöht werden.

Zusätzlich ist auch extra ausgewiesene UV-Schutzkleidung erhältlich. UV-Schutzkleidung ist insbesondere für Menschen gedacht, die sich viele Stunden in der Sonne aufhalten, weil sie im Freien arbeiten oder Sport treiben. Sie eignet sich auch sehr gut für Kinder sowie für Menschen mit empfindlicher Haut sowie für alle Personen mit Hauttyp I oder II. UV-Schutzkleidung ist daran zu erkennen, dass der UPF-Wert und der Standard, nach dem der UPF ermittelt wurde, ausgewiesen sind.

5.1.3 Schutz der Augen vor UV-Strahlung

5.8	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Bei starker Sonneneinstrahlung soll eine geeignete Sonnenbrille getragen werden. Es soll nie direkt in die am Himmel stehende Sonne geblickt werden. Dies gilt auch beim Tragen einer Sonnenbrille.	
	Starker Konsens	

Neben dem Schutz der Haut ist der Schutz der Augen vor Sonnenstrahlung von großer Bedeutung, da UV-Strahlung auch am und im Auge akute und chronische Schädigungen hervorrufen kann (s. Kapitel 4.3.3). Auch am Auge können Melanome, Basalzell-

und Plattenepithelkarzinome entstehen. Daher wurde der Schutz der Augen in die Empfehlungen für die primäre Prävention von Hautkrebs aufgenommen. Zum Schutz der Augen dient bei starker Sonneneinstrahlung eine geeignete Sonnenbrille. Die Eignung ist gegeben, wenn die Sonnenbrille das Zeichen „UV400“ aufweist, ausreichenden Schutz gegenüber seitlich einfallender UV-Strahlung bietet und der Norm DIN EN ISO 12312 für Sonnenbrillen entspricht. Insgesamt ist auf ausreichenden Seitenschutz bei Sonnenbrillen zu achten.

Durch den direkten Blick in die hoch am Himmel stehende Sonne können schon in kürzester Zeit irreversible Schäden bis hin zur Erblindung auftreten. Dies gilt auch bei der Verwendung von Sonnenbrillen. Sonnenbrillen sind zur Beobachtung der Sonne nicht geeignet. Nur mit speziellen Sonnenschutzfiltern mit sehr hoher Strahlungsabsorption können z. B. Sonnenfinsternisse ungefährdet beobachtet werden. Lediglich bei Sonnenaufgang und bei Sonnenuntergang ist der Einsatz von Augenschutzfiltern nicht nötig.

Empfehlungen zum UV-Schutzes der Augen werden unter anderem im WHO-Leitfaden „The Global Solar UV Index“ ausgesprochen [355]. In dieser ist die Sonnenbrillennutzung ab einem UV-Index Wert von UVI 3 oder mehr empfohlen. Ferner wird empfohlen, dass Sonnenbrillen insbesondere am Wasser sowie im Schnee und in den hohen Bergen getragen werden.

5.1.4 Anwendung von Sonnenschutzmitteln

Im Kontext dieser Leitlinie werden unter Sonnenschutzmitteln flüssige (Lösungen), halbfeste (Cremes, Lotionen) oder feste (Puder) Mittel verstanden, die zum Zweck des Schutzes vor UV-Strahlung auf die Haut aufgetragen werden. Sonnenschutzmittel enthalten UV-Filter, die ausschließlich oder überwiegend dazu bestimmt sind, die Haut durch Absorption, Reflexion und Streuung vor UV-Strahlung zu schützen. UV-Filter in Sonnenschutzmitteln sind für die Wirksamkeit der Produkte zum Schutz der Haut vor UV-Strahlung essenziell. Um einen möglichst breitbandigen Schutz zu erzielen, d.h. die Wellenlängen der UVA- und UVB-Strahlung (= 280-400nm) möglichst vollständig abzudecken, kommen in der Regel Filter-Kombinationen zum Einsatz. Meist handelt es sich um molekular-dispers gelöste Filter, die in der Regel mit partikulären (nicht gelösten) Filtern kombiniert werden. Bei den partikulären Filtern handelt es sich meist um Zinkoxid (ZnO) und Titandioxid (TiO2) bzw. um Methylen-bis-Benzotriazolyltetramethylbutylphenol (MBBT) oder Tris-Biphenyl-Triazin (TBPT). Diese Filter liegen in mikro- (>100nm) oder nano-partikulärer (< 100nm) Form vor und verstärken zusätzlich die Wirkung der molekular-dispers gelösten Filter. In Europa sind Sonnenschutzmittel meist kosmetische Mittel, einige Produkte sind auch als Medizinprodukte auf dem Markt. Als kosmetische Mittel im Sinne der entsprechenden EU-Verordnung (EU-Verordnung (EG) Nr. 1223/2009) haben Sonnenschutzmittel unter anderem den Zweck, die äußerlichen Teile des menschlichen Körpers (hier insbesondere Haut und Lippen) zu „schützen“ und sie in „gutem Zustand“ zu halten. Neben diesen allgemeinen Auslobungen zum Schutz und zur Förderung der Gesundheit können kosmetische Mittel per Gesetz keine spezifischen Gesundheitsversprechen, wie beispielsweise Schutz vor Hautkrebs, machen [361]. Da UV-Strahlung jedoch der Hauptrisikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs ist (siehe Kapitel 0), ist eine protektive Wirkung von Sonnenschutzmitteln nicht unwahrscheinlich. Dieses wird daher im Folgenden genauer analysiert.

5.1.4.1 Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln

5.1.4.1.1 Allgemeine Wirksamkeit

5.9	Evidenzbasiertes Statement	modifiziert 2026
ST	Auf Basis der in der systematischen Recherche identifizierten Evidenz kann nicht eingeschätzt werden, ob Sonnenschutzmittel einen ausreichenden Schutz vor Hautkrebs bieten.	
Evidenzlevel **2 - 4** Oxford 2011	2: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 3: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 4: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose [350], [351], [352], [353], [354], [340], [344], [341], [342], [343], [345], [346], [347], [348], [349]	
	Konsens	

5.10	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Sonnenschutzmittel sollen auf alle Hautstellen aufgetragen werden, die nicht durch Kleidung geschützt sind.	
Evidenzlevel **2 - 4** Oxford 2011	2: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetriee 3: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 4: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose [350], [351], [352], [353], [354], [340], [341], [342], [343], [344], [345], [346], [347], [348], [349]	
	Starker Konsens	

5.11	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Auch bei Anwendung von Sonnenschutzmitteln soll die Zeitspanne intensiver UV-Exposition so kurz wie möglich gehalten werden.	
Evidenzlevel **2 - 4** Oxford 2011	2: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 3: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 4: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose [350], [351], [352], [353], [354], [340], [341], [342], [343], [344], [345], [346], [347], [348], [349]	
	Starker Konsens	

Die Empfehlungen der Leitliniengruppe basieren auf zwei systematischen Recherchen zur Frage der Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln (Details siehe Leitlinienreport):

Recherche 1: Unter Einschluss von systematischen Reviews wurde untersucht, ob das Hautkrebsrisiko durch die Anwendung von Sonnenschutzmitteln beeinflusst wird (primäre Endpunkte: Hautkrebsarten).

Recherche 2: Unter Berücksichtigung von randomisierten kontrollierten Studien (RCTs, engl. randomized controlled trial) mit natürlicher UV-Strahlung wurde der Endpunkt Sonnenbrand fokussiert, der in keinem der inkludierten systematischen Reviews von Recherche 1 betrachtet wurde.

Die Zusammenfassung der aus den beiden Recherchen verfügbaren Evidenz lässt erkennen, dass sich aus den bisher verfügbaren Studien für Sonnenschutzmittel kein bzw. nur ein geringer Schutz vor Hautkrebs und dies nur bei bestimmten Arten (Plattenepithelkarzinom (PEK) und seine Vorstufe, die aktinische Keratose (AK)), ergibt.
In Studien mit kontrollierten, standardisierten Interventionen wurde nachgewiesen, dass Sonnenschutzmittel generell einen gewissen Schutz vor rasch auftretenden UV-Strahlungsschäden der Haut (hier: Sonnenbrand) bieten können. Sonnenschutzmittel verzögern das Auftreten von Sonnenbränden, verhindern es aber nicht. Sonnenschutzmittel bieten somit keinen vollumfänglichen Schutz vor UV-Strahlung und Hautkrebs – ein risikofreier Aufenthalt in der Sonne ist damit nicht möglich.
Warum sich der theoretische und für den Sonnenbrand bestätigte präventive Effekt der Sonnenschutzmittel nicht eindeutig auch für den Hautkrebs zeigt, hat verschiedene Gründe. Zum einen müssen das multifaktorielle Geschehen und der lange Entwicklungsverlauf der Hautkrebsentstehung bedacht werden. Zum anderen ist UV-Schutz durch topische Produkte nur ein Aspekt von vielen weiteren, wie beispielsweise genetische Prädisposition, Verhalten, Beruf oder geografische Lage, welche die individuelle Wirkung von UV-Strahlung über lange Zeiträume beeinflussen. Ein alleiniger Effekt von Sonnenschutzmitteln auf das Hautkrebsgeschehen ist damit durch Studien schwer abbildbar.

Zudem weisen die eingeschlossenen Studien erhebliche Limitationen auf. Neben der eingeschränkten Aussagekraft durch (meist retrospektive) Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien ist vor allem die unzureichende Charakterisierung der angewendeten Sonnenschutzprodukte zu kritisieren. Häufig werden in solchen Studien keine oder unzureichende Informationen zu den angewendeten Produkten wie Lichtschutzfaktor (LSF), enthaltene UV-Filter oder über das Anwendungsverhalten ausformuliert, so dass eine Interpretation der realen Wirkung von Sonnenschutzmitteln stark eingeschränkt bis unmöglich ist. Dies stellt vor dem Hintergrund der Vielzahl und -falt der Produkte sowie deren enormer Veränderung über die letzten Jahrzehnte eine erhebliche Limitation dar.

Warum sich der Zusammenhang zwischen der Anwendung von Sonnenschutzmitteln und Hautkrebs für die verschiedenen Hautkrebsentitäten unterschiedlich darstellt, könnte mit den unterschiedlich komplexen Entstehungsprozessen dieser Krebsarten (siehe Abschnitt Kapitel 4.1 “Ätiologie von Hautkrebs“) zusammenhängen. Studien adressieren dies bisher nicht. Eindeutigen Einfluss nimmt das Expositionsverhalten (siehe Kapitel 0 "Risikofaktoren"). Das Plattenepithelkarzinom und die Aktinische Keratose treten vornehmlich auf chronisch UV-exponierten Hautarealen auf, sodass ein präventiver Effekt der Sonnenschutzmittel naheliegend ist. Für das Melanom ist die gesamte Ätiolgie dagegen wesentlich vielschichtiger und komplexer, womit

Effekte der Sonnenschutzmittel theoretisch nicht unmittelbar in den Entstehungsprozess eingeordnet werden können.

Genetische Schädigungen (wie z. B. die prä-mutagene, UV-induzierte Cyclobutan-Pyrimidindimere (CPDs)) werden durch UV-Dosen weit unterhalb der Erythemschwelle erzeugt [50], [51]. Sonnenschutzmittel können das Eindringen der UV-Strahlung in die Zellen und dadurch entstehende Schäden in der DNA – welche die Ursachen eines späteren Hautkrebses darstellen – reduzieren [362], aber nicht gänzlich verhindern [363], sodass die genetische Schädigung dennoch auftritt. Zudem ist aus verhaltensorientierten Studien bekannt, dass die Verwendung von Sonnenschutzmitteln häufig dazu führt, dass sich Menschen aufgrund eines falschen Sicherheitsgefühls länger und intensiverer UV-Strahlung aussetzen [364], [365]. So ist es möglich, dass die theoretisch existierenden protektiven Effekte der Sonnenschutzmittel hinsichtlich der Entstehung von Hautkrebs durch das veränderte Expositionsverhalten in der Praxis reduziert, aufgehoben oder gar konterkariert werden. Dies wird vor allem für das Melanom diskutiert.

Vor dem Hintergrund der indifferenten Evidenz zum Einfluss der Sonnenschutzmittel auf Hautkrebs und dem ebenfalls nicht vollumfänglichen Schutz vor Sonnenbrand werden Sonnenschutzmittel in der Empfehlung 5.1 explizit erst an dritter Stelle aufgeführt.

Weitere Beschreibung der berücksichtigten Evidenz:

Einfluss von Sonnenschutzmittel auf die Entstehung von Hautkrebs: Zum Einfluss der Sonnenschutzmittel auf Hautkrebs wurden in der systematischen Recherche systematische Übersichtsarbeiten der Jahre 2014 bis 2021 einbezogen [366], [353], [351], [354], [352]. Die vollständigen Evidenzberichte und die Bewertungen der Evidenz finden sich im Leitlinienreport sowie in den Evidenztabellen. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Basalzellkarzinom:

Die Übersichtsarbeiten von Rönsch et al. [353], Sánchez et al. [354] und Silva et al. [352] schließen für den Suchzeitraum bis 01/2020 eine randomisierte kontrollierte Studie (RCT), zwei Fall-Kontroll-Studien und eine nicht randomisierte kontrollierte Studie ein. Metaanalysen liegen nicht vor. Die Ergebnisse der eingeschlossenen RCT (Nambour-Studie, Auswertungen durch Green et al. und van der Pols et al.[367], [368]) zeigten im Vergleich zwischen der Interventions- (= tägliche Anwendung von Sonnenschutzmitteln mit Lichtschutzfaktor 16) und Kontrollgruppe (= Anwendung nach eigenem Ermessen) bei beiden durchgeführten Auswertungen (mit unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen) keinen statistisch signifikanten Unterschied für das Inzidenzratenverhältnis der vom Basalzellkarzinom betroffenen Personen (Green et al.: 1,03 (95% KI 0,73; 1,46; van der Pols et al.: 1,02 (95% KI 0,78; 1,35)) sowie für das Inzidenzratenverhältnis der Basalzellkarzinome (Green et al.: 1,05 (95% KI 0,82; 1,34), van der Pols et al.: 0,87 (95% KI 0,64; 1,20). Auch bei den anderen im Review eingeschlossenen Studien (siehe Leitlinienreport) zeigten die Ergebnisse in eine vergleichbare Richtung. Die betrachteten Studien lassen somit keinen Zusammenhang der Nutzung von Sonnenschutzmitteln und der Inzidenz von Basalzellkarzinomen erkennen.

Plattenepithelkarzinom:

Die Evidenz zur Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln auf die Entstehung des Plattenepithelkarzinoms wird durch die Übersichtsarbeiten von Rönsch et al. [353] und Silva et al. [352] durch fünf Publikationen zu vier Primärstudien (eine RCT, eine Fall-Kontroll-Studie, eine Kohortenstudie, eine nicht randomisiert kontrollierte Studie) zusammengefasst. Die Ergebnisse der eingeschlossenen randomisiert kontrollierten Studie (oben bereits erwähnte Nambour-Studie: Vergleich Anwendung LSF 16 vs. nach eigenem Ermessen) legen nahe, dass die tägliche standardisierte Applikation von Sonnenschutzmitteln die Inzidenz von Plattenepithelkarzinomen senken kann. Zwar unterschied sich im Vergleich zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe das Inzidenzratenverhältnis der vom Plattenepithelkarzinom betroffenen Personen nur bei der Auswertung von van der Pols mit längerem Beobachtungszeitraum (= weitere acht Jahre nach Intervention), (0,65 (95% KI 0,45; 0,94)), nicht aber bei den Auswertungen von Green et al. (0,88 (95% KI 0,50; 1,56) [367]. Beide Analysen stellten jedoch statistisch signifikante Unterschiede bei der Inzidenzrate der Plattenepithelkarzinome fest (van der Pols (2006): 0,59 (95% KI 0,38; 0,90), Green et al.: (0,61 (95% KI 0,46; 0,81). Ein ähnliches Bild ergibt sich unter Hinzuziehung aller weiteren Studien (Details siehe Leitlinienreport), welche beschreibende Studiendesigns verwendeten [353]. Die betrachteten Studien deuten also darauf hin, dass die Verwendung von Sonnenschutzmitteln mit einem geringeren Erkrankungsrisiko für das Plattenepithelkarzinom assoziiert ist.

Aktinische Keratosen:

In der Übersichtsarbeit von Rönsch et al. [353] wurden vier Primärstudien zu Aktinischen Keratosen eingeschlossen. Bei drei dieser Studien handelt es sich um randomisiert kontrollierte Studien (RCTs). Nach Analysen von Darlington et al. der bereits oben aufgeführten Nambour-Studie ergab sich für den Vergleich der „täglichen Anwendung“ mit der „nach eigenem Ermessen“ das relative Verhältnis der Anzahl der aktinischen (solaren) Keratosen an den eingecremten Hautarealen 0,78 (95% KI 0,64; 0,96) für den Zeitraum 1992 bis 1994 und 0,94 (95% KI 0,75; 1,19) für den Zeitraum von 1994 bis 1996 [369]. Im Vergleich dazu betrug das relative Verhältnis der Anzahl der aktinischen (solaren) Keratosen am gesamten Körper 0,76 (95% KI 0,62; 0,94) für den Zeitraum 1992 bis 1994 bzw. 0,95 (95% KI 0,75; 1,19) für den Zeitraum 1994 bis 1996. Im Rahmen eines weiteren RCTs mit Vorerkrankten von Naylor et al. wurde die mindestens einmal tägliche Anwendung von Sonnenschutzmitteln mit Lichtschutzfaktor 20 (Intervention) mit der Anwendung des Vehikels (Kontrolle) über einen Zeitraum von zwei Jahren verglichen [370]. In einer für Risikofaktoren adjustierten Regressionsanalyse war die jährliche Rate aktinischer Keratosen in der Interventionsgruppe geringer als in der Kontrollgruppe (13,6 AK/Jahr vs. 21,1 AK/Jahr; Poisson Regression, 36 % Reduktion in jährlicher Rate der aktinischen Keratose, p = 0,001). In der dritten inkludierten RCT von Thompson et al. wurde bei Vorerkrankten über einen Zeitraum von 7 Monaten die mindestens einmal tägliche Anwendung eines Sonnenschutzmittels mit LSF 17 für UVB und Breitspektrumfilter für UVA (Intervention) mit der einer Trägersubstanz ohne aktive Substanz, dafür mit Zusatz von 10% Mineralöl (Kontrolle), verglichen [371]. Im Vergleich zur Kontollgruppe traten in der Interventionsgruppe weniger neue aktinische Keratosen auf (508 vs. 333; Inzidenzratenverhältnis 0,62 (95% KI 0,54; 0,71)) und mehr Remissionen von bestehenden aktinischen Keratosen ein (18% vs. 25%, Chancenverhältnis (OR) 1,53 (95% KI 1,29; 1,80), adjustiert für Geschlecht und Hauttyp). Darüber hinaus ergaben sich Hinweise für eine Dosis-Wirkungs-Beziehung (chi^2 = 6,3; p = 0,04 für neue Läsionen; chi^2 = 13,3; p = 0,001 für Remissionen).

Aktinische Cheilitis:

Die systematische Übersichtsarbeit von Moon et al. [366] identifizierte ein RCT, eine Fall-Kontroll-Studie und zwei Querschnittstudien zum Zusammenhang zwischen Aktinischer Entzündung der Lippen oder Lippenkarzinom und der Anwendung von Sonnenschutzmitteln. Die randomisiert kontrollierte Studie Oliveira-Ribeiro et al. [372] verglich die Kombination aus einer lippenschützenden Substanz (LSF 60) und der Substanz Fludroxycortide mit einer alleinigen Anwendung einer lippenschützenden Substanz (LSF 60) bei Personen mit bestehender aktinischer Entzündung der Lippen (Cheilitis) (n = 23). Bei alleiniger Anwendung einer lippenschützenden Substanz wurden teilweise (4 von 8) oder vollständige Verbesserungen (1 von 8) beobachtet sowie bei drei von acht Personen klinisch unveränderte Läsionen und bei keiner Person eine Verschlechterung. Die Ergebnisse der Beobachtungsstudien sind im Leitlinienreportdargestellt.

Melanom:

Rueegg et al. [351] und Silva et al. [352] haben zur Frage nach der Wirkung der Anwendung von Sonnenschutzmitteln auf das Auftreten von Melanomen Metaanalysen durchgeführt (weitere Analysen und deskriptive Ergebnisse siehe Leitlinienreport).
Rueegg et al. [351] (betrachteter Publikationszeitraum von 1979 bis 02/2018, Probanden: Erwachsene) führten unter Einschluss von einer randomisiert kontrollierten Studie, drei Kohorten-, 23 Fall-Kontroll-Studien sowie einer ökologischen Studie Metanalysen zur Assoziation von „Jemals-“ versus „Niemalsanwendung“ von Sonnenschutzmitteln und dem Melanomrisiko durch (berichtet werden hier: „maximal adjustierter“ gepoolter Effektschätzer; adjustiert u.a. für Alter und Geschlecht erlebte Sonnenbrände, Haut- oder Haarfarbe, weitere siehe Leitlinienreport). Bei sehr geringer Qualität der Evidenz ergab sich aus der gemeinsamen Auswertung von neun krankenhausbasierten Fall-Kontroll-Studien (OR 0,57 (95% KI 0,37; 0,87) I^2 = 85,9%, n = 5 499) sowie in der isolierten Auswertung einer ökologischen Studie (RR 0,48, 95% KI 0,35; 0,66) n = 11 535), dass die Jemalsanwendung von Sonnenschutzmitteln im Vergleich zur Niemalsanwendung invers mit dem Endpunkt „Melanom“ assoziiert war. Eine gemeinsame Auswertung von acht populationsbasierten Fall-Kontroll-Studien (OR 1,17 (95% KI 0,90; 1,51) I^2 = 81,4%, n = 10 256) und einer randomisierten kontrollierten Studie (HR 0,49 (95% KI 0,24; 1,01) n = 1 621) ergaben jeweils keine statistisch signifikante Assoziation. In einer gemeinsamen Auswertung von drei prospektiven Kohortenstudien errechnete sich für den Vergleich der Jemalsanwendung von Sonnenschutzmitteln mit der Niemalsanwendung eine positive Assoziation zum Endpunkt Melanom (HR 1,27 (95% KI 1,07; 1,51) I^2 = 30,8%, n = 323 754).
Silva et al. [352] bilden mit ihrer systematischen Übersichtsarbeit den Publikationszeitraum bis 05/2017 ab und berücksichtigten in ihrer Metaanalyse 25 Beobachtungsstudien. Mit dem Modell der zufälligen Effekte wurde keine statistisch signifikante Assoziation zwischen der Anwendung von Sonnenschutzmitteln und dem Endpunkt „Melanom“ errechnet (OR 1,10 (95% KI 0,92; 1,33) I^2 = 89,4%, 203 948 Teilnehmer, 9 813 Fälle).

Einfluss der Verwendung von Sonnenschutzmitteln auf Sonnenbrand:

Um den Einfluss von Sonnenschutzmitteln auf Sonnenbrand zu untersuchen, wurde im Februar 2024 eine weitere systematische Literaturrecherche durchgeführt. Randomisiert kontrollierten Studien wurden narrativ synthetisiert, wenn sie den Einfluss der Anwendung von Sonnenschutzmitteln auf den Sonnenbrand bei Menschen unter natürlicher UV-Exposition untersuchten (Details siehe Leitlinienreport und Evidenztabellen).

Insgesamt konnten durch die systematische Recherche 10 Publikationen eingeschlossen werden. Bei einem Großteil (8/10) kam ein intraindividuelles Studiendesign (z. B. split-face) zur Anwendung, bei dem gesunde Teilnehmende (9/10) in den Sommermonaten in UV-strahlungsintensiven Regionen (8/10) exponiert wurden. Die Spanne der Lichtschutzfaktoren der untersuchten Sonnenschutzmittel reichte von 15 bis 100+. Darüber hinaus wurde ein Vergleich zwischen der Anwendung eines Sonnenschutzmittels (LSF 100+) und der Nutzung eines Sonnenschirms vorgenommen [349]. Die am häufigsten untersuchten Endpunkte waren klinische Erythemscores (Skalierung zwischen fünf und 10 möglichen Ausprägungen) und die Colorimetrie zur Messung des Rötungsgrades der Haut (Details siehe Tabelle 6 in Leitlinienreport). Aufgrund der Heterogenität der eingeschlossenen Primärstudien konnte keine Metaanalyse durchgeführt werden. Um die Ergebnisse der Primärstudien dennoch vergleichen und einordnen zu können, wurden diese, ebenso wie Baselinecharakteristika, tabellarisch dargestellt (siehe Tabellen 6 und 7 im Leitlinienreport). Zusammenfassend lassen sich aus den identifizierten Studien folgende Ergebnisse berichten:

- Trotz der Verwendung von Sonnenschutzmitteln konnten Sonnenbrände auftreten (protection failure).
- Im Vergleich zu sonnenexponierten ungeschützten Hautarealen trat durch die Verwendung von Sonnenschutzmitteln an diesen Hautarealen statistisch signifikant seltener Sonnenbrand auf.
- Im Vergleich zu abgedeckten Hautarealen (Cave: in den Studien wurde nicht definiert womit abgedeckt wurde) trat bei der Verwendung von Sonnenschutzmitteln mit LSF 50+ statistisch signifikant häufiger Sonnenbrand auf.
- Bei Verwendung von Produkten mit LSF 15 trat statistisch signifikant häufiger Sonnenbrand auf als bei Produkten mit LSF 30.
- Bei Verwendung von Produkten mit LSF 15 und 30 trat statistisch signifikant häufiger Sonnenbrand auf als bei Produkten mit LSF 50/50+.
- Bei Verwendung von Produkten mit LSF 50 vs. LSF 50+ ließen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Entstehung von Sonnenbrand verzeichnen.
- Die Vergleiche zweier Produkte mit LSF 50+ vs. 100+ zeigten statistisch signifikante Unterschiede zugunsten des höheren LSF.
- Im Vergleich zum UV-Schutz durch den alleinigen Schatten eines handelsüblichen Sonnenschirms in Wassernähe am Strand, kam es durch die Verwendung von Sonnenschutzmittel (LSF 100+) in gleicher Expositionssituation zu statistisch signifikant weniger Sonnenbränden.

5.1.4.1.2 Einfluss von Produktcharakteristika auf die Wirksamkeit

5.12	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Es sollen Sonnenschutzmittel mit hohem bzw. sehr hohem Schutz angewendet werden.	
Evidenzlevel **2, 3** Oxford 2011	2: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 3: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie [340], [341], [342], [343], [344], [345], [346], [347], [348], [349]	
	Starker Konsens	

5.13	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Der Lichtschutzfaktor (LSF/SPF) soll nicht dafür verwendet werden, die Zeit bis zum Auftreten eines Sonnenbrandes und damit eine vermeintliche risikofreie Zeit zu berechnen.	
	Starker Konsens	

Bei den betrachteten systematischen Reviews und RCTs ist eine beträchtliche Heterogenität bezüglich der Angaben zu den allgemeinen Produktzusammensetzungen, der verwendeten UV-Filter und der Lichtschutzfaktoren (LSF) bei den angewendeten Sonnenschutzmitteln festzustellen. Häufig sind die genauen Produktzusammensetzungen und die enthaltenen UV-Filter (in ihrer Quantität) nicht beschrieben (vor allem bei den systematischen Reviews), was Vergleiche nur selten möglich macht. Hinzu kommt, dass sich der Markt der Sonnenschutzmittel mit ihren UV-Filtern und Filterkombinationen in einem ständigen Wandel befindet und sich auch das Absorptionsspektrum der Sonnenschutzmittel in den letzten 20 Jahren enorm verändert hat. Ältere Produkte sind darum kaum noch mit den heutzutage erwerblichen Produkten vergleichbar. Zudem gibt es keine weltweit einheitliche Regelung bzgl. der Zusammensetzung eines bestimmten Sonnenschutzmittels. Studien, die nicht im europäischen Raum durchgeführt wurden, verwenden damit Sonnenschutzmittel, die so in Europa nicht auf dem Markt waren/sind, was eine Übertragung der Ergebnisse für die deutsche Bevölkerung nochmals erschwert.

Der Lichtschutzfaktor (LSF) beschreibt den Schutz überwiegend im UVB-Bereich. Der experimentelle Endpunkt dieser Bestimmung ist das Erythem oder die minimale Erythem-Dosis (MED, J/m²), die von einer standardisierten Lampe, die ausschließlich UV-Strahlung emittiert, auf geschützter (mit industriell standardisierten Schichtdicke von 2 mg/cm²) oder ungeschützter Haut erzeugt wird. Der Wert ist als theoretische Zahl konzipiert, die angeben soll, um das Wievielfache sich die Zeit der Exposition im Verhältnis zur Eigenschutzzeit der Haut bis zu einem Sonnenbrand verlängert. Hinsichtlich des LSF zeigen die systematischen Auswertungen, dass tendenziell mit dem LSF auch der Schutz vor Sonnenbrand steigt. Allerdings nimmt in den betrachteten

Studien die Größe der Effekte mit dem LSF ab, sodass Unterschiede zwischen einem LSF 50 und LSF 50+ nicht mehr eindeutig sind.

Die Aussagen zu Unterschieden in der Wirksamkeit von Produkten mit unterschiedlichen Lichtschutzfaktoren werden dadurch eingeschränkt, dass sich die auf den Produkten vermerkte Zahl für den LSF (meist ermittelt nach ISO24444) u.a. durch eine hohe Interlaborvariabilität als nicht verlässlich darstellt (Details siehe z. B. [373], [374]). Bei der Interpretation von Studienergebnissen muss daher berücksichtigt werden, dass Produkte durch andere Testverfahren bzw. auch durch die Testung in einem anderen Labor eine andere Einstufung erhalten könnten.

Dieses muss auch für die hier eingeschlossenen Studien angenommen werden. Denn eigens durch die Leitliniengruppe durchgeführte in silico Transmissionsberechnungen der Schutzleistung, die auf den Eigenschaften und Zusammensetzungen der UV-Schutzfilter eines jeweiligen Produkts basieren, ermitteln deutlich niedrigere als bei den Produkten angegebene Werte. Tabelle 17 führt beispielhaft zwei in mehreren Studien verwendete Produkte (die auch heutzutage noch auf dem Markt erhältlich sind) und die in silico errechneten LSF-Werte auf:

Tabelle 19: Ausgewählte Ergebnisse der in silico Determination von Sonnenschutzmitteln in RCTs

Publikation	Produkt	BASF-tool LSF (UVA)	DSM-tool LSF (UVA)
(Verwendet in Kohli et al., 2020; J. D. Williams et al., 2018)	Banana Boat Sport Performance, broad-spectrum LSF 50+ (Edgewell Personal Care Brands, Shelton, CT; containing avobenzone 3%, homosalate 10%, octocrylene 6%	17.0 (9.5)	18.4 (12.5)
(Verwendet in Kohli et al., 2020; Ou-Yang et al., 2017; J. D. Williams et al., 2018)	Neutrogena Ultra Sheer Dry-Touch Sunscreen, broad spectrum LSF 100+ (Neutrogena, Los Angeles, CA; containing avobenzone 3%, homosalate 15%, octisalate 5%, octocrylene 10%, oxybenzone 6%)	37.2 (10.3)	39.5 (13.1)

BASF Sunscreen Simulator. https://care360.basf.com/emea/en/industries/personal-care/core-competencies/all-about-sun/sun-protection/create-calculate-predict---sun-protection-must-be-suitable, Viewed 4.9.24

DSM SUNSCREEN OPTIMIZER™. https://www.sunscreen-optimizer.com/user/login.html, Viewed 4.9.24

Deutlich wird, dass die genannten LSF-Werte erheblich von den errechneten Werten abweichen und eine deutlich geringere Schutzleistung ermittelt wurde. Würden diese in silico berechneten Werte in den Interventionen angenommen, wären die Vergleiche nicht mehr LSF 100+ vs. LSF 50+ sondern LSF 30 vs. LSF 15. Dies hätte erheblichen Einfluss auf die Interpretation des Einflusses des LSF auf die Wirksamkeit des Schutzes vor Sonnenbrand.

Da in den meisten Studien keine quantifizierte Angabe der verwendeten UV-Filter gemacht wurde, ist eine nachträgliche Transmissionsberechnungen der Schutzleistung

aller in den Interventionen angewandten Produkte nicht möglich. In Tabelle 37 im Leitlinienreport sind die in silico Bestimmung der Lichtschutzfaktoren aller in den RCTs angewendeten Sonnenschutzmittel, bei denen prozentuale Angaben zu den verwendeten UV-Filtern gemacht wurden, berichtet. Eine dringend notwendige Plausibilitätsprüfung kann damit vielfach nicht erfolgen und die gemessenen Effekte unterschiedlicher LSF könnten starken Verzerrungen unterliegen.

Es kann jedoch trotz dieses Sachverhaltes von einer höheren Schutzleistung bei Produkten mit höherem Lichtschutzfaktor ausgegangen werden. Die Leitliniengruppe empfiehlt daher die Verwendung von Produkten mit hohem (LSF 30 oder LSF 50) oder sehr hohem Schutz (LSF 50+) und betont den bei allen Produkten bestehenden nicht vollumfänglichen Schutz vor UV-Strahlung.

5.14	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Die Empfehlungen der Europäischen Kommission über die Wirkung von Sonnenschutzmitteln und diesbezüglichen Herstellerangaben (Aktenzeichen K(2006) 4089) sollen durch die Hersteller von Sonnenschutzmitteln umgesetzt werden. Die Zahlenwerte für den Lichtschutzfaktor (LSF) sollen durch die Kategorien „niedriges“, „mittleres“, „hohes“ und „sehr hohes Schutzniveau“ auf dem Produktetikett ersetzt werden.	
	Starker Konsens	

Die Leitliniengruppe sieht Defizite bei der Ermittlung des Lichtschutzfaktors und Anwendung der Methode gemäß ISO 24444. Die bereits im Jahr 2016 festgestellte hohe Interlaborvariabilität bei der LSF-Bestimmung [373] wurde im Jahr 2025 im Rahmen eines umfangreichen Ringversuchs erneut bestätigt [375]. Aussagen in wissenschaftlichen Publikationen oder Bewertungen durch Konsumentenschutzorganisationen, die auf dieser Methode basieren, können daher fehlerbehaftet sein. Im Rahmen des genannten Ringversuchs evaluierte ein Industrie-Konsortium (multi-stakeholder technical consortium (ALT-SPF)) fünf alternative Testmethoden: die «Double Plate Method» (ISO 23675) [376], die «Hybrid Diffuse Reflectance Spectroscopy» (HDRS, ISO 23698) [377], die «Fused Method» [378], die «LED-based Hybrid Diffuse Reflectance Spectroscopy Method» [379] sowie die «In-silico Calculation» [380]. Die In-silico-Methode [380] überzeugt durch ihre einfache Handhabung, die öffentliche Zugänglichkeit sowie die Möglichkeit, interne Herstellerprüfungen oder behördliche Kontrollen effizient und reproduzierbar durchzuführen. Ein wesentlicher Vorteil aller getesteten Methoden besteht darin, dass sie im Gegensatz zur ISO-24444-Methode nicht invasiv sind – es ist keine künstliche Erythem-Bildung bei Probanden erforderlich. Dies entspricht der Forderung der EU, nach Möglichkeit in-vitro-Methoden anzuwenden, die gleichwertige Ergebnisse liefern wie in vivo-Testmethoden [381]. Zudem ist bei diesen Methoden - im Gegensatz zur in-vivo LSF-Bestimmung - zeitgleich auch die Analyse der UVA-Schutzwirkung gegeben. Ein Nachteil dieser Methoden besteht jedoch darin, dass natürliche Schwankungen der Schichtdicke aufgrund von Haut- und Flüssigkeitseigenschaften der Haut der Probanden im Test nicht berücksichtigt werden.

Welche der Methoden sich künftig in Forschung, Entwicklung und Qualitätsprüfung durchsetzen wird, bleibt abzuwarten. Seit 2025 liegen drei ISO-Normen vor, die ein Verfahren zur Bestimmung des Lichtschutzfaktors (LSF) festlegen. Die Angabe des LSF

auf Verpackungen von Sonnenschutzmitteln lässt keine Rückschlüsse auf das jeweils angewandte Messverfahren zu.

Die Leitliniengruppe sieht auch die Praktik der Hersteller kritisch, entgegen den Empfehlungen der Europäischen Kommission (Empfehlung der Europäischen Kommission über die Wirkung von Sonnenschutzmitteln und diesbezüglichen Herstellerangaben (Aktenzeichen K(2006) 4089)) [381], den LSF immer noch am präsentesten auf ihren Produkten zu platzieren. Zumal eine repräsentative Befragung im Auftrag des AOK-Bundesverbands unterstreicht, dass knapp die Hälfte der Befragten nicht genau wusste, was der Lichtschutzfaktor wirklich bedeutet [382].

5.15	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Sonnenschutzmittel sollen Schutz im UVA- und UVB-Bereich gewährleisten und dies soll durch nur eine Kennzeichnung auf dem Produkt sichtbar gemacht werden.	
	Starker Konsens	

UVB- und UVA-Strahlung unterscheiden sich in ihrer Wirkung und haben unterschiedlichen Einfluss auf das Hautkrebsgeschehen. UVB-Strahlung besitzt eine höhere Energie und kann direkt in der Epidermis photochemische Schäden der DNA wie Cyclobutan-Pyrimidin-Dimere (CPD) verursachen. Diese DNA-Veränderungen führen zu Mutationen, die langfristig die Entstehung von Hauttumoren wie Basalzellkarzinomen, Plattenepithelkarzinomen oder Melanomen begünstigen (Details siehe Kapitel 4.2). UVA-Strahlung dringt tiefer in die Dermis und kann ebenfalls mutagene Prozesse fördern. Die genaue Art der Schädigung ist dabei noch deutlich ungeklärter als bei der Schädigung durch UVB-Strahlung. Eine Bildung von CPDs durch UVA-Strahlung konnte ebenfalls festgestellt werden, wenn auch zu einem deutlich geringeren Niveau als bei der UVB-Strahlung. Zusätzliche oxidative DNA-Schäden wie 8-oxo-Guanin sowie Einzelstrangbrüche sind durch UVA-Strahlung ebenfalls nachgewiesen [362], [190], [383]. Beide Strahlungstypen gelten daher als krebserregend und können gemeinsam genetische Veränderungen in Hautzellen auslösen, die zur Karzinogenese beitragen. Es ist daher nötig, dass Sonnenschutzmittel Filter zum Schutz vor UVB- als auch vor UVA-Strahlung beinhalten. Hinsichtlich der Diskussion über die Gewichtung der Schutzleistung im UVB- und UVA-Bereich von Sonnenschutzmitteln nimmt die Leitliniengruppe zum derzeitigen Zeitpunkt keine Stellung. Nach derzeitigem Stand wird in der EU empfohlen, dass Sonnenschutzmittel nur dann mit einem „UVA“-Symbol gekennzeichnet werden dürfen, wenn ihr UVA-Schutz mindestens ein Drittel des ausgewiesenen SPF beträgt.

Darüber hinaus wird die derzeit gängige Praxis, zwei unabhängige Kennzeichnungen für die Schutzcharakterisierung - SPF und UVA-PF als UVA-Logo, als kritisch und nicht verbraucherfreundlich gesehen. Während die den Lichtschutzfaktor definierende Zahl dominant auf der Verpackung platziert ist, ist das UVA-Logo oftmals deutlich kleiner und unauffälliger und vielen Nutzern vermutlich nicht bekannt. Es lässt sich anzweifeln, ob eine fundierte Beurteilung der Höhe des notwendigen Schutzbereichs differenziert zwischen UVA- und UVB-Bereich in der Bevölkerung überhaupt stattfinden kann. Eine einzige Kennzeichnung, durch die die Höhe und Breite der Schutzwirkung vor UV-Strahlung erkennbar ist, ist daher vorzuziehen.

5.16	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Es sollen Sonnenschutzmittel mit einem breitbandigem Leistungsspektrum inkl. ausreichendem UVA-Schutz angewendet werden. Es können sowohl Produkte mit löslichen oder unlöslichen Filtern, als auch mit Kombination beider Filterarten angewendet werden.	
	Starker Konsens	

In allen betrachteten Studien kamen Produkte mit einer Kombination verschiedener löslicher und unlöslicher UV-Filter zum Einsatz und decken somit unterschiedliche Wirkungsspektren (im UVA- und UVB-Bereich) ab. Aussagen hinsichtlich einer jeweiligen Wirksamkeit der einzelnen Filter lassen sich auf Basis der eingeschlossenen Studien nicht treffen. Studien, in denen die Wirksamkeit beider Filterarten miteinander verglichen wurden, konnten im Rahmen der Recherchen nicht identifiziert werden. Aus diesem Grund kann keine Empfehlung für oder gegen einzelne Filter/Filterzusammensetzungen ausgesprochen werden. Dieses gilt auch für Nano-Filter. Vielmehr wird die Notwendigkeit betont, auf Produkte mit (sehr) hohem LSF (gibt die Filterung überwiegend im UVB-Spektrum an) sowie ausreichendem UV-Filteranteil im UVA-Bereich (d.h. UVA-Schutz mind. in Höhe von 1/3 des UVB-Schutzes, erkennbar durch das UVA-Logo) zurückzugreifen.

5.17	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Sonnenschutzmittel in Form von Aerosol-Spray mit Treibgas sollen nicht verwendet werden.	
	Starker Konsens	

Bei Sonnenschutzmitteln in Form von Aerosol-Sprays wird die flüssige Formulierung durch ein unter Druck stehendes Treibmittel (z.B. Propan oder Butan) durch eine Düse gepresst und tritt als feiner Sprühnebel aus. Laut einer Australischen Studie erreicht ein Großteil des Produkts bei dieser Auftragungsart unter normalen Windverhältnissen nicht die Haut, sondern wird vom Wind davongetragen [384]. Zudem ist die Gefahr des Einatmens des Produkts deutlich erhöht und auch der Eintrag in die Umwelt ist größer. Daher orientiert sich die Leitliniengruppe an der Empfehlung der Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency und rät von der Verwendung solcher Sprays ab (https://www.arpansa.gov.au/news/aerosol-sunscreens-inadequate-uv-coverage).

5.18	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Für Produkte, die zwar UV-Filter enthalten, jedoch nicht primär dem UV-Schutz dienen (z. B. Tagescreme oder Make-up), soll auch die Empfehlung der Europäischen Kommission über die Wirkung von Sonnenschutzmitteln und diesbezüglichen Herstellerangaben (Aktenzeichen K(2006) 4089) gelten.	
	Starker Konsens	

Zahlreiche Produkte enthalten UV-Filter und haben auf der Verpackung die Höhe des Lichtschutzfaktors vermerkt (z. B. Tagescremes und Make-Up). Diese werden derzeit jedoch nicht als Sonnenschutzmittel klassifiziert, womit die Empfehlung der Europäischen Kommission über die Wirkung von Sonnenschutzmitteln und diesbezüglichen Herstellerangaben (Aktenzeichen K(2006) 4089) für diese Produkte nicht greift. Dies führt dazu, dass beispielsweise auf diesen Produkten bisher nicht die für die Sonnenschutzmittel empfohlenen Anwendungs- und Warnhinweise abgedruckt werden, was zu einem überhöhten Sicherheitsgefühl bei der Anwendung der Produkte führen könnte.

5.1.4.1.3 Einfluss der Anwendung auf die Wirksamkeit

5.19	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Sonnenschutzmittel sollen: • vor der Sonnenexposition, • gleichmäßig auf allen freien Hautflächen, • in ausreichender Menge, • nach Abrieb (spätestens nach 2 Stunden) und nach dem Baden erneut aufgetragen werden, da Nachcremen die Wirkung erhält. Wiederholtes Auftragen verlängert die Schutzzeit nicht.	
Evidenzlevel **2, 3** Oxford 2011	2: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 3: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie [340], [341], [342], [343], [344], [345], [347], [346], [348], [349]	
	Starker Konsens	

Die Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln hängt nicht nur von den Produkteigenschaften ab, sondern auch von der Anwendung (Auftragungsfrequenz, -dicke, -gleichmäßigkeit). Bei den Recherchen zum Zusammenhang von Sonnenschutzmitteln und Hautkrebs auf der Ebene von systematischen Reviews konnten kaum anwendungsbezogene Hintergründe extrahiert werden. Auch in den eingeschlossenen RCTs zum Einfluss der Sonnenschutzmittel auf den Sonnenbrand konnten keine Studien identifiziert werden, in denen verschiedene Anwendungsverhaltensweisen gegeneinander getestet wurden. Allerdings wurde hier die Anwendung hinsichtlich Auftragungszeit, -

menge und -frequenz beobachtet oder standardisiert, so dass sich als Übertragung der Ergebnisse Empfehlungen zur Anwendung aussprechen lassen. Zudem wurden einige Subgruppenanalysen durchgeführt:

Auftragungsmenge: Für die in vitro Bestimmung des LSF nach ISO244444 ist eine Auftragungsmenge von 2mg/cm2 nötig. Diese Auftragungsmenge wurde auch bei den meisten hier berücksichtigten RCTs praktiziert. In fünf RCTs [340], [341], [343], [344], [345] wurde die Auftragungsmenge standardisiert auf 2mg/cm², in vier Studien [385], [348], [350] wurden die Probanden bei erstmaliger Auftragung mit Vermerk auf die Menge von 2mg/cm² supervisiert und/oder instruiert und in nur einer einzigen Studie wurden die Teilnehmenden gebeten, das Produkt so „wie gewöhnlich“ zu applizieren [346]. Das bedeutet, dass die Wirksamkeit der Produkte damit meist für die standardisierte Auftragung aber nicht für die Alltagsanwendung überprüft wurde.

Bei den in der hier durchgeführten Evidenzanalyse betrachteten RCTs wurde lediglich von Kohli et al. [385] in Form von Post-hoc-Subgruppenanalysen die Auftragungsmenge als Einflussfaktor auf die Entstehung des Sonnenbrands berücksichtigt. Die durchgeführten Subgruppenanalysen deuten auf den negativen Einfluss einer geringeren Auftragungsmenge hin. War die Auftragedichte auf der mit LSF 50+ versorgten Gesichtshälfte um mehr als 0,7 mg/cm² höher als auf der mit LSF 100+ versorgten Gesichtshälfte, so unterschieden sich der klinische Erythemscore (mittlere Differenz (MD) 0,072) sowie die Colorimetrieergebnisse (-0.413) kaum. Es wurden keine Konfidenzintervalle berichtet. Bei Personen, bei denen die Auftragedichte von LSF 50+ und 100+ im Seitenvergleich ähnlich war (Unterschied ≤ 0,7 mg/cm²), unterschieden sich der klinische Erythemscore (MD -0,095; 95% KI: -0,144; -0,046) sowie die Colorimetrieergebnisse (MD -0.266 95% KI: -0.485; -0.046) jeweils zugunsten des LSF 100+ statistisch signifikant. Etwas deutlicher wurden die Unterschiede im Seitenvergleich, wenn die Auftragedichte des LSF 100+ die des LSF 50+ um mehr als 0,7mg/cm² übertraf (klinischer Erythemscore: MD -0,102 (95% KI: -0,184; -0,020) bzw. Colorimetrie: MD -0.390 (95% KI: -0.769; -0.010)).

Darüberhinausgehende, speziell zu dieser Fragestellung durchgeführte, nicht randomisierte Studien bestätigen dies und verdeutlichen, dass die Auftragungsmenge unmittelbar Einfluss auf die Schutzleistung der Produkte hat [386], [387].

Verbraucherstudien zeigen, dass Produkte im Alltag in der Regel viel dünner als empfohlen (2mg/cm²) aufgetragen werden (siehe z. B. Heerfordt et al. [388]), wodurch eine geringere Schutzleistung der Produkte in der alltäglichen Anwendung angenommen werden muss. Um sowohl die Effekte der eingeschlossenen Studien als auch den nach ISO 24444 ermittelten Lichtschutzfaktor zu erreichen, müsste daher eine größere Auftragungsmenge in der alltäglichen Anwendung praktiziert oder die Auftragungsmenge durch zweimaliges Auftragen erhöht werden. Für den derzeitigen Standard von 2mg/cm2 muss ein Erwachsener (ca. 1,5 - 2 m² Haut) ungefähr 30 bis 40 ml Sonnenschutzmittel für den gesamten Körper verwenden. Dies entspricht etwa 1/5 einer handelsüblichen 200ml-Flasche, was verbraucherseits vielfach als unrealistische und nicht praktikable Menge angesehen wird.

Gleichmäßiges Auftragen vor der Sonnenexposition, Abrieb und Re-Applikation:

Weitere relevante Faktoren bei der Anwendung sind die gleichmäßige Auftragung sowie die Auftragung vor dem Beginn der Sonnenexposition. Beides wurde in den hier betrachteten RCTs standardisiert. Die in den RCTs gezeigten Effekte können daher nur dann repliziert werden, wenn das Sonnenschutzmittel gleichmäßig auf allen freien

Hautflächen aufgetragen wird und die erstmalige Auftragung vor Beginn der Sonnenexposition erfolgt und nicht erst während des Aufenthaltes in der Sonne.

Weiterhin ist zu beachten, dass im Alltag ein Abrieb und Lösen der Sonnencreme durch Schwitzen, Baden und Reibung beispielsweise an Kleidung oder Handtüchern stattfindet. Der Abrieb ist unmittelbar nach dem Auftragen stärker, wenn Sonnenschutzmittel noch nicht angetrocknet sind. Dies kann verglichen werden mit Farbe an einer Wand, die zwar sofort nach dem Streichen die Wand schon färbt, bei Berührung in frischem Zustand jedoch noch abgetragen wird. Um einen erhöhten Abrieb durch Kleidung und Berührung zu vermeiden, wird das Antrocknen lassen durch Auftragen einige Zeit vor der Exposition empfohlen. Wie stark der Abrieb stattfindet, konnte auf Basis der hier durchgeführten systematischen Analysen nicht ermittelt werden. Eine nicht systematisch betrachtete Primärstudie mit Außenarbeitenden zeigte einen Abrieb des Sonnenschutzmittels im Laufe eines Arbeitstages von über 30 % [389].

Der Einfluss der Re-Applikation auf die Erythementstehung wurde in den betrachteten RCTs lediglich von Williams et al. [346] untersucht, in der Probanden eine Gesichtshälfte mit einem Produkt mit LSF 50+ und eine Hälfte mit einem Produkt mit 100+ eingecremten. Die Auswertungen sind jedoch schwer interpretier- und verallgemeinerbar. Der prozentuale Anteil der Personen, die auf der mit LSF 50+ versorgten Gesichtshälfte stärker sonnenverbrannt waren, betrug bei keiner Re-Applikation 52,4%, bei einer 59,3% und bei ≥ 2 Reapplikationen 54,7%. Der prozentuale Anteil der Personen, die auf der mit LSF 100+ versorgten Gesichtshälfte stärker sonnenverbrannt waren, betrug bei keiner Re-Applikation 3,2%, bei einer 6,2% und bei ≥ 2 Reapplikationen 5,7%. Der prozentuale Anteil der Personen, die keinen Unterschied in der Erythemausprägung im Seitenvergleich aufwiesen, betrug bei keiner Re-Applikation 44,4%, bei einer 34,6% und bei ≥ 2 Reapplikationen 39,6%. In weiteren nicht systematisch identifizierten Studien zeigte die Re-Applikationen kaum Effekte auf die Entstehung von Erythemen [390], [391]. In den Studien wurde jedoch meist mit der standardisierten Auftragungsmenge von 2mg/cm^2 gearbeitet und nicht mit der realisitischen Menge im Alltag. Neben dem Abrieb der Produkte auf der Haut begründet die Leitliniengruppe ihre Empfehlung der Re-Applikation alle zwei Stunden daher zusätzlich mit der im Alltag stark reduzierten Auftragungsmenge und häufig nicht gleichmäßigen Auftragung auf alle Hautstellen und erhofft sich durch Re-Applikationen einen Ausgleich dieser Defizite, wie er z. B. in der Studie von Heerfordt et al. gezeigt wurde [388].

5.1.4.2 Sicherheit, Nutzerperspektive/-kommunikation und Umwelteinwirkungen von Sonnenschutzmitteln

5.1.4.2.1 Sicherheit von Sonnenschutzmitteln

Die Leitliniengruppe verweist auf die in der Europäischen Union bestehenden Regulierungen und verzichtet auf eine eigene Risikoeinschätzung zu Sonnenschutzmitteln. Laut der in der Europäischen Union bestehenden Regelungen müssen die auf dem Markt bereitgestellten kosmetischen Mittel bei normaler oder vernünftigerweise vorhersehbarer Verwendung für die menschliche Gesundheit sicher sein. In Deutschland bewertet das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) mit Unterstützung der Kosmetik-Kommission die Risiken von Inhaltsstoffen kosmetischer Mittel. Im Rahmen der Leitlinie wird auf einige Aspekte eingegangen, die gegebenenfalls für die Einordnung von Medienberichten sowie für die Kommunikation mit Bürgerinnen und Bürgern bzw. mit Patientinnen und Patienten hilfreich sein können:

Sonnenschutzmittel fallen unter die Verordnung (EG) 1223/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über kosmetische Mittel. Die Verordnung enthält u. a. konkrete Regelungen zu erlaubten Farbstoffen, Konservierungsstoffen und UV-Filtern. So dürfen nur die im Anhang VI der Verordnung gelisteten UV-Filter in den angegebenen Höchstkonzentrationen und in der angegebenen Form eingesetzt werden (Positivliste). Bevor ein Stoff in kosmetischen Mitteln zugelassen wird, muss dessen Sicherheit durch eine umfassende toxikologische Bewertung beurteilt werden.

Im Anhang VI der EU-Kosmetikverordnung sind derzeit 32 UV-Filter (plus zwei Nanoformen) gelistet. Die Liste beruht auf Stellungnahmen des Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), in denen der jeweils aktuelle Stand der Wissenschaft aufgearbeitet wird. Das Vorgehen für die Risikobewertung ist in den SCCS notes of Guidance for the Testing of Cosmetic Ingredients and their safety evaluation, 12. Revision vom 15.05.2023 beschrieben (https://health.ec.europa.eu/latest-updates/sccs-notes-guidance-testing-cosmetic-ingredients-and-their-safety-evaluation-12th-revision-2023-05-16_en).

Bewertet werden Einzelsubstanzen. Für die Sicherheit des Gesamtprodukts sind die Hersteller verantwortlich. Je nach Substanz werden die für die menschliche Gesundheit relevanten Endpunkte betrachtet. Bei der Risikobewertung durch das SCCS werden auch die vorliegenden Daten zur Aufnahme der zu bewertenden Substanz in den Körper betrachtet. Liegen Anhaltspunkte dafür vor, dass eine erneute Überprüfung der Substanz erforderlich ist, beauftragt die Europäische Kommission das SCCS mit einer aktuellen Stellungnahme und ändert auf Basis der Stellungnahme gegebenenfalls die Verordnung. 2019 wurde seitens der Europäischen Kommission eine Liste von in Kosmetika verwendeten Substanzen – darunter auch einige UV-Filter – erstellt, bei denen der Verdacht besteht, dass sie als endokrine Disruptoren wirken könnten. 2020 wurde das SCCS mandatiert, zeitnah Risikobewertungen für diese Substanzen durchzuführen. Welche SCCS-Mandate die Europäische Kommission erteilt hat (d. h. zu welchen Substanzen Stellungnahmen oder Empfehlungen angefordert sind), kann unter https://health.ec.europa.eu/scientific-committees/scientific-committee-consumer-safety-sccs/sccs-mandates_en nachvollzogen werden.

Wichtig: Für Informationen über den aktuellen Stand zulässiger UV-Filter muss unbedingt die jeweils aktuelle Fassung der Kosmetikverordnung herangezogen werden. Unter dem Link https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32009R1223 sind die konsolidierten Fassungen seit 2009 im Volltext in deutscher Sprache abrufbar.

Weitere Informationen zu möglichen gesundheitlichen Risiken von Sonnenschutzmitteln wurden vom Bundesamt für Risikobewertung unter folgendem Link zusammengestellt https://www.bfr.bund.de/cm/343/sonnencreme-und-co-gibt-es-gesundheitliche-risiken.pdf.

Meldung ernster unerwünschter Wirkungen

Das Auftreten von einzelnen unerwünschten Wirkungen bei der Anwendung von Kosmetika inklusive Sonnenschutzmittel beruht in der Regel auf individuellen ekzematösen (Kontaktdermatitis) oder allergischen Reaktionen und bedeutet nicht automatisch, dass ein Produkt unsicher ist oder nicht rechtskonform hergestellt wurde.

Laut Artikel 23 der Kosmetikverordnung besteht eine Verpflichtung für Hersteller/Importeure und Händler, ernste unerwünschte Wirkungen (die z. B. zu einer

Funktionseinschränkung oder zu einem Krankenhausaufenthalt führen) bei kosmetischen Mitteln, von denen sie Kenntnis bekommen, den zuständigen Behörden zu melden. Melden können betroffene Verbraucher ebenso wie behandelnde Ärzte. Zum Verfahren finden sich weitergehende Informationen beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit unter https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/03_Verbraucherprodukte/03_AntragstellerUnternehmen/02_Kosmetik/02_SUE/bgs_fuerAntragsteller_kosmetik_SUE_node.html.

5.1.4.2.2 Nutzerperspektive und -kommunikation über Sonnenschutzmittel

5.20	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Die Bevölkerung soll über den Nutzen, aber auch über die Limitationen von Sonnenschutzmitteln informiert und für die empfohlene Anwendung sensibilisiert werden.	
	Starker Konsens	

5.21	Konsensbasiertes Statement	neu 2026
EK	Werbende Aussagen, die eine risikofreie/gesunde UV-induzierte Bräunung der Haut durch die Anwendung von Sonnenschutzmitteln suggerieren, sind nach Auffassung der Leitliniengruppe gemäß des „Gesetzes über den unlauteren Wettbewerb“ irreführend.	
	Starker Konsens	

Sonnenschutzmittel sind in der Bevölkerung die bekannteste, bevorzugte und am meisten angewendete UV-Schutzmaßnahme. Nach einer bevölkerungsrepräsentativen Umfrage, die im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz im Jahr 2024 durchgeführt wurde, nutzen 77% der Bevölkerung Sonnenschutzmittel. 55% der Befragten vermeiden lange Aufenthalte in der Sonne und lediglich 17% schützen die Haut mit Kleidung [392]. Die durchschnittliche alltägliche Umsetzung von UV-Schutzmaßnahmen ist damit zum aktuellen Stand nicht konform mit der empfohlenen Priorisierung der Maßnahmen. Ursachen dafür sind vermutlich vielschichtig und lassen sich aufgrund fehlender Evidenz an dieser Stelle nur andeuten.

Ein wichtiger Aspekt dabei kann das bereits oben erwähnte (siehe Kapitel 5.1.4.2) falsche Sicherheitsgefühl bei der Anwendung von Sonnenschutzmitteln sein, das eine Intensivierung und Verlängerung des Aufenthalts in der Sonne zur Folge hat (siehe z. B. [364], [365]). Aus diesem lässt sich eine Überschätzung der Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln in der Bevölkerung ableiten sowie die Annahme, dass die Anwendung auch vor Hautkrebs schützt, auch wenn dies von den Herstellern laut Kosmetikverordnung nicht beworben werden darf.

Darüber hinaus lässt sich davon ausgehen, dass auch das Schönheitsideal der gebräunten Haut eine Rolle bei der Motivation zur Anwendung von Sonnenschutzmitteln spielt. Gebräunte Haut wird häufig mit Attraktivität, Agilität und Gesundheit

verbunden und gilt in vielen Personenkreisen als erstrebenswert (vgl. z. B. [393]). Es besteht der Irrglaube, dass durch die Anwendung von Sonnenschutzmitteln eine „gesunde Bräune“ erreicht werden könne. UV-strahlungsbedingte Bräunung der Haut ist jedoch ein Zeichen für eine bereits erfolgte Schädigung der DNA durch UV-Strahlung. Eine durch UV-Strahlung induzierte gesunde Bräune, d. h. eine risikofreie Bräunung der Haut (= gesunde Bräune) mittels der Anwendung von Sonnenschutzmitteln ist biologisch nicht möglich (siehe hierzu Kapitel 5.1.4). Nicht systematische Marktanalysen der Leitliniengruppe zeigen jedoch, dass Hersteller häufig genau dieses kommunizieren und ihre Produkte damit vermarkten. Aus Sicht der Leitliniengruppe handelt es sich dabei um gezielte Fehlinformationen und Irreführung der Verbraucher.

5.1.4.2.3 Umwelteinwirkungen von Sonnenschutzmitteln

5.22	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Aus Sicht des Umweltschutzes sollte zur Hautkrebsprävention die Vermeidung starker UV-Exposition und das Tragen geeigneter Kleidung gegenüber der Nutzung von Sonnenschutzmitteln bevorzugt sowie der Eintrag von UV-Filtern und weiteren Bestandteilen von Sonnenschutzmitteln in die Umwelt reduziert werden.	
	Starker Konsens	

Die Empfehlung, Sonnenschutzmittel zur Vorbeugung von Hautkrebs anzuwenden, könnte angesichts des Klimawandels und wachsender Weltbevölkerung zu einer Zunahme des Eintrags von UV-Filtern in die aquatische Umwelt führen. Damit würde die Wahrscheinlichkeit von negativen Effekten auf die Umwelt steigen. Über die Nahrungskette könnten UV-Filter und ihre Abbauprodukte auch uns Menschen vermehrt erreichen. So entsteht ein Zielkonflikt zwischen Gesundheitsschutz auf der einen und Umweltschutz auf der anderen Seite. Die Leitliniengruppe hat bei der Ableitung von Empfehlungen auch Aspekte des Umweltschutzes einbezogen, wodurch versucht wird, dem Zielkonflikt zwischen menschlicher Gesundheit und Umweltschutz zu lösen.

Die meisten in den Produkten enthaltenen UV-Filter sind in der Umwelt langlebig, d.h. sie werden in den verschiedenen Umweltmedien, vor allem aber im Wasser, nur langsam abgebaut [394]. UV-Filter machen jedoch nur ca. 10-20% des Sonnenschutzmittels aus. Neben den UV-Filtern sind unterschiedliche Mengen von Duftstoffen, Emulgatoren und Konservierungsmitteln, darunter ätherische Öle, Paraffine, Polyethylenglykol (PEG) und / oder PEG-Derivate, Silikone, synthetische Polymere und Silberverbindungen in den Produkten enthalten, welche ebenfalls Auswirkungen auf die Umwelt haben können. Gleiches gilt für die Kunststoffverpackungen der Produkte. Da diese Inhaltsstoffe in zahlreichen anderen Produkten (insbesondere Kosmetika) breit eingesetzt werden und damit vielfach Eingang in die Umwelt finden, kann der reale Anteil von Sonnenschutzmitteln am Umwelteintrag an dieser Stelle nicht quantifiziert werden, trägt aber zur Empfehlungsbegründung der nachgeordneten Priorität der Sonnenschutzmittel (siehe Empfehlung 5.1) bei.

Beim Baden oder beim Wassersport gelangen Sonnenschutzmittel mit allen Inhaltsstoffen von der menschlichen Haut direkt in die Gewässer (Süß- und Salzwasser). Bei der Körperreinigung nach der Benutzung von Sonnenschutzmitteln kommen diese über das kommunale Abwasser in Kläranlagen, wo sie bislang nicht vollständig

herausgefiltert oder gebunden werden [394], [395], [396], [397]. Sonnenschutzmittel gelangen außerdem als Restinhalt bei der Entsorgung in den Müll. Je nach Behandlung des Mülls (Reinigung und Recycling, Verbrennung, Lagerung) gelangen die Reste dann wiederum ins Abwasser oder ins Oberflächen- und Grundwasser.

Der Eintrag von Sonnenschutzmitteln in die Gewässer der Welt wird zurzeit auf mehrere Tausend Tonnen pro Jahr geschätzt [398], [399]. Die Konzentrationen *löslicher* („organischer") UV-Filter im Trinkwasser, im Abwasser von Kläranlagen und in Gewässern sind regional und saisonal sehr unterschiedlich und schwanken von wenigen Nanogramm bis zu einigen Milligramm pro Liter, abhängig von geografischer Lage, Bevölkerungsdichte und menschlicher Nutzung. Naturgemäß werden an den Küsten beliebter Urlaubsregionen besonders hohe Konzentrationen gefunden [394], [398]. Durch Meeresströmungen verteilen sie sich jedoch weltweit, sogar bis in die Arktis [394]. Da sie zum Großteil fettlöslich sind, akkumulieren sie vor allem in Bereichen mit hohem Anteil organischer Verbindungen und Lipiden, also im Sediment und in Pflanzen und Tieren (Bioakkumulation). Mit dem Anstieg in der Nahrungskette kommt es dann zur Biomagnifikation, d. h. zur Anreicherung der Stoffe in den Lebewesen [394], in Flora und Fauna, im Wasser sowie über die Bewässerung auch an Land. Da wir Menschen an einem Ende der Nahrungskette stehen, kommt es schlussendlich auch bei uns zur Aufnahme von UV-Filtern über das Essen [398].

Der Eintrag unlöslicher UV-Filter (v. a. Zinkoxid und Titandioxid) wird weltweit auf mehrere hundert Tonnen pro Jahr geschätzt [399]. Unlösliche UV-Filter konnten in Flussmündungen und in Küstennähe beliebter Urlaubsregionen in Konzentrationen von einigen Milligramm pro Liter Wasser nachgewiesen werden [399]. Wie sich diese Stoffe im Wasser verhalten, hängt von zahlreichen anderen Inhaltsstoffen des Wassers ab und ist weniger gut geklärt als bei den löslichen UV-Filtern [399]. Sie sind jedoch sehr langlebig und akkumulieren und verteilen sich bei anhaltendem Eintrag weiter in Gewässern.

Lösliche UV-Filter, insbesondere Oxybenzon, können Korallenriffe schädigen, indem sie das Wachstum von Korallen beeinträchtigen, ihre Farbe verblassen lassen, virale Infektionen begünstigen und die Reproduktion stören [400], [401], [396]. Es wird vermutet, dass auch der unlösliche UV-Filter Zinkoxid zur Korallenbleiche beitragen und bakterielle Infektionen begünstigen kann [398]. Diese Auswirkungen sind jedoch schwer von den gravierenden Effekten anderer Stressoren wie Klimawandel, Versauerung durch CO2 oder Meeresverschmutzung durch andere Stoffe zu trennen, so dass unklar ist, welcher konkrete zusätzliche Schadensanteil auf UV-Filter zurückzuführen ist [398]. Klar ist jedoch, dass UV-Filter in der Umwelt einen zusätzlichen Stressfaktor darstellen, der in Summe mit weiteren Faktoren adverse Effekte auf Mobilität und Fortpflanzung sowie erhöhte Sterblichkeit von wasserbewohnenden Lebewesen auslösen kann [394], [402], [396], [399]. Aufgrund dieser Problematik sind verschiedene lösliche UV-Filter in einigen Küsten- und Inselstaaten bereits verboten [403]. Nanopartikel gelten als problematisch, weil sie zunehmend von Lebewesen aufgenommen werden und auch im Menschen nachweisbar sind [399]. Welche toxikologische Bedeutung das für verschiedene Spezies hat, ist aber noch weitgehend unklar.

Umweltbezogene Werbeaussagen (sogenannte Green Claims) auf Sonnenschutzmitteln (z. B. „ozeanfreundlich", „leicht abbaubar", „umweltfreundlich") sind kritisch zu sehen. Zwar dürfen nach dem EU-Wettbewerbs- und Verbraucherrechts ((EU) 2024/825) umweltbezogene Werbeaussagen, die nicht unabhängig geprüft sind oder nicht auf einem transparenten Zertifizierungssystem beruhen, künftig nicht mehr genutzt werden. Aber ob diese unabhängige Prüfung stattgefunden hat, ist für

Verbraucher nur schwer nachvollziehbar. Daher kann die Leitliniengruppe derzeit keine Empfehlung für Sonnenschutzmittel geben, die als besonders umweltfreundlich gekennzeichnet sind

Forschungsbedarf

Trotz erheblicher Fortschritte in der Entwicklung von Sonnenschutzmitteln besteht weiterhin ein signifikanter Forschungsbedarf hinsichtlich der realitätsnahen Bewertung ihrer Wirksamkeit und Sicherheit. Insbesondere sollten Prüfmethoden stärker an den tatsächlichen Anwendungsbedingungen durch Verbraucher orientiert werden. Dazu gehört die Berücksichtigung praxisrelevanter Faktoren wie der realen Auftragungsdicke, der Gleichmäßigkeit der Applikation sowie der Häufigkeit und des Zeitpunkts der Wiederauftragung. Vor diesem Hintergrund ist eine stärkere Gewichtung nicht-klinischer Untersuchungsmethoden erforderlich, um die Leistungsfähigkeit von Sonnenschutzmitteln unter realitätsnahen Bedingungen zu charakterisieren und ihren Beitrag zur Prävention von UV-induziertem Hautkrebs besser zu bewerten.

Darüber hinaus besteht Bedarf an einer Weiterentwicklung und möglichen Neuorientierung der Bestimmung des Lichtschutzfaktors (LSF), wie beispielweise bei Zou et al. [404] und Osterwalder et al. [405] beschrieben. Der betrachtete Endpunkt Erythem ist aufgrund der UV-bedingten Schädigung der DNA weit vor dem Erythem nicht angemessen. In diesem Zusammenhang sollten Methoden zur umfassenden Charakterisierung relevanter Leistungsparameter, die sowohl UVA- als auch UVB-Spektrum umfassen (siehe Empfehlung 5.15), weiter optimiert werden.

Hinsichtlich des UVA-PF/SPF-Verhältnisses von Sonnenschutzmitteln ist eine wissenschaftlich fundierte und interessenkonfliktfreie Bewertung nötig, die unter Einbezug von entsprechender Grundlagenforschung, das Ausmaß der Schädigung durch die unterschiedlichen Strahlungsarten beurteilt und entsprechende Rückschlüsse für die Filterkonzentration schließt.

Neben der Wirksamkeit gewinnt die Bewertung von Umwelteinträgen durch Sonnenschutzprodukte, beispielsweise in aquatische Ökosysteme, zunehmend an Bedeutung und sollte in zukünftige Forschungsprogramme integriert werden.

Schließlich besteht Forschungsbedarf im Bereich der Verbraucherkommunikation. Ziel sollte es sein, wissenschaftlich fundierte und verständliche Informationen über die richtige Anwendung von Sonnenschutzmitteln bereitzustellen, um Fehlanwendungen zu reduzieren, eine Überschätzung der Sicherheit zu vermeiden und den tatsächlichen Schutz vor UV-bedingten Hautschäden und Hautkrebs zu verbessern.

5.1.5 Vermeidung von UV-Expositionen durch künstliche Quellen

5.23	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **A**	Solarien sollen nicht genutzt werden, da dadurch das Risiko für die Entstehung von Hautkrebs, insbesondere des Melanoms, steigt.	
Evidenzlevel **1+, 2-** SIGN	[69], [67], [68], [65], [70], [66]	
	Starker Konsens	

Wie in Kapitel 4.3.2.1.2dargestellt führt die Benutzung von Solarien zu einem erhöhten Hautkrebsrisiko. So zeigt sich, dass das Risiko des Auftretens eines Melanoms bei Solariennutzern im Vergleich zu Nicht-Solariennutzern erhöht ist und mit der Häufigkeit der Solarienbesuche ansteigt. Je jünger der Solariennutzer beim ersten Besuch gewesen ist, desto höher ist auch das Risiko [69], [67], [68], [70]. Ebenso steigt das Risiko der Entstehung eines Basalzellkarzinoms durch die Nutzung von Solarien [65], [66].

Die Empfehlung dieser Leitlinie ist kongruent mit internationalen Empfehlungen: Von WHO, ICNIRP, EUROSKIN, SSK, DKH und ADP wird die Nutzung von Solarien grundsätzlich nicht empfohlen. In der 5. Edition des European Code Against Cancer (ECAC) wurde die Empfehlung im Vergleich zur Vorversion nochmals verschärft und es wird empfohlen, niemals Solarien zu nutzen (von „Do not use sunbeds“ zu „Never use sunbeds“ [406], [407].

Darüber hinaus gibt es in Deutschland seit Juli 2009 ein Gesetz zum Schutz des Menschen vor nichtionisierender Strahlung (NiSG, https://www.gesetze-im-internet.de/nisg/__2.html) und seit 2012 eine entsprechende UV-Schutz-Verordnung (UVSV, https://www.gesetze-im-internet.de/uvsv/), in welchen der Betrieb und die Nutzung von Solarien reguliert werden. Gesetzlich wurde festgelegt, dass Jugendlichen unter 18 Jahren die Nutzung von Solarien nicht gestattet werden darf (§ 4, NiSG). Die Verordnung regelt Anforderungen an den Betrieb von UV-Bestrahlungsgeräten, Einsatz, Aufgaben und Qualifikation von Fachpersonal, Schulung und Fortbildung für Fachpersonal, Informationspflichten gegenüber den Nutzerinnen und Nutzern von Solarien, Dokumentationspflichten derjenigen, die UV-Bestrahlungsgeräte betreiben, sowie Bußgeldvorschriften bei Zuwiderhandlung. Fachpersonal muss für die Überprüfung der UV-Bestrahlungsgeräte sowie für den Kontakt mit den Nutzenden zur Verfügung stehen und die Beratungs- und Informationspflichten gemäß UVSV erfüllen. Im Rahmen der Informationspflicht ist unter anderem anzubieten, einen individuellen Dosierungsplan zu erstellen, wobei unter anderem die Ausschlusskriterien für Menschen mit Hauttyp I und II zu berücksichtigen sind. Gemäß UVSV dürfen seit August 2012 Altgeräte, die nicht der seit 2007 geltenden EU-Vorgabe einer Begrenzung der erythemwirksamen UV-Gesamtbestrahlungsstärke von 0,3 W/m² entsprechen, nicht mehr betrieben werden – ein Wert, der der erythemwirksamen UV-Bestrahlungsstärke am Äquator mittags bei wolkenlosem Himmel entspricht.

5.1.6 UV-Schutzmaßnahmen und die Rolle des Vitamin D

5.24	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Bei Personen mit hohem Hautkrebsrisiko (z. B.: Transplantatempfänger, Immunsupprimierte), die einen konsequenten, umfassenden UV-Schutz betreiben, sollte der Vitamin D-Spiegel überprüft und Vitamin D gegebenenfalls substituiert werden.	
	Starker Konsens	

Durch UVB-Strahlung wird die Synthese des körpereigenen Vitamin D angestoßen. Dies erfolgt ab einer UV-Intensität, die dem UV-Index 3 entspricht. Im Winterhalbjahr, in dem in Deutschland maximale UV-Index-Werte von 1 und 2 erreicht werden, ist eine Vitamin-D-Bildung praktisch unmöglich. Vitamin D spielt für die menschliche Gesundheit eine wichtige Rolle – ein Mangel sollte vermieden werden. UV-Schutzmaßnahmen können die kutane Vitamin D-Synthese verzögern und den Vitamin-D-Spiegel reduzieren. So konnten Schwalfenberg et al. [408] zeigen, dass ein konsequenter Sonnenschutz einen Vitamin D-Mangel begünstigen kann. Ulrich et al. [409] konnten bei organtransplantierten Personen, die einen maximalen Sonnenschutz betrieben, nach 24 Monaten verglichen mit der Kontrollgruppe einen reduzierten Vitamin-D-Serumspiegel feststellen und empfehlen, dass insbesondere bei Risikogruppen (Immunsupprimierte, Transplantierte, etc.), die einen intensiven Sonnenschutz betreiben, der Vitamin D-Spiegel überprüft und gegebenenfalls Vitamin D substituiert werden soll.

Prinzipiell kann keine UV-induzierte Vitamin-D-Synthese ohne die Erhöhung des Risikos für Hautkrebs erfolgen, da die Wirkungsspektren für UV-induzierte DNA-Schäden, für die Entstehung des nicht-melanozytären Hautkrebses, für die Induktion des Erythems sowie für die UV-abhängige Vitamin-D-Synthese nahezu identisch sind [410], [411], [412]. Diese für den Strahlenschutz wichtige Tatsache muss in den Empfehlungen an die Bevölkerung maßgeblich berücksichtigt werden. [413].

5.25	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Für eine ausreichende Vitamin-D-Synthese genügt es, Gesicht, Hände und Arme unbedeckt und ohne Sonnenschutz zwei- bis dreimal pro Woche der Hälfte der minimalen sonnenbrandwirksamen UV-Dosis (0,5 MED) auszusetzen, also der Hälfte der Zeit, in der man sonst ungeschützt einen Sonnenbrand bekommen würde.	
	Starker Konsens	

Im Rahmen eines vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und dem UV-Schutz-Bündnis (www.bfs.de/uv-schutz-buendnis) initiierten fachübergreifenden wissenschaftlichen Diskurses zur Harmonisierung widersprüchlicher Empfehlungen bezüglich der UV-Exposition zur Bildung des körpereigenen Vitamin D, wurde eine konsentierte Empfehlung zu UV-Strahlung und Vitamin D erarbeitet [414]. Insbesondere werden dort folgende Empfehlungen gegeben, die auch in Hinblick auf den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand ihre Gültigkeit bis heute haben:

1. Für eine ausreichende Vitamin-D-Synthese genügt es nach derzeitigen Erkenntnissen, Gesicht, Hände und Arme unbedeckt und ohne Sonnenschutz zwei- bis dreimal pro Woche der Hälfte der minimalen sonnenbrandwirksamen UV-Dosis (0,5 MED) auszusetzen, also der Hälfte der Zeit, in der man sonst ungeschützt einen Sonnenbrand bekommen würde. Beispielsweise bedeutet dies für Menschen mit Hauttyp II bei hohen sonnenbrandwirksamen UV-Bestrahlungsintensitäten (UV-Index 7) rein rechnerisch eine Bestrahlungszeit von circa 12 Minuten.

2. Von starken, nicht ärztlich kontrollierten UV-Bestrahlungen (Sonne oder Solarium) zum Zweck der Vitamin-D-Bildung, der Selbsttherapie eines Vitamin-D-Mangels oder der Bräunung wird dringend abgeraten.

3. Ein Vitamin-D-Mangel kann nur von ärztlicher Seite diagnostiziert und behandelt werden. Eine Supplementierung beziehungsweise Medikation mit Vitamin-D-Präparaten sollte unter ärztlicher Überwachung erfolgen. Säuglinge und Kleinkinder sollen bis zum zweiten erlebten Frühsommer Vitamin-D-Präparate erhalten.

Die maximale Prävitamin-D3-Synthese ist schon bei sub-erythemalen UV-Dosen rasch (innerhalb von Minuten) erreicht. Höhere UV-Dosen führen zu keiner weiteren Erhöhung desPrävitamin-D3-Levels, aber zu einer Erhöhung der UV-induzierten DNA-Schäden und somit zu einer Erhöhung des Hautkrebsrisikos [413].

5.1.7 Nahrungsergänzungsmittel, Nikotin und Koffeinkonsum

5.26	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	Nahrungsergänzung mit Selen, Vitamin A und Beta-Karotin soll nicht als Maßnahme zur Hautkrebsprävention empfohlen werden.	
Evidenzlevel **1++, 1+** SIGN	[367], [415], [369]	
	Starker Konsens	

Eine Meta-Analyse randomisierter klinischer Studien zeigte, dass die Inzidenz von BZK und PEK der Haut durch die Einnahme von antioxidativen Ergänzungsstoffen (Selen, Beta-Karotin, Vitamin A) nicht reduziert werden konnte [415]. Ebenso wurde auch die Entstehung von AKs durch die Einnahme von Beta-Karotin nicht vermindert [369].

Aus Kohorten- oder Interventionsstudien liegen keine gesicherten Ergebnisse vor, die eine bestimmte Ernährungsform als Präventionsstrategie nahelegen.

In der Laienpresse wird verstärkt für die Einnahme von antioxidativen Stoffen wie Selen, Beta-Karotin und Vitamin A als zusätzliche Mittel zum UV-Schutz geworben. Beta-

Karotine haben keine UV-schützende Wirkung. Eine Meta-Analyse zeigte ebenfalls keine klinische Evidenz für den präventiven Effekt von antioxidativen Ergänzungsstoffen auf Hautkrebs [415].

Koffeinhaltige Stoffe

Es liegen Hinweise auf protektive Effekte koffeinhaltiger Lebensmittel auf die Entstehung von Hautkrebs vor. (Primärstudien: [416], [417], Metaanalyse: [418]. Eine Empfehlung für oder gegen bestimmt Verhaltensweisen lässt sich auf Basis der vorliegenden Daten jedoch nicht ableiten.

Die Metaanalyse von Liu et al. [418] kommt zu dem Schluss, dass der Konsum von koffeiniertem Kaffee mit einem verringerten Melanomrisiko assoziiert ist, zumindest für Personen aus der Gruppe mit dem höchsten Kaffeekonsum (RR = 0,81, 95 % CI: 0,68-0,97). Der Effekt koffeinierten Kaffees war für Frauen signifikant (RR = 0,76, 95 % CI: 0,61-0,95) aber nicht für Männer (RR 1,11, 95 % CI: 0,91-1,36). Auf die Dosis bezogen berechneten die Autoren ein um 4,5% reduziertes MM-Risiko (pooled RR = 0,955, 95 % CI: 0,912-0,99) für eine Tasse Kaffee pro Tag im Vergleich zu Nicht-Konsumenten. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass mögliche chemo-präventive Effekte koffeinierten Kaffees weiter untersucht werden müssen. Auch ist die Frage von Confoundern nicht ausreichend geklärt.

Aus der Norwegian Women and Cancer (NOWAC) Studie ergab sich verglichen mit dem geringen Konsum von koffeiniertem Kaffee ein statistisch signifikanter negativer Zusammenhang zwischen gering bis moderatem Konsum koffeinierten Kaffees (> 1-3 Tassen/Tag, HR=0,80; 95 % CI: 0,66-0,98) und moderatem bis hohem Konsum (> 3 Tassen/Tag, HR=0,77; 95 % CI: 0,61-0,97) und dem Risiko eines Malignen Melanoms [416].

Eine prospektive Kohortenstudie (1997-2007) inkludierte Teilnehmer (n = 1.325) einer 1986 durchgeführten und 1992 und 1996 erneut erhobenen Studie über Hautkrebs ein [417]. Den Teilnehmern wurde halbjährlich ein Fragebogen über Verzehrshäufigkeiten von Koffein zugesendet (Einschlusskriterium: mindestens ein ausgefüllter Fragebogen). Berichtete Hautkrebse wurden durch histopathologische Befunde bestätigt. Ganzkörperuntersuchungen der Haut aller aktiven Teilnehmer erfolgten im Jahr 2007. Die Studie beschreibt einen negativen Zusammenhang zwischen täglichem Koffeinkonsum (Kaffee und andere koffeinhaltige Lebensmittel wie schwarzer Tee, Cola, Schokolade) und BZK (RR = 0,96 (95 % CI: 0,87-1,05, p trend = 0,20)), allerdings nur bei Personen mit vorheriger Hautkrebserkrankung und vor allem für Personen mit hohem Koffeinkonsum (entsprechend durchschnittlich vier Tassen regulärem Kaffee) (RR = 0,17 (95 % CI: 0,57-0,97, p trend = 0,025)). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Koffeinkonsum bei Personen mit Hautkrebsdiagnose eine effektive präventive Maßnahme darstellen könnte. Diese gilt vor allem für Personen mit hohem Koffeinkonsum (z. B. durchschnittlich täglich vier Tassen regulären Kaffees). Die Leitliniengruppe kann jedoch die möglicherweise mit starkem Kaffeekonsum verbundenen Risiken nicht beurteilen und enthält sich daher einer Empfehlung

Alkohol und Nikotin

Zu Alkohol und Nikotin können im Zusammenhang mit der Hautkrebsprävention keine sicheren Aussagen getroffen werden.

Eine Fall-Kontroll-Studie untersuchte mögliche Zusammenhänge zwischen Zigarettenkonsum und dem Risiko für BZK und PEK. Ein Zusammenhang zeigte sich

insbesondere zwischen Zigarettenkonsum und PEK (OR = 1,97; 95 % CI: 1,19-3,26) [419]. Insbesondere bei Frauen ist das Risiko mit der Zahl der Packungsjahre angestiegen (OR bei ≥ 20 Packungsjahren = 3.00, 95 % CI: 1,02-8,80). Die Studie kommt zu dem Schluss, dass Zigarettenkonsum stärker mit PEK als mit BZK assoziiert ist, insbesondere bei Frauen.

Im Rahmen der Woman's Health Initiative Observational Study (WHI OS) wurde postuliert, dass höherer Alkoholkonsum bei post-menopausalen weißen Frauen in Zusammenhang mit einem erhöhten Risiko für NMSC und MM steht [420]. Allerdings wurden Confounder nur zu Beginn der Studie erhoben (Baseline). Recall-Bias und Confounding sind möglich. Das Hochrisikoverhalten Alkoholkonsum könnte andere Verhaltensweisen z. B. mangelndes Sonnenschutzverhalten oder Solariennutzung beeinflussen.

Im Rahmen eines systematischen Reviews wurden zehn Studien zum Zusammenhang von Zigarettenkonsum, Melanomrisiko und Mortalität gefunden [421]. Bei sieben Studien zeigte sich ein negativer Zusammenhang zwischen Zigarettenkonsum, Melanomrisiko und Mortalität. Zwei Studien wiesen einen positiven Zusammenhang besonders bei älteren Personen auf und bei zwei Studien wurde kein Zusammenhang festegestellt. Die Schwächen des Reviews liegen z. B. darin, dass der Zusammenhang zwischen sozioökonomischen Status und Lebensstilfaktoren nicht betrachtet werden, diese aber für zur Varianzaufklärung des Verhaltens bedeutsam sind.

Nicotinamid

In der S3-Leitlinie Aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut wurde der Frage nach dem präventiven Nutzen der Einnahme von Nicotinamid systematisch nachgegangen. Da bisher jedoch ein eindeutiger Nutzennachweis fehlt, wurde keine Empfehlung dazu ausgesprochen. Die S2k-Leitlinie BZK formuliert, dass Nicotinamid 500 mg 2 x täglich zur Prävention von BZK insbesondere bei an BZK vorerkrankten Patienten als Sekundärprävention eingesetzt werden kann [422] . Bei organtransplantierten Patienten zeigte sich jedoch kein Vorteil gegenüber Placebo.

Retinoide hingegen sollen der BKZ-Leitlinie zufolge nicht zur Prävention von BZK eingesetzt werden und auch laut der S3-Leitlinie „Aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut" kann keine Empfehlungen für die Therapie der aktinischen Keratose mit topischen oder systemischen Retinoiden ausgesprochen werden [423].

Eine Verwendung von Nicotinamid als Mittel der Primärprävention für die Allgemeinbevölkerung sieht die Leitliniengruppe auf Basis der Leitlinien zu PEK und BZK nicht.

Eine größer angelegte amerikanische retrospektive Kohortenstudie hat die Bestimmung der klinischen Wirksamkeit einer Nikotinamid-Supplementierung zur Prävention von Hautkrebs in der Allgemeinbevölkerung und bei Empfängern solider Organtransplantate fokussiert und kommt zu dem Ergebnis, dass mit Nicotinamid behandelt Patienten ein verringertes Hautkrebsrisiko haben [424]. Allerdings war die größte Wirkung bei Beginn der Behandlung nach dem ersten Hautkrebsbefall zu beobachten. Es liegen keine Untersuchungen vor, die Aussagen über die Folgen einer andauernden Gabe von Nicotinamid in der Allgemeinbevölkerung (inklusive Kinder und Jugendliche) zulassen und eine Empfehlung rechtfertigen. Der Fokus der Primärprävention in der Allgemeinbevölkerung liegt auf den in der Leitlinie genannten Maßnahmen zur Risikominderung.

5.2 Maßnahmen der primären Prävention für die Bevölkerung

Aktualisierung 2025 durch Arbeitsgruppe „Primäre Prävention“

5.27	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Maßnahmen der primären Prävention sollen darauf abzielen die UV-Exposition zu reduzieren und dadurch das Hautkrebsrisiko zu senken.	
Evidenzlevel **2, 3** Oxford 2011	2: Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanommortalität 3: Risikofaktor UV-Exposition/Sonnenbrand: Melanominzidenz, NMCS-Inzidenz, NMCS-Mortalität, BCC, Zweitmelanom [56], [57], [58]	
	Starker Konsens	

5.28	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Es sollen verhaltens- und verhältnispräventive Ansätze zum UV-Schutz umgesetzt werden.	
	Starker Konsens	

Die Entstehung von Hautkrebs ist mit verschiedenen Risikofaktoren assoziiert (siehe Kapitel 0). Wie die in Kapitel 4.3.2dargestellten Ergebnisse systematischer Recherchen zum Zusammenhang von UV-Exposition und Hautkrebs darlegen, gilt die UV-Exposition als Hauptrisikofaktor mit unmittelbarem Einfluss auf das Hautkrebsgeschehen und auf weitere UV-induzierte Risikofaktoren (Entstehung von Nävi und Aktinischen Keratosen) (siehe Kapitel 4.3.2) sowie auf verschiedene Augenerkrankungen (siehe Kapitel 4.3.3).

Maßnahmen der Primären Prävention setzen im Vorfeld einer Erkrankung an und zielen darauf ab, das Risiko für Hautkrebs und weitere UV-induzierte Erkrankungen von Augen und Haut zu reduzieren. Durch seine Beeinflussbarkeit bietet der Risikofaktor UV-Exposition ein großes Präventionspotential, so dass die Umsetzung entsprechender primärpräventiver UV-Schutzmaßnahmen gefördert werden soll.

Grundsätzlich lässt sich bei der primären Prävention zwischen verschiedenen Ansätzen differenzieren (siehe hierzu Kapitel 5.2.1 und Kapitel 5.2.2): Die **Verhaltensprävention** setzt an der Veränderung des UV-Schutzverhaltens an und zielt darauf ab, Verhaltensweisen zur Risikominderung für Hautkrebs und weiteren UV-induzierten Erkrankungen zu fördern. Welche Verhaltensweisen hierbei empfohlen werden, wird in Kapitel 5.1 sowie den Empfehlung 5.1-Empfehlung 5.23 dargelegt.

Die **Verhältnisprävention** zielt darauf ab, Verhältnisse, d. h. Lebensräume, Strukturen und Organisationsformen, so zu verändern, dass Menschen weniger UV-Strahlung ausgesetzt sind und UV-schutzgerechte Verhaltensweisen, wie das Aufsuchen von Schatten, umsetzen können.

Beiden Ansätzen kommt eine gleichermaßen große Bedeutung zu und sie werden daher beide im Folgenden konkreter aufgeführt und begründet.

Zur Bewertung der Wirksamkeit primärpräventiver Maßnahmen können aufgrund des langen Entwicklungsprozesses von Hautkrebs selten Kennzahlen wie die Hautkrebsinzidenz als Indikator herangezogen werden. Daher werden folgende, als Indikatoren formulierte Risikofaktoren als intermediäre Endpunkte betrachtet:

- Veränderung von Verhalten (Reduktion der UV-Exposition)
- Veränderung der Anzahl UV-induzierter Nävi
- Veränderung der Anzahl an Sonnenbränden

In Studien zu Interventionen mit psychosozialem Ansatz werden in Bezug auf den Indikator „Veränderung von Verhalten“ das Wissen und die Einstellungen zu Hautkrebs, UV-Schutz und UV-Exposition sowie die Intention zur Verhaltensänderung als Endpunkte herangezogen. Herausfordernd ist, dass von einer Veränderung der Verhaltensintention nicht unbedingt auf eine Verhaltensänderung geschlossen werden kann (intention-behavior-gap (vgl. z. B. [425]).

5.2.1 Verhaltensbezogene Maßnahmen

5.29	**Konsensbasierte Empfehlung**	**neu 2026**
EK	Maßnahmen der primären Verhaltensprävention sollen auf den in dieser Leitlinie ausgesprochenen Verhaltensweisen zur Risikominderung (siehe Empfehlung 5.1-Empfehlung 5.23) basieren.	
	Starker Konsens	

Kapitel 5.1 dieser Leitlinie führt konkrete Verhaltensweisen zur Risikominderung auf und begründet diese detailliert. Maßgeblich sind dabei die Priorisierung und Kombination der Vermeidung starker UV-Exposition (1), das Tragen geeigneter Kleidung (2) sowie die Anwendung von Sonnenschutzmitteln (3) (siehe Empfehlung 5.1). Primärpräventive Maßnahmen, die eine Förderung des UV-Schutzverhaltens anstreben, sollen auf diesen Empfehlungen basieren, um dadurch ein wirkungsvolles UV-Schutzverhalten zu erzielen sowie eine einheitliche und stringente Kommunikation aller Akteure zu erreichen.

5.2.1.1 Zielgruppen und Settings

5.30	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Maßnahmen der primären Prävention von Hautkrebs sollten zielgruppenorientiert und unter Berücksichtigung der zielgruppenspezifischen Bedarfe konzipiert werden.	
	Starker Konsens	

5.31	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Maßnahmen der primären Prävention von Hautkrebs sollten in der Lebenswelt, d. h. Setting-bezogen, ansetzen, um die Menschen dort zu erreichen, wo sie ihren Alltag gestalten.	
	Starker Konsens	

Das UV-Schutz- und Expositionsverhalten sowie das Wissen über Hautkrebs, weitere UV-bedingte Erkrankungen und Risikofaktoren unterscheiden sich in unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen. Identifizierte Unterscheidungskriterien und Zielgruppen sind Geschlecht [426], Alter (z. B. Kinder und Jugendliche [427], Hautkrebsbetroffene und Angehörige [428] sowie Empfänger von Organspenden [429]. Dem Public-Health-Action-Cycle (siehe z. B. https://leitbegriffe.bioeg.de/alphabetisches-verzeichnis/public-health-action-cycle-gesundheitspolitischer-aktionszyklus/) folgend sind in der Konzipierung von Maßnahmen eine genaue Problemerfassung inkl. der zielgruppenspezifischen Bedarfe und Bedürfnisse für die erfolgreiche Umsetzung notwendig [430].

Zudem eignen sich zur Erreichung dieser unterschiedlichen Zielgruppen unterschiedliche Zugangswege. Der Setting-Ansatz wurde in der Ottawa-Charta der WHO (1986) erstmals aufgeführt. Er gilt als eine Kernstrategie der Gesundheitsförderung und beschreibt die Notwendigkeit, Menschen in ihrer direkten Lebenswelt zu erreichen und diese Lebenswelt zu verändern (siehe Verhältnisprävention), um eine gesundheitliche Verbesserung zu bewirken.

Im Folgenden werden einige ausgewählte Zielgruppen fokussiert und Kenntnisse über bestehende Zugangswege und Besonderheiten aufgeführt. (Anmerkung: Berufsspezifische Aspekte und insbesondere die Zielgruppe der Beschäftigten im Freien werden in Kapitel 7 dezidiert aufgeführt).

Kinder und Jugendliche

5.32	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Betreuungspersonen von Kindern sollen von deren Geburt an über einen UV-Schutz für ihre Kinder informiert und bei der Umsetzung eines effektiven UV-Schutzverhaltens gefördert werden.	
	Starker Konsens	

5.33	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Um das UV-Schutzverhalten zu verbessern, sollen Interventionen zum UV-Schutz in unterschiedlichen Settings durchgeführt werden, zum Beispiel in Kindertagesstätten, Familienbildungsstätten, Schulen, Sportvereinen und Freizeiteinrichtungen.	
	Starker Konsens	

Wie Kapitel 5.1.1 entnommen werden kann, ist ein konsequenter UV-Schutz für Kinder besonders wichtig. Gerade Kinder im ersten Lebensjahr sollen nicht absichtlich der direkten Sonne ausgesetzt werden (Empfehlung 5.6) und auch für ältere Kinder ist aufgrund der UV-sensibleren Hautstrukturen ein umfassender UV-Schutz zur Reduktion des Hautkrebsrisikos wichtig. Die Informierung und Aufklärung der Betreuungspersonen sowie die Unterstützung zur Förderung eines nachhaltigen UV-Schutzverhaltens sind daher maßgeblich. Der Begriff Betreuungspersonen wird hierbei umfassend verstanden und beinhalt Erziehungsberechtigte und (familiäre) Bezugspersonen sowie Betreuungspersonal in sozialen und Bildungseinrichtungen.

Ein Großteil der primärpräventiven Interventionen richtet sich daher entweder direkt oder indirekt über Eltern, Lehrkräfte, pädagogische Fachkräfte oder sonstige Bezugspersonen an die Zielgruppe der Kinder. Studien zeigen, dass das Sonnenschutzverhalten bei Kindern im Schul- und Vorschulalter durch Interventionen zumindest kurz- und mittelfristig positiv beeinflusst werden kann [431]. In Interventionsgruppen nahmen im Vergleich zu Kontrollgruppen die Nutzung textilen Sonnenschutzes [432], [433], [434], [435], die Verwendung von Sonnencreme [433], die Vermeidung von Aufenthalten im Freien während der sonnenintensivsten Tageszeit [432] bzw. das Aufsuchen von Schatten [433], [434], [435] zu. Da besonders junge Kinder selbst die Hintergründe der Sonnenschutzmaßnahmen nicht immer im vollen Umfang verstehen bzw. fachliche Informationen sehr schnell wieder vergessen, sollten Interventionen durch vielfache kindgerechte Wiederholung das Etablieren von Verhaltensroutinen fördern – idealerweise in Kombination mit einer Verbesserung der Verhältnisse, z. B. durch das Schaffen von Schattenplätzen [436], [437], [438].
Die kontinuierliche Evaluation der groß angelegten SunSmart-Kampagne in Australien zeigt, dass die Implementierung von Sonnenschutzprogrammen in Kitas und Grundschulen langfristig zu einer Verbesserung der UV-Schutzmaßnahmen in den jeweiligen Einrichtungen führen können [439], [440]. Interventionen im Setting Kita und

Grundschule können darüber hinaus das Verhalten der pädagogischen Fachkräfte positiv beeinflussen. Gritz et al. [433] konnten für die Intervention „Sun Protection is Fun!“ in Kindergärten in Texas zeigen, dass pädagogische Fachkräfte im Vergleich mittel- und langfristig stärker auf Schatten, schützende Kleidung und Sonnencreme achteten und höhere Selbstwirksamkeit bei der Durchführung von Sonnenschutzmaßnahmen empfanden.

Wenn im Rahmen von Interventionen auf die Notwendigkeit des Hautschutzes der Kinder hingewiesen wird und sich Eltern ihrer Vorbildrolle stärker bewusst sind, können Eltern zu besserem Sonnenschutzverhalten motiviert werden [433], [441]. Bei Interventionen in Kita oder Grundschule sollte daher die Elternarbeit weiterhin eine wichtige Rolle spielen. Das Sonnenschutzverhalten der Eltern von Vorschulkindern scheint sich in den letzten Jahren verbessert zu haben – möglicherweise aufgrund der mittlerweile guten Verbreitung von Informationen und Interventionen zum UV-Schutz [442].

In Deutschland gibt es unter der Kampagne CLEVER IN SONNE UND SCHATTEN bundesweite evidenzbasierte settingspezifische Programme für Kinder in Kindertageseinrichtungen [443], in Grundschulen [444], [445] und sportbetonten Schulen [446]. [443] konnten in einer cluster-randomisierten Versuch-Kontrollgruppen-Studie mit 24 Kindertageseinrichtungen zeigen, dass durch das Programm „Clever in Sonne und Schatten für Kitas“ unter Verwendung einer interaktiven Team-Weiterbildung und altersgerechten Angeboten für Kita-Kinder pädagogische Fachkräfte die Kinder langfristig besser vor UV-Strahlung schützen. Nach der Intervention berichteten die Fachkräfte (N = 273) von höherer Selbstwirksamkeit bei der Durchführung von Sonnenschutzmaßnahmen. Auch noch ein Jahr später vermieden sie stärker die Sonne und nahmen im Alltag weniger Barrieren beim Sonnenschutz wahr. Das Projekt „Sun Pass“ wird von den Landeskrebsgesellschaften ebenfalls deutschlandweit, aber in teilweise unterschiedlicher Form, für Kindertageseinrichtungen angeboten [447]. In einer Prä-Post-Studie ohne Kontrollgruppe mit 55 Kindertageseinrichtungen konnten Stöver et al. [448] zeigen, dass pädagogische Fachkräfte (N = 448) eine Woche nach der Intervention häufiger angeben, dass Kinder im Freien schützende Kleidung und Hüte tragen. In einer nichtrandomisierten Versuchs-Kontrollgruppen-Studie zeigten Seidel et al. [449], dass ein Theaterstück zum Sonnenschutz bei Kindern (N = 80) in Kindertageseinrichtungen mittelfristig das Wissen zum Sonnenschutz verbessern kann. Darüber hinaus gibt es Kampagnen staatlicher Akteure mit dem Schwerpunkt auf die Sensibilisierung und Aufklärung, wie z. B. die Kampagne "Sonne aber sicher" des Bundesamtes für Strahlenschutz mit Material für Kinder im Vor- und Grundschulalter und die Kampagne „Sonne(n) mit Verstand – statt Sonnenbrand“ des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit, Pflege und Prävention. In einer Querschnittstudie berichteten Eltern (N = 4579), die eine oder beide dieser Kampagne kannten, bessere Schutzmaßnahmen für die Kinder umzusetzen [450].

Für Sporttreibende ist UV-Schutz ebenfalls relevant – sei es beim Schulsport, im Breiten- und Leistungssport oder bei bewegungstherapeutischen Maßnahmen. Dabei können Umgebungsfaktoren (z. B. kühle Luft, Fahrtwind, reflektierende Oberfläche), sportartspezifische Barrieren (Bewegungsabläufe, Kleidungsvorschriften, ungünstige Wettkampf- und Trainingszeiten) sowie Einstellungen (Bräunungsideal) die konsequente Umsetzung von Sonnenschutz erschweren und das Hautkrebsrisiko steigern. Bei vielen Sporttreibenden ist der UV-Schutz ungenügend – oft trotz besseren Wissens um die Gefahren von häufiger und intensiver UV-Exposition [451]. Für die Förderung von mehr UV-Schutz beim Sport werden seit einigen Jahren ebenfalls Informationskampagnen durchgeführt und Material für Verbände, Vereine, Übungsleitern und

Sporttreibende zur Verfügung gestellt, z. B. von „Clever in Sonne und Schatten“ [452], vom Bundesamt für Strahlenschutz sowie vom Deutschen Olympischen Sportbund.

In einer Studie mit Studierenden in Kalifornien konnte ein positiver Effekt einer Intervention (ärztliche Beratung plus Infomaterial) auf die Verwendung von Sonnenschutzmitteln festgestellt werden, insbesondere wenn das Thema von Trainerseite noch einmal aufgegriffen wurde [453]. Bei einer Intervention in Schwimmbädern in Hawaii und Massachusetts mit Kindern von 5 bis 10 Jahren konnten ebenfalls positive Effekte gefunden werden [454]. Die Intervention bestand aus einer Info-Veranstaltung für Trainern, interaktiven Elementen mit den Kindern vor jeder von 8-10 Schwimmstunden und Maßnahmen der Verhältnisprävention (u. a. Sonnencremespender, Sonnensegel) und führte zu verbessertem Sonnenschutzverhalten bei den Kindern und auch bei ihren Eltern. Untersuchungen für den deutschsprachigen Raum fehlen aktuell noch. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass partizipatorische Interventionsplanung [446], Apps [455], sowie der zielgruppenspezifische Einsatz von Gamification (Theodosi & Nicolaidou, 2025) oder Sozialen Medien [456] Jugendliche und Erwachsene ebenfalls zu mehr UV-Schutz motivieren können.

Benutzer von Solarien

5.34	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Maßnahmen der primären Prävention von Hautkrebs sollen gezielt die Zielgruppe der Solarienbenutzer adressieren, diese über die Risiken der Benutzung aufklären und eine Verhaltensänderung anstreben. Die Interventionen sollen dabei die Heterogenität der Zielgruppe (z. B. Migrationshintergrund, Bildungsgrad) berücksichtigen und auf diese in ihrer Ansprache eingehen. Besonderes Augenmerk soll dabei auf minderjährige Solarienbenutzer gelegt werden.	
	Starker Konsens	

Wie in Kapitel 0 ausführlich dargestellt, korreliert die Benutzung von Solarien direkt mit der Entstehung von Hautkrebs und soll daher vermieden werden (siehe Empfehlung 5.23). Gezielte Interventionsprogramme sind daher notwendig. Daten des Nationalen Krebshilfe-Monitorings (NCAM) zeigen, dass Solarienbenutzende eher weiblich, berufstätig und höher gebildet sind. Zudem zeigten sich Zusammenhänge mit Migrationserfahrung und Rauchverhalten [457].

Personen mit erhöhtem Hautkrebsrisiko

5.35	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Personen, die eine erhöhte Vulnerabilität für Schäden durch UV-Exposition und damit ein erhöhtes Hautkrebsrisiko haben, sollen besonders über UV-Strahlung und den UV-Schutz aufgeklärt und bei der Umsetzung von UV-Schutzverhalten unterstützt werden.	
	Starker Konsens	

Es gibt bestimmte Gruppen in der Bevölkerung, die eine erhöhte Vulnerabilität für Schäden durch UV-Exposition haben. Sie sind in Kapitel 5.1 aufgeführt und umfassen neben den Personen mit konstitutionellen Risikofaktoren wie dem Hauttyp (siehe Kapitel 4.3.1.1) auch Personen mit einer Immunsuppression (z. B. durch eine Organtransplantation oder durch die Einnahme von Medikamenten) und Personen mit Hautkrebs in der eigenen oder familiären Vergangenheit. Es ist besonders bedeutsam diese Personengruppen für schützende Verhaltensweisen zu motivieren und Präventionsbemühungen speziell an sie zu adressieren.

5.2.1.2 Konzeption von UV-Schutz-Maßnahmen

5.2.1.2.1 Wissensvermittlung und Risikokommunikation

5.36	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Edukative Maßnahmen zu UV-Strahlung und Schutzmaßnahmen können Wissen zu UV-Schutz verbessern. Neben der Förderung des Wissens sollen die edukativen Maßnahmen außerdem zum Ziel haben, tatsächliches UV-Schutzverhalten zu fördern.	
	Starker Konsens	

Mit Blick auf die Wissensvermittlung zur Wirkung von UV-Strahlung und zu UV-Schutzmaßnahmen zeigen die Ergebnisse der einbezogenen Studien, dass eine signifikante Verbesserung des Wissensstandes mit unterschiedlichen Methoden und bei verschiedenen Zielgruppen erfolgreich möglich ist. Einige Studien belegen auch eine Nachhaltigkeit der Verbesserung des Wissensstandes.

Bränström et al. [458] zeigten in einer randomisierten kontrollierten Studie, dass bei erwachsenen zufallsrekrutierten Teilnehmern aus dem schwedischen Bevölkerungsregister mit Hilfe von Broschüren zum Sonnenschutz ein signifikanter Anstieg des Wissens und eine Abnahme der positiven Einstellung zum Sonnenbaden und Bräunen insbesondere bei jüngeren Frauen erreicht werden konnte. Ein Follow-Up bezüglich der Nachhaltigkeit der Intervention wurde nicht durchgeführt.

Ergebnisse einer randomisierten, kontrollierten Studie von Buller et al. [459] zeigten bei Schulkindern im Alter von fünf bis 13 Jahren einen signifikanten Wissenszuwachs durch computerbasierte Instruktionen zum Sonnenschutz, der in Verbindung mit einer einstündigen Präsentation durch die LehrerInnen noch verstärkt wurde. Auswirkungen auf das Sonnenschutzverhalten waren allerdings fraglich und nur bei jüngeren Kindern und nur in der Kombinationsgruppe (computerbasierte Instruktionen mit zusätzlicher Präsentation durch LehrerInnen) signifikant.

Gritz et al. [433] stellten in einer randomisierten kontrollierten Studie im Rahmen der Kampagne „Sun Protection is Fun!“ fest, dass mit Hilfe von Trainingseinheiten, einem Video, einem Newsletter und einem Curriculum der Kenntnisstand zum Sonnenschutz bei Vorschul-Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern auch noch zwei Jahre nach Ende der Intervention signifikant verbessert war. Diese Verbesserung des Kenntnisstandes war verbunden mit einer Verbesserung des Sonnenschutzverhaltens (Nutzung von Sonnencreme, textiler Sonnenschutz, Aufsuchen von Schatten).

Loescher et al. [460] zeigten in einer randomisiert kontrollierten Studie, dass bereits bei vier bis fünf-jährigen Vorschulkindern mit Hilfe eines der Altersgruppe angepassten Curriculums Wissen und Verständnis über Sonnenschutz gegenüber einer Kontrollgruppe verbessert werden können. Die Studie zeigt allerdings auch, dass Kinder dieser Altersgruppe allein und ohne die Hilfe Erwachsener nicht in der Lage sind, dieses theoretische Wissen in praktisches Verhalten umzusetzen.

Eine ebenfalls schulbasierte Kampagne, in der Jugendliche als Wissensvermittler für jüngere MitschülerInnen eingesetzt wurden und Vorträge zum Thema UV-Schutz hielten, zeigte einen signifikanten Wissenszuwachs noch sechs Monate nach Ende der Intervention (kontrollierte Vorher-Nachher-Studie, untersuchter Endpunkt Wissensvermittlung) [461].

Bastuji-Garin et al. [432] zeigten in einer Interventionsstudie eine signifikante Verbesserung des Wissens bei neun-jährigen Kindern noch drei Monate nach einer vier-wöchigen schulbasierten Kampagne unter Verwendung von Unterrichtsmaterialien, welche mit Hilfe von Dermatologen und Gesundheitsexperten erstellt wurden. Diese Wissensverbesserung war verbunden mit verbessertem Sonnenschutzverhalten (Nutzung von textilem Sonnenschutz und Sonnencreme sowie Vermeidung von Aufenthalten im Freien während der sonnenintensivsten Tageszeit) nach der Intervention verglichen mit dem Verhalten vor der Intervention.
Allerdings zeigt sich, dass die Vermittlung von Wissen zur Wirkung von UV-Strahlung und adäquatem UV-Schutzverhalten sowie die Risikokommunikation zu UV-Strahlung zwar wichtige, aber nicht hinreichende Komponenten der verhaltensbezogenen Primärprävention darstellen [462], [463], [464], [465].

Deutlich wird dieses auch bei der Betrachtung des vorhandenen Wissens zu UV-Strahlung und der Umsetzung von schützenden Verhaltensweisen. So konnte in einer Studie bei deutschen Studierenden kein signifikanter Zusammenhang zwischen Wissensniveau und tatsächlichem UV-Expositions- oder Bräunungsverhalten ermittelt werden [466]. Und auch eine repräsentative Umfrage im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz zeigt, dass 96% der Befragten bekannt ist, dass UV-Strahlung zu Hautkrebs führen kann. Eine konsequente Umsetzung von UV-Schutzmaßnahmen im Alltag wird aber von deutlich weniger Personen bestätigt. Nur 31% der Befragten geben zum Beispiel an, bei sonstigen Freizeitaktivitäten im Alltag, z. B. spazieren, häufig UV-Schutzmaßnahmen umzusetzen.

Diese Diskrepanz zwischen Risikowahrnehmung und Schutz-Verhalten ist auch in verschiedenen Modellen des Gesundheitsverhaltens (z. B. Health-Belief-Modell, Theory of planned behavior) abgebildet. Diese arbeiten zusätzlich heraus, dass neben der Risikowahrnehmung weitere Komponenten wie persönliche Überzeugungen, soziale Normen und Selbstwirksamkeitserwartungen maßgeblichen Einfluss auf eine tatsächliche Verhaltensveränderung haben. Verhaltenspräventive Interventionen müssen daher in ihrer Gestaltung und Durchführung so gestaltet sein, dass UV-Schutz relevantes Wissen in nachhaltiges Schutzverhalten umgesetzt werden kann und wird. Allein durch die Bereitstellung von Informationen und die Förderung des Wissens kann kein gesteigertes oder verbessertes UV-Schutz-Verhalten erreicht werden.

5.2.1.2.2 Theoretisches Fundament

5.37	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **B**	Interventionen zu Verhaltensänderungen sollten sowohl auf Verhaltenstheorien basieren als auch die vorliegende Evidenz berücksichtigen.	
Evidenzlevel **1+, 2++** SIGN	[465], [467], [462], [464], [468]	
	Starker Konsens	

Die Studien zeigen, dass eine theoretische Fundierung der Programmkonzepte wichtig ist. Basierend auf gesundheitspsychologischen Modellen, wie dem Health-Believe-Modell, können Ansatzpunkte und Barrieren verhaltensbezogener primärpräventiver Interventionen identifiziert und entsprechend angepasst werden.

Garside et al. [464] führten ein systematisches Review qualitativer Studien durch und zeigten, dass vor allem die Elemente des Health-Belief-Modells einen kohärenten und vielen Interventionen zugrundeliegenden theoretischen Rahmen bieten, aus dem die Barrieren abgeleitet werden können, die eine Informationsaufnahme bezüglich des Schutzverhaltens zur Prävention von Hautkrebs abgeleitet werden können, behindern. Zum Beispiel sind fehlendes Wissen, geringe Risikowahrnehmung oder die Wahrnehmung von Sonnenbräunung als gesund und attraktiv wichtige Barrieren für nachhaltiges Sonnenschutzverhalten, die in Kampagnen addressiert werden können. Das Modell liefert somit auch Ansatzpunkte für die Gestaltung der Botschaften [464].

Glanz et al. [468] bezogen zur Messung der Wirksamkeit eines personalisierten Feedbacks Konstrukte wie Risikowahrnehmung, Kosten- und Nutzen-Abwägungen der Verhaltensänderung, handlungsrelevantes Wissen und Kompetenzen sowie soziale Normen als mediatisierende Variablen ein, die aus dem Health-Belief-Modell und der sozialkognitiven Theorie abgeleitet wurden.

In einer Intervention stellen White et al. [467] eine einmalige web- und theoriebasierte Intervention vor, die auf Änderungen psychosozialer Variablen sowie Informationen zum richtigen UV-Schutzverhalten abzielt. Die Intervention zeigt sich vorteilhaft gegenüber einer Kontrollgruppe, in der lediglich Informationen zum UV-Schutz vermittelt wurden.

5.2.1.2.3 Gestaltung von Maßnahmen

5.38	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **A**	Maßnahmen zur Vermittlung primärer Verhaltensprävention sollen idealerweise aus mehreren Komponenten bestehen, intensiv und auf Wiederholung angelegt sowie multimedial und interaktiv gestaltet sein und mehrere Kommunikationskanäle nutzen.	
Evidenzlevel **1++, 3** SIGN	[469], [470], [471], [472], [473], [474], [475], [462], [476], [468], [477], [433], [478], [479]	
	Konsens	

Die konzeptionelle Gestaltung der Interventionen ist für eine nachhaltige Implementierung gesundheitsförderliches, UV-präventiven Verhaltens von zentraler Bedeutung. Die Studienlage zeigt, dass eine Gestaltung mit vielfältigen Komponenten und zusätzlichem Einbezug verschiedener Multiplikatoren wie Lehrer, Eltern und anderen Aufsichtspersonen geeignet ist, gesundheitsförderliches Verhalten bei Kindern und Jugendlichen zu verankern. Langfristig angelegte und wiederholte Interventionen können die Verhaltensänderung positiv und nachhaltig beeinflussen. Kurzzeit-Interventionen ohne Wiederholung erweisen sich als weniger geeignet.

Buller et al. [462] untersuchten 24 Sonnenschutzprogramme für Kinder unter 14 Jahren. Kurzzeit-Interventionen, wie einzelne Unterrichtsstunden oder Besuche von Informationstagen („sun safety health fair"), waren zwar geeignet, das Wissen über Sonnenschutz zu verbessern, hatten jedoch geringen Einfluss auf Einstellung und Verhalten. Wirkungsvoller waren intensive, mehrtägige bis mehrwöchige Interventionen, in denen Vortragsreihen, Informationsmaterialien, Arbeitshefte u. a. kombiniert wurden.

Dietrich et al. [476] berichteten über ein zweijähriges Multikomponenten-Programm „SunSafe", in dem in mehreren Kommunen Schulen, Kindergärten, Arztpraxen und Freizeiteinrichtungen einbezogen waren. Das Sonnenschutzverhalten von Kindern konnte erfolgreich gefördert werden. Dieser Effekt wurde durch eine zweite, weniger intensive Auffrischungskampagne verstärkt.

Programme, wie „Kidskin" [470] oder „SunSafe" [476] sowie die auf Erzieherinnen und Erzieher in Vorschulen abgestellte zwei-jährige Intervention „Sun Protection Is Fun" [433], sind längerfristig angelegt. Sie kombinieren unterschiedliche Komponenten, z. B. altersspezifische Lehrpläne, Trainingseinheiten für Lehrer und Bademeister am Strand, Informations- und Schulungsmaterial, Poster, computergestützte Unterrichtsmodule u. a. und binden Eltern und sonstige Aufsichtspersonen ein [469].

Weinstock et al. [471] belegen moderate, aber nachhaltig positive Wirkungen einer zweijährigen Multikomponenten-Intervention mit Informationsmaterial, Sonnencreme, persönlichem Test der Sonnenempfindlichkeit und einem schriftlichen und mündlichen Feedback bei Strandbesuchern. Das berichtete Sonnenschutzverhalten verbesserte sich in der Interventionsgruppe im Vergleich mit einer Kontrollgruppe, wobei der Effekt in der Altersgruppe der 16-24-Jährigen am stärksten ausgeprägt war.

Die einmalige Versorgung von Eltern kleiner Kinder mit Informationsmaterial reicht offenbar nicht aus, um das Sonnenschutzverhalten signifikant zu beeinflussen, auch nicht, wenn dies mit Bereitstellung kostenloser Sonnencreme verbunden ist [480]. Eine auf den Schwimmunterricht von Grundschulkindern beschränkte Intervention - bestehend aus drei- bis fünf-minütigen Lektionen vor dem Schwimmunterricht in Kombination mit Informationsmaterial zur häuslichen Nutzung – war ebenfalls nicht geeignet, Sonnenschutz- und Bräunungsverhalten zu beeinflussen [481].

Aus den vorliegenden Studien lässt sich „die“ erfolgreiche Interventionsstrategie nicht ableiten. Dazu sind die Ansätze und Methoden zu vielfältig. Der Anteil einzelner Komponenten am Gesamterfolg von Multi-Komponenten-Kampagnen lässt sich nicht bestimmen. Inwieweit längerfristige Multi-Komponenten-Kampagnen bei Kindern und Jugendlichen nachhaltig auch das Verhalten als Erwachsene triggern, ist nicht untersucht worden.

5.2.1.3 Kommunikationsstrategien

Aktualisierung des Abschnitts durch AG Informierung der Bevölkerung

Ergänzend zur Gestaltung der Programme ist die Auswahl und Art der Kommunikationskanäle und Botschaften für die vertiefende Auseinandersetzung mit den Inhalten und der Umsetzung in gezeigtes präventives Verhalten von besonderer Bedeutung.

5.2.1.3.1 Personalisierte Botschaften

5.39	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **B**	Bildungs- und Schulungsprogramme zur primären Prävention von Hautkrebs sollten die Zielpersonen einzeln ansprechen („individual-level-interventions“) und dabei individualisierte/personalisierte Informationen und Feedbackelemente beinhalten.	
Evidenzlevel **1++, 2++** SIGN	[482], [483], [484], [485], [474], [486], [464], [468], [477], [487]	
	Starker Konsens	

In der systematischen Übersichtsarbeit von Finch et al. zeigten sich zahlreiche vielversprechende Effekte kurzer personalisierter Botschaften, die per SMS, Email oder über eine App vermittelt wurden. Allerdings wurde in den betrachteten Studien der Einfluss auf das Sonnenschutzverhalten meist nur mit Hilfe subjektiver Variablen gemessen [485].

Glanz et al. [483], [484] zeigten in ihren Studien einen Effekt personalisierter Informationen (Ansprache Familien mit Kindern mit moderatem oder erhöhtem Hautkrebsrisiko) auf einige Sonnenschutzverhaltensweisen wie etwa das Tragen von Kleidung, Hüten, Sonnenbrille, die Nutzung von Sonnencreme und Aufenthalt im Schatten.

Eine webbasierte interaktive und individuell zugeschnittene Intervention konnte in der Studie von Heckman et al. signifikant selbstberichtetes Sonnenschutzverhalten gegenüber den Kontrollgruppen verbessern [487].
Crane et al. [482] untersuchten den Effekt eines personalisierten Newsletters, der Eltern über drei Jahre hinweg zugeschickt wurde und Informationen zum Sonnenschutz enthielt. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe konnten Sonnenschutzverhaltensweisen geringfügig gesteigert werden. Die Autoren kommen zu dem Fazit, dass die Intervention allein nicht ausreicht, um das Hautkrebsrisiko zu senken, jedoch als eine Komponente in einer Multikomponenten-Intervention vielversprechend ist.

Auf persönliche Eigenschaften, Verhaltensmuster, Bedürfnisse und Überzeugungen zugeschnittene Gesundheitsinformationen werden mit höherer Wahrscheinlichkeit als persönlich relevant wahrgenommen und haben dadurch einen stärker motivierenden Charakter als solche, die allgemeine Informationen und Hinweise beinhalten. Dieses sogenannte Tailoring sollte z. B. in Form von personalisiertem Feedback zum Risikostatus, darauf abgestimmten Verhaltensempfehlungen und in Form von Erinnerungshilfen erfolgen.

Für Präventions- und Interventionsprogramme, die – über den persönlichen Kontakt zu einem Gesundheitsexperten oder auch in Form von Direktmedien – einzelne Individuen adressieren, liegt eine stärkere Evidenz ihrer Wirkung auf die Wahrnehmung eines Krebsrisikos vor, als es bei Interventionen der Fall ist, die auf kollektiver Ebene ansetzen, also nicht einzelne Individuen gezielt ansprechen [486]. Der systematische Studienüberblick liefert überdies Hinweise darauf, dass eine individualisierte Ansprache bzw. auf den individuellen Risikostatus zugeschnittene Informationen („Tailoring“) wirksamer sind als allgemeine Informationen.

Evidenz für die Wirksamkeit des „Tailorings“ liefern auch Glanz et al. [468]. Die Autoren konnten für Erwachsene mit mittlerem bis hohem Hautkrebsrisiko einen positiven Effekt bei individuellen Schutzmaßnahmen/ -selbstkontrollen sowie eine Veränderung des Mittelwerts des Sonnenschutzverhaltens im Rahmen eines dreimaligen, postalisch zugestellten Informationspaketes im Zwei-Wochen-Abstand im Vergleich zu einer nicht-personalisierten Intervention in Form von allgemeinem Schulungsmaterial zur Hautkrebsprävention und Selbstuntersuchung sowie einer Broschüre über Sonnenschutzmaßnahmen und Verhaltenstipps nachweisen. Dabei wurde die Personalisierung des Feedbacks anhand des individuellen Risikostatus und der persönlichen Risikofaktoren sowie auf Grundlage des praktizierten Sonnenschutzverhaltens, der Verhaltensänderungsbereitschaft und der wahrgenommenen Hindernisse einer Verhaltensänderung vorgenommen. Als mediatisierende Variablen wurden die Konstrukte „Risikowahrnehmung“, „Kosten- und Nutzen-Abwägungen der Verhaltensänderung“, „handlungsrelevantes Wissen und Kompetenzen“ sowie „soziale Normen“ einbezogen [468].

Auch Adams et al. [474] konnten für Jugendliche positive Einflüsse auf das Sonnenschutzverhalten mithilfe eines interaktiven PC-Schulungsprogramms mit personalisiertem Feedback und Telefoninterviews mit Gesundheitsberatern nachweisen. Hier wurde im Anschluss an die Interviews postalisch personalisiertes Feedback mit Tipps zu unterschiedlichen Arten des Sonnenschutzverhaltens und eine Flasche Sonnenschutzmittel verschickt.

Auch Glazebrook et al. <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia

intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006] arbeiteten im Rahmen ihrer interaktiven PC-Schulung für Risikopersonen mit einem individualisierten Feedback zum Risikostatus, das als Furchtappell auf die Erhöhung der wahrgenommenen Bedrohung abzielte und im Hinblick auf die Ausübung des Schutzverhaltens gleichzeitig Informationen zur Senkung der Barrieren und zur Verstärkung des wahrgenommenen Nutzens lieferte. Es trug vor allem bei Personen mit höherem Risikostatus zu einem Wissenszuwachs bei <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006]. Auch hier wurde jedoch das Programm nicht gegen eine nicht-personalisierte Schulung getestet, sodass die Hinweise auf die Evidenz individualisierter Informationen und Feedbackelemente trotz eines hohen Levels of Evidence der Studien in dieser Hinsicht begrenzt bleibt.

Es gibt Hinweise in der Literatur, dass die mehrfache sowie multimediale Ansprache von Erwachsenen zu besseren Effekten führt. So wurde in mehreren Studien belegt, dass die mehrfache Vermittlung eine Erhöhung des Sonnenschutzwissens, der Selbstwirksamkeit beim Sonnenschutzgebrauch und der Sonnenvermeidung nach sich zieht. Diese Effekte waren signifikant unterschiedlich zu den Ergebnissen der jeweiligen Kontrollgruppe [468], [472], [488].

Zudem scheint die multimediale Kommunikation (z. B. Videos) rein textbasierter Kommunikation in ihrer Effektivität überlegen zu sein [489]. Das Aufstellen eines Multimedia-Informationsstandes mit einem Touchscreen an zentralen Anlaufstellen (Stadtapotheke, Bibliothek, Gesundheitszentrum) erzielte allerdings keine Verbesserungen in Wissen, Einstellung und Verhalten [479]. Es gibt jedoch keine Evidenz für die generelle Überlegenheit von Bildern gegenüber Texten in der Kommunikation [490]. [475] zeigten, dass bei der Aufklärung über Hautkrebs durch Slogans und über Anzeigen sowohl zusätzliche Textbausteine als auch zusätzliche Bilder das Wissen über Sonnenschutzmaßnahmen erhöhten.

Bereits für einzelne Kommunikationsmittel wie (Werbe-)Anzeigen gilt, dass durch einen kombinierten Einsatz von Bildern und Textbausteinen bei jungen Erwachsenen im Vergleich zu solchen Anzeigen, in denen zusätzlich zu einem Slogan und Logo nur Bilder oder nur Textelemente verwendet werden, positive Interaktionseffekte nachgewiesen werden können. Hierdurch kann das Wissen über die Folgen einer übermäßigen Sonnenexposition erhöht und die Wahrnehmung der Vorteile eines Sonnenschutzverhaltens verbessert werden. Gleichzeitig werden solche Anzeigen mit Text-Bild-Kombinationen als attraktiver wahrgenommen und die Reflexion über die Anzeige wird intensiviert [475]. Bei der Bewertung dieser Befunde sollten jedoch angesichts der Laborsituation und der den Probanden zur Bewertung vorgelegten Vielzahl an Anzeigen die eingeschränkte externe Validität des Experiments sowie angesichts der ausgeprägten Wahrnehmung der Vorteile des Schutzverhaltens auch in der Kontrollgruppe Anzeichen für einen Sättigungs-Effekt („Ceiling-Effect“) bedacht werden.

Auch im Hinblick auf Bildungs- und Schulungsprogramme deuten die hier berücksichtigten Studien darauf hin, dass im Vergleich zur Informationsdarbietung nur über einen Sinneskanal ohne Möglichkeit zur Selektion und Rückkopplung durch den Rezipienten die kommunikative Ansprache über mehrere Sinneskanäle (Text, Grafik/Foto, bewegtes Bild/Animation) sowie zusätzlich die Mensch-Computer-Interaktion in der Schulungssituation die Wahrscheinlichkeit einer tiefergehenden Auseinandersetzung

bzw. höheren Verarbeitungstiefe der Informationen und damit die Vermittlungsleistung steigern. Zudem sollten mediale und interpersonale Formen der Ansprache kombiniert werden, da dies die Kommunikationsleistung erhöht.

Die wiederholte multimediale Gesundheitsschulung mit Animationen, Fotos und kurzen Informationen in klinischen Einrichtungen führt bei Risikopersonen zu besseren Kenntnissen über Melanome und verbessertem Sonnenschutzverhalten <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006]. Für Jugendliche konnte nachgewiesen werden, dass eine zweimalige interaktive PC-Schulung in klinischen Einrichtungen in Kombination mit vier Telefoninterviews mit Gesundheitsberatern in einem Zeitverlauf von 24 Monaten einen positiven Einfluss auf das Schutzverhalten hat, wobei die Entscheidungsbalance als Mediatorvariable wirkt [474]. Auch in anderen gesundheitsbezogenen Settings wie einer Apotheke wurden bereits multimediale interaktive Schulungs- bzw. Interventionsprogramme mit moderaten Ergebnissen realisiert [479].
Mehrfache Kommunikation erzielt bei der Veränderung von Risikoverhalten bessere Effekte als das einmalige Überreichen einer Standardbroschüre [468], [472].

Multimediale interaktive Schulungsmaterialien ließen sich auch settingbezogen in der Primärprävention bei Kindern der dritten und vierten Klasse effektiv einsetzen. Hornung et al. [478] konnten zeigen, dass die Informationsvermittlung durch eine CD-ROM gegenüber lehrergeführten didaktischen Interventionen mit Broschüren einen positiven Effekt auf Wissens- und Einstellungsebene entfalten kann. Hinweise auf die Überlegenheit multimedialer Formen der Darbietung (Video) gegenüber konventionellen Wegen über Broschüren finden sich auch bei Idriss et al. [489] und Janda et al. [491].

Die positive Wirkung solcher Präventionsprogramme kann auf Grundlage der vorhandenen Studien jedoch nur für komplexe Schulungsprogramme angenommen werden, die verschiedene textliche, visuelle und audiovisuelle Elemente integrieren. In vielen Studien [474], <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006], [479], [473] wurden die Programme nicht gegen die Wirkung anderer Programmprofile (andere Vermittlungskanäle oder andere Formen oder Kombinationen der Informationsdarbietung und -aufbereitung) getestet, sodass auf dieser Grundlage – trotz des teilweise hohen Levels of Evidence der Studien – keine Aussagen darüber möglich sind, welche Maßnahmen bzw. welche Bestandteile eines Schulungsprogramms genau eine Wirkung entfalten und welche nicht zu einer Verbesserung des Wissens, der Einstellungs- und Verhaltensparameter beitragen. Bei Studien, in denen zwar unterschiedliche Formen und Wege der Informationsdarbietung miteinander verglichen werden, z. B. [478], [489], [491], [479], könnten wiederum andere Verzerrungsfaktoren gewirkt haben, die sich auch in dem geringeren Level of Evidence niederschlagen. Zudem liefern auch diese Studien nur Hinweise auf die Wirkung eines komplexen und mehrteiligen Maßnahmenbündels, sodass keine Aussage über den potenziellen präventiven Einfluss einzelner Bestandteile möglich ist.

5.2.1.3.2 Ansprache über das äußere Erscheinungsbild

Das äußere Erscheinungsbild ist für viele Menschen von zentraler Bedeutung und daher intrapersonal relevant. Dies bietet einen Ansatzpunkt für primärpräventive Programme, dass UV-Schutz-Verhalten der Bevölkerung positiv zu beeinflussen. Daher sind Interventionen zur Prävention von Hautkrebs, die das äußere Erscheinungsbild adressieren, eine Strategie, positiv auf das Sonnenschutzverhalten von Individuen einzuwirken.

Da das äußere Erscheinungsbild ein wesentliches Motiv für die Sonnenbräunung/gebräunte Haut ist, vor allem bei Frauen [492], können entsprechende Botschaften/Appelle dieses Motiv adressieren und mögliche Attraktivitätsverluste durch gesundheitsschädliches Verhalten aufzeigen. So werden in Präventionskampagnen Konsequenzen wie Hautalterung und Flecken im Gesicht (durch übermäßige Hautbräunung) eingesetzt [493].

Insbesondere für Untersuchungen an Frauen zeigten diese Appelle eine hohe Wirksamkeit zur Vorbeugung von Hautkrebs. Appelle, die mit Attraktivitätsverlusten argumentieren, zeigten positive (d. h. gesellschaftlich erwünschte) Effekte auf Risikowahrnehmung, Selbstwirksamkeit, Einstellungen, Verhaltensintentionen und Verhalten. Das verdeutlichen neben den vielen Einzelstudien (Übersicht siehe [494], die insbesondere von Mahler und Kollegen durchgeführt wurden, auch zwei Forschungsüberblicke zu aussehensbasierten Interventionen beim Sonnenschutz [495]. Die Studien zu Attraktivitätsappellen wurden allerdings oft ausschließlich (oder zumindest mehrheitlich) mit Frauen durchgeführt [495].

Williams et al. [495] randomisierten insgesamt 70 Studentinnen der Staffordshire Universität in UK zu einer von zwei Interventionsgruppen. Bei der ersten Interventionsgruppe wurde das Gesichtsalterungsprogramm „Age Progression Software“ (APRIL) angewendet. Anschließend wurden je ein Bild mit UV-Schutzmaßnahmen und ein Bild ohne nebeneinandergelegt und die Frauen wurden zu ihren Gedanken diesbezüglich befragt. Die zweite Interventionsgruppe erhielt Informationsbroschüren vom National Health Service und Cancer Research UK und wurde anschließend ebenfalls befragt. Die jeweilige Interventionsgruppe gilt als jeweilige Kontrolle für die andere. Endpunkte stellten Einstellungen zu Vorteilen und Risiken der Sonnenexposition, zukünftige Sonnenschutzintention sowie wahrgenommene Sonnenschadenanfälligkeit dar. Im Ergebnis zeigt sich, dass Interventionen, die das äußere Erscheinungsbild adressieren, positiven Einfluss auf die UV-Exposition, UV-Schutz-Intention und das UV-Schutz-Verhalten haben.

5.40	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **0**	Der Einsatz von personalisierten digitalen Methoden zur Darstellung von möglichen UV-strahlungsbedingten Attraktivitätsverlusten kann bei bestimmten Zielgruppen positive Effekte auf das Sonnenschutz- und Expositionsverhalten haben.	
Evidenzlevel **1++, 1-** SIGN	[496], [497], [498], [495], [499], [500]	
	Konsens	

Eine personalisierte Variante zur Darstellung der möglichen Attraktivitätsverluste sind Interventionen wie UV-Fotografie oder „facial morphing“ (z. B. „Alterungssoftware“).

Da allerdings die meist unzureichende Abklärung der gesundheitlichen Relevanz der Visualisierungen, die als Mittel zum Zweck der Verhaltensbeeinflussung eingesetzt werden, kritisch gesehen wird, obwohl sich aus Untersuchungen positive Hinweise auf zumindest kurzzeitige Verhaltensänderungen ergeben, ist die Empfehlung Leitliniengruppe diesbezüglich ungerichtet.

Eine auf das Aussehen gestützte webbasierte Intervention von Hillhouse et al. [497] konnte bei weiblichen Jugendlichen die Intention zur Solariennutzung reduzieren. Dabei kommt der Veränderung psychosozialer Variablen (Einstellungen, Vorstellungen, Erwartungen und Normen) eine besondere Bedeutung zu.

In der randomisiert kontrollierten Studie von Blashill et al. [496] reduzierte die Benutzung einer Hautalterungssoftware die Häufigkeit von Bräunung draußen und im Solarium bei jungen Erwachsenen im Vergleich zum Einsatz von Informationsbroschüren allein oder Broschüren in Kombination mit Achtsamkeitsübungen. Dieser Effekt verminderte sich im Laufe der Zeit. Auch Williams et al. [495] berichten von Vorteilen einer Intervention mit computergestützter Gesichtsalterungssimulation bei jungen Frauen in Bezug auf die positive Beeinflussung von Intentionen und Einstellungen zur UV-Exposition im Vergleich zur alleinigen Nutzung von Informationsbroschüren.

Ein UV-Foto, mit dem der Kontrast zwischen UV-geschädigter und gesunder Haut visualisiert werden sollte, kam in der Studie von Heckmann et al. [499] zum Einsatz und zeigte sich signifikant effektiver in Bezug auf die positive Verhaltensänderung zum Sonnenschutz als standardisierte Informationsbroschüren zur Hautkrebsprävention. Die Teilnehmer waren zu 82% weiblich.

Hollands et al. [500] sehen nur geringe Evidenz dafür, dass der Einsatz von Bildern, die individuelle „UV-Schäden“ oder Zeichen der Hautalterung visualisieren, zur Verhaltensänderung beiträgt. Andere Untersuchungen sprechen dafür, dass z. B. durch UV-Fotografien gestützte Hinweise auf negative Folgen übermäßiger UV-Strahlung auf das Aussehen zumindest in einigen Zielgruppen das Sonnenschutzverhalten positiv beeinflussen können [501];[502], [503], [504].

5.2.1.3.3 UV-Schutzverhalten und das Schönheitsideal gebräunte Haut

5.41	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Die mit dem Schönheitsideal gebräunter Haut zusammenhängende Schaden-Nutzen-Wahrnehmung der UV-Exposition hat maßgeblichen Einfluss auf das UV-Schutzverhalten. Zur Steigerung des UV-Schutzverhaltens sollen daher gesellschaftliche Idealvorstellungen und Verhaltensroutinen hinsichtlich gebräunter Haut und Sonnenbaden in Präventionsmaßnahmen adressiert werden.	
	Starker Konsens	

Ob ein adäquates UV-Schutzverhalten umgesetzt wird, ist auch von gesellschaftlich verankerten Normen und Idealvorstellungen abhängig. In der westlichen Kultur gibt es seit ca. 100 Jahren das mal mehr und mal weniger ausgeprägte Schönheitsideal gebräunter Haut. Die gebräunte Haut steht für Schönheit, Attraktivität und Agilität und ist für viele Menschen erstrebenswert [505]. Darüber hinaus wird die gebräunte Haut vielfach als Zeichen von Gesundheit interpretiert, was vor dem Hintergrund des biologischen Entstehungsprozesses der Bräune und der Kanzerogenität der UV-Strahlung paradox ist.

Ursachen dieses Schönheitsideals lassen sich durch eine historische Betrachtung finden und hängen vermutlich mit den im Rahmen der industriellen Revolution entstandenen Luft- und Kurbädern und der Genesung des Menschen an der freien Luft zusammen. Begleiterscheinung dessen war die Braunfärbung der Haut. Spätestens seit der Nachkriegszeit in der die durch Reisen nach Südeuropa gewonnene Bräune als Statussymbol gesehen wurde, ist das Schönheitsideal fest in der Gesellschaft verankert und wird sichtbar durch das Angebot von Solarien und Selbstbräuner der Haut.

Durch dieses Schönheitsideal wird die Motivation für das UV-Schutzverhalten maßgeblich beeinflusst. Aus dem Verständnis einer Kosten-Nutzen-Analyse heraus, werden (bewusst oder unbewusst) die Gewinne der UV-Exposition (= Attraktivität etc.) mit den Kosten (= Steigerung des Hautkrebsrisikos und Sonnenbrand) abgewogen. Eine entscheidende Rolle spielt dabei auch die lange Latenzzeit der Hautkrebsentstehung, wodurch die Kosten eher abstrakt, die Gewinne aber unmittelbar erreichbar sind - zumal vielfach die Annahme besteht, dass durch die Anwendung von Sonnenschutzmitteln die Bräunung der Haut ohne eine Steigerung des Hautkrebsrisikos möglich sei und der Sonnenbrand (als unmittelbar erlebter Nebeneffekt) weitestgehend verhindert werden kann (weitere Ausführungen zu der Rolle der Sonnenschutzmittel siehe Kapitel 5.1.4).

Eine gesamtgesellschaftliche Veränderung des UV-Schutzverhaltens ist ohne einen Wandel dieses Schönheitsideals unwahrscheinlich. Damit Maßnahmen der primären Prävention tatsächlich zu einem gesteigerten UV-Schutzverhalten führen, ist es notwendig, dieses in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Kultur- und Sozialwissenschaften zu adressieren und den Aspekt bei der Planung von Präventionsprogrammen zu berücksichtigen. Bedeutsam ist es dabei auch, auf aktuelle Trends in Social Media einzugehen und diese Formate für die Präventionsarbeit zu nutzen (weiteres dazu siehe Kapitel 5.2.1.3.1)

5.2.1.3.4 Einbezug von Peers und Multiplikatoren

5.42	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Bei der Vermittlung von UV-Schutzmaßnahmen und der Durchführung von Präventionsprogrammen sollten Eltern, pädagogische Fachkräfte, Peers und andere Multiplikatoren einbezogen werden.	
	Starker Konsens	

Bei der Vermittlung UV-Schutz-bezogenen Wissens sind Multiplikatoren besonders wichtig. Eltern und pädagogische Fachkräfte übernehmen die Weitergabe relevanten Wissens zur Prävention von Hautkrebs. Zudem können über sie verhaltensbezogene Interventionsprogramme verbreitet und durchgeführt werden.

Eine Einbindung der Peer-Kommunikation, also den direkten Austausch zwischen Gleichgestellten, in Maßnahmen der Informierung über primäre und sekundäre Hautkrebsprävention fördert den direkten Wissensaustausch und ist deshalb vielversprechend. Untersuchungen zeigen, dass die Peer-Kommunikation einen moderierenden Effekt auf den Zusammenhang zwischen deskriptiven Normen (was die Mehrheit tun bzw. als angemessen betrachten würde) und Verhalten hat. Dies lässt sich am Beispiel des Alkoholkonsums unter Studierenden verdeutlichen. Der Alkoholkonsum wird durch mehr als nur deskriptive Normen beeinflusst. Die Kommunikation zwischen den Peers hat hier ebenfalls einen entscheidenden Einfluss [506]. Deshalb ist die Peer-Kommunikation geeignet, Verhaltensänderungen zu unterstützen.

Die Sozialisation, als eine der wichtigsten Prozesse der Internalisierung, bietet ebenfalls die Möglichkeit zur Informierung. Innerhalb des Sozialisationsprozesses nehmen bspw. Eltern, pädagogische Fachkräfte etc. die Rolle von Sozialisationsagenten ein [507]. Durch Schulung von Sozialisationsagenten können diese als gut informierte Multiplikatoren fungieren.

Daneben gilt auch die Kommunikation und das Vorbildverhalten der Eltern als wichtiger Einflussfaktor für das Sonnenschutzverhalten der Jugendlichen [508].

Auch Ärzte und andere medizinische Akteure wie Apotheker gelten als wichtige Multiplikatoren für die primäre Prävention von Hautkrebs. Auf das ärztliche Setting wird daher inKapitel 5.2.1.4 genauer eingegangen.

5.2.1.3.5 Verwendung neuer Medien

Aktualisierung 2025 durch AG Informierung der Bevölkerung

5.43	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Interventionen zur Hautkrebsprävention können als Kommunikationsstrategie auch neue Medien (Webseiten, Social Media, SMS, Apps) verwenden.	
	Konsens	

5.44	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Das mediale Informationsangebot zur Hautkrebsprävention soll qualitativ und quantitativ ausgebaut werden, da digitale und soziale Medien die wichtigste Informationsquelle für Erwachsene und jüngere Zielgruppen darstellen. Dabei soll die Bereitstellung zielgruppengerechter und evidenzbasierter Inhalte im Vordergrund stehen, um Fehlinformationen („Fake News“) in sozialen Medien wirksam entgegenzuwirken.	
	Starker Konsens	

5.45	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Die Entwicklung und Verbreitung von evidenzbasierten Informationsangeboten kann in Kooperation mit Institutionen, Fachgesellschaften und qualifizierten Medienschaffenden erfolgen, um Glaubwürdigkeit und Reichweite zu erhöhen. Die Einbindung von Meinungsführern und Influencern kann hilfreich sein, sofern die Inhalte evidenzbasiert und werbefrei vermittelt werden.	
	Starker Konsens	

Neue Medien, insbesondere soziale Medien, bieten vielfältige Möglichkeiten der Informationsaufbereitung, etwa durch audiovisuelle Formate, Animationen oder interaktive Elemente. Zudem erlauben sie eine bidirektionale Kommunikation und unmittelbare Rückmeldung zwischen Sender und Rezipient, wodurch sich neue Formen der Beteiligung und Gesundheitskommunikation eröffnen [509], [510].

Jüngere Menschen nutzen soziale Medien intensiv und beziehen darüber zunehmend Informationen zu gesundheitsbezogenen Themen. Studien zeigen, dass soziale Netzwerke wie Instagram, TikTok oder YouTube nicht nur als Unterhaltungsplattformen, sondern auch als Informationsquellen dienen [511]. Dabei werden Gesundheitsinhalte häufig in informellem Tonfall, durch Influencer oder Peers vermittelt, was zur hohen Reichweite beiträgt.

Soziale Medien können erfolgreich zur Gesundheitsförderung eingesetzt werden, insbesondere bei jungen Erwachsenen. Mehrere Studien berichten positive Effekte auf Wissen und Einstellungen sowie teils auf gesundheitsrelevantes Verhalten [512], [510], [513], [511]. Auch [509] betonen, dass Social-Media-Kampagnen effektiv zur Bewusstseinsbildung beitragen und gesundheitliche Themen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen.

Soziale Medien bieten im Vergleich zu klassischen Kommunikationskanälen besondere Vorteile:

Erstens ermöglichen sie multimediale Informationsvermittlung, die Aufmerksamkeit erzeugt und emotional anspricht. Zweitens können Inhalte durch Interaktion (Kommentare, Likes, Teilungen) aktiv verarbeitet und weiterverbreitet werden, was soziale Verstärkungseffekte begünstigt [512]. Drittens erlauben sie eine niedrigschwellige

und personalisierte Ansprache, wodurch insbesondere junge Zielgruppen mit geringem Zugang zu traditionellen Gesundheitsangeboten erreicht werden können [514].

Ein Co-Design-Ansatz, der Jugendliche in die Gestaltung von Social-Media-Kampagnen einbindet, hat sich als besonders effektiv erwiesen. Eine aktuelle Studie betont, dass Gesundheitsbotschaften auf sozialen Medien kurz, visuell ansprechend und interaktiv gestaltet sein sollten, um die Aufmerksamkeit der Zielgruppe zu sichern [515]. Darüber hinaus können Peer-Effekte genutzt werden, um Gesundheitsnormen positiv zu beeinflussen[509].

Trotz der Potenziale bestehen Herausforderungen. Die Evidenzlage ist heterogen und viele Studien weisen methodische Einschränkungen auf, beispielsweise kurze Beobachtungszeiträume oder fehlende Kontrollgruppen [516]. Zudem variiert die Qualität der in sozialen Medien verbreiteten Gesundheitsinformationen stark. Junge Nutzer bewerten die Glaubwürdigkeit von Quellen oft subjektiv und orientieren sich an Sympathie oder Popularität statt an fachlicher Expertise [511].

Auch Risiken wie Fehlinformationen, Überforderung durch Informationsflut und problematische Mediennutzung müssen berücksichtigt werden. Die Weltgesundheitsorganisation [517] weist darauf hin, dass exzessive Social-Media-Nutzung mit psychischer Belastung, sozialem Vergleich und vermindertem Wohlbefinden bei Jugendlichen einhergehen kann.

Speziell zu dem Thema UV-Schutz/Hautkrebsprävention und der Verwendung neuer Medien können einige Studien identifiziert werden, aus denen sich Erkenntnisse hinsichtlich Effektivität und Potentialen ableiten lassen. Insgesamt hängt die Forschung jedoch den aktuellen Entwicklungen besonders im Social Media-Bereich hinterher.

Finch et al. [485] beziehen sich in ihrem systematischen Review auf fünf Interventionen (untersucht in Form von RCTs), die mit Hilfe von regelmäßigen Kurznachrichten (SMS) auf das Mobiltelefon das Sonnenschutzverhalten positiv verändern. Allerdings erhielt in den meisten Fällen die Kontrollgruppe keine Intervention, so dass Aussagen über den Effekt der kommunikativen Strategie nicht möglich sind. Neuere systematische Reviews bestätigen, dass SMS-basierte Interventionen zwar teilweise Verbesserungen beim Sonnenschutzverhalten bewirken, die Evidenz jedoch als gering bis moderat einzustufen ist und die Studien häufig methodische Schwächen (z. B. fehlende aktive Kontrollgruppen) aufweisen [516].

Die Effekte von Interventionen, die als Kommunikationsmedium Webseiten verwenden und hier mit Hilfe von modular aufgebauten und teilweise individuell zugeschnittenen Themenblöcken u.a. das Sonnenschutzverhalten fördern [487] oder die Benutzung von Solarien verringern wollen [497], zeigten positive Effekte auf das Verhalten. Aber auch hier lassen sich keine Aussagen über die tatsächliche Wirkung des webbasierten Vorgehens im Vergleich zu anderen Ansätzen treffen.

Neuere Arbeiten zeigen, dass webbasierte und App-gestützte Programme insgesamt eine moderate Effektivität besitzen, insbesondere wenn sie personalisiertes Feedback oder theoretisch fundierte Verhaltensmodelle integrieren [518]. Dennoch bleibt die Vergleichbarkeit mit alternativen Kommunikationsformen eingeschränkt, da direkte Vergleichsstudien selten sind.

Falzone et al. [519] leiten aus ihrem Review zu psychosozialen Einflussfaktoren auf das Bräunungsverhalten in Solarien unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen wichtige Faktoren für die Gestaltung von Social Media Kampagnen ab. So benennen sie

neben individuellen Faktoren (wie internalisierte Bräunungsnormen, Körperzufriedenheit und Komorbiditäten mit anderen psychischen Krankheiten wie Essstörungen) auch die Familie (z. B. die Kommunikation mit den Eltern und deren Vorbild), die Peers (wie deren Körperideal und Sonnenstudionutzung); sowie Faktoren auf der gesellschaftlichen Ebene (wie die Gesetzgebung, Werbung und dort vermittelte Schönheitsideale). Durch Social Media können nach ihrer Einschätzung in dieser Altersgruppe größere Reichweiten mit geringerem finanziellem Aufwand erzielt werden, die Normen und Ideale über Schönheit und Aussehen beeinflussen können. Zudem erhoffen sie sich davon eine höhere Unterstützung für staatliche Maßnahmen zum Verbot der Sonnenstudionutzung durch Jugendliche.

Hinsichtlich der Ansprache von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen gibt es Hinweise in der Literatur, welche Medien geeignet sind, diese Zielgruppe zu erreichen. So fanden Adams et al. [474] heraus, dass Kinder und Jugendliche im Alter von 10 bis 16 Jahren, die an einer Schulung per Computer teilnahmen, sich risikoärmer bezüglich ihrer Sonnenexposition verhalten als Personen aus der Kontrollgruppe. Dieser Effekt ist vermutlich auf eine Änderung der Entscheidungsbalance (Subtraktion der Vorteile von Sonnenexposition von denen des Sonnenschutzes) durch die Intervention zurückzuführen. Diese Befunde werden durch neuere Studien gestützt, die zeigen, dass digitale Lernmodule und interaktive Programme das Wissen und die wahrgenommene Selbstwirksamkeit im UV-Schutzverhalten verbessern können [518], [520], [487].

Hornung et al. [478] berichten über eine Intervention, welche an Schüler der dritten und vierten Klasse gerichtet war. Inhalte der Intervention waren das Wissen über die Gefahren der UV-Strahlung, Einstellungen gegenüber Sonnenbräune und Verhaltenspraktiken zum Schutz vor UV-Strahlung. Dabei wurden verschiedene Kommunikationskanäle verwendet. Zum einen wurden einer Gruppe die Inhalte per CD-ROM vermittelt (IG 1), anderen lehrergeführt didaktisch (IG 2) und eine dritte Gruppe erhielt keine Intervention (KG). In beiden Gruppen erhielten die Lehrer allgemeine Informationen und Informationen zur Durchführung der jeweiligen Maßnahme. Die Ergebnisse zeigen, dass in der IG 1 das Wissen am meisten gesteigert, die Einstellung am meisten verbessert und mögliches Verhalten häufiger gezeigt wurden im Vergleich zur IG 2 und zur KG. Nach sieben Monaten schwächen sich die Effekte innerhalb der IG 1 ab und ließen sich nicht mehr von IG 2 statistisch signifikant unterscheiden, jedoch gab es signifikante Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen und der KG im Wissen über die Gefahren von UV-Strahlung. Bei der Einstellung unterschieden sich nur noch IG 1 und KG signifikant voneinander, während beim Verhalten keinerlei Unterschiede mehr zwischen den Gruppen existierten. Diese frühen Ergebnisse sind nach wie vor relevant, allerdings deuten Nachfolgestudien darauf hin, dass zur langfristigen Stabilisierung von Verhaltensänderungen wiederholte Auffrischungen oder Einbettung in schulische Curricula erforderlich sind [431].

Idriss et al. [489] geben Hinweise darauf, dass bei internetaffinen jungen Erwachsenen (18 bis 39 Jahre) webbasierte Kommunikationsmittel (Online-Videos) rein textbasierten Medien (Printmedien) bei der Vermittlung von Wissen über das maligne Melanom in ihrer Effektivität überlegen sind ($p < 0,05$). Die Effektivität wurde geschlussfolgert auf Basis der Veränderungen der Melanom-Kenntnisse der Teilnehmer zum Zeitpunkt der Baseline verglichen mit einem Monat nach Erhalt der edukativen Intervention (Fragebogenerhebung). Diese Tendenz wird durch neuere Analysen bestätigt, die visuelle, narrative oder interaktive Elemente (z. B. Videos, Gamification) als besonders wirksam für Wissensvermittlung und Motivation zum Sonnenschutz identifizieren [516], [518].

Forschungsbedarf

Während frühere Untersuchungen den Einsatz klassischer digitaler Medien wie SMS, CD-ROM, Online-Videos oder Webseiten evaluierten, bildet die heutige Medienrealität – insbesondere die Nutzung sozialer Medien – einen zentralen Bestandteil der Alltagskommunikation, vor allem bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Diese Kanäle unterscheiden sich grundlegend in ihrer Funktionslogik, Interaktivität und Reichweite und eröffnen neue Ansätze für die Gesundheitskommunikation, die bislang wissenschaftlich nur unzureichend untersucht wurden.

Künftig sollte daher erforscht und systematisch aufgearbeitet werden, wie und unter welchen Bedingungen Social-Media-basierte Interventionen im Bereich der Primärprävention wirken. Dies umfasst sowohl die Identifikation der wirksamsten Plattformen (z. B. Instagram, TikTok, YouTube) als auch die Analyse spezifischer Kommunikationsstrategien, Formate und Botschaftsmerkmale (z. B. Narration, Humor, Influencer-Einbindung). Ebenso besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der psychologischen Wirkmechanismen, etwa der Rolle von sozialer Identifikation, sozialen Normen oder Peer-Einfluss auf Präventionsverhalten.

Darüber hinaus ist die methodische Qualität zukünftiger Studien zu stärken. Viele bisherige Arbeiten weisen kleine Stichproben, kurze Beobachtungszeiträume und fehlende Vergleichsgruppen auf). Um die Effektivität sozialer Medien in der Gesundheitsförderung valide zu bewerten, sind randomisierte kontrollierte Studien mit langfristigen Follow-up-Erhebungen, standardisierten Outcome-Maßen und theoriegeleiteten Interventionsdesigns erforderlich. Ergänzend sollten qualitative und Mixed-Methods-Ansätze eingesetzt werden, um Einblicke in Wahrnehmung, Motivation und Nutzungsverhalten der Zielgruppen zu gewinnen.

Nicht zuletzt ist der ethische und medienpädagogische Kontext zukünftiger Forschung zu berücksichtigen. Neben der Wirksamkeit müssen Fragen der Informationsqualität, der Glaubwürdigkeit von Quellen sowie potenzieller Risiken wie Fehlinformationen oder sozialer Vergleich systematisch analysiert werden.

Insgesamt erscheint es vor diesem Hintergrund zielführend, die Wirksamkeit primärpräventiver Interventionen unter Einbezug sozialer Medien weiter zu erforschen. Dabei sollten insbesondere die Potenziale interaktiver und partizipativer Elemente genutzt werden, um nachhaltige Verhaltensänderungen zu fördern und gesundheitsrelevante Botschaften effektiv in digitale Alltagskontexte jüngerer Bevölkerungsgruppen zu integrieren.

5.46	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Die digitale Medienkompetenz als Bestandteil der Gesundheitskompetenz der Bevölkerung sollte gezielt gefördert werden, um verlässliche Informationen zu Hautkrebs und Hautkrebsprävention in digitalen Medien – insbesondere in sozialen Netzwerken- zu finden, zu verstehen, kritisch zu bewerten und im Alltag anzuwenden. Dadurch können der Einfluss von Desinformation reduziert und die selbstbestimmte Gesundheitsentscheidung gestärkt werden.	
	Starker Konsens	

Digitale Medien, insbesondere das Internet und soziale Netzwerke, sind zentrale Informationsquellen zu Themen der Hautkrebsprävention. Viele Menschen informieren sich dort über UV-Risiken, Sonnenschutz oder Hautkrebs-Screening. Studien zeigen, dass die Bevölkerung das Internet zunehmend als erste Quelle für Gesundheitsinformationen nutzt [521]. Allerdings ist die Qualität dieser Informationen sehr heterogen. [522] analysierten YouTube-Videos zu Sonnenschutz und Hautkrebsprävention und fanden, dass nur ein geringer Anteil wissenschaftlich fundierte und korrekte Inhalte vermittelte. Damit wird deutlich, dass die Fähigkeit, Informationen kritisch zu bewerten, eine zentrale Voraussetzung für wirksame Gesundheitsprävention ist.

Gesundheitskompetenz umfasst laut gängiger Definition die Fähigkeit, gesundheitsbezogene Informationen zu finden, zu verstehen, kritisch zu bewerten und im Alltag anzuwenden. Angesichts der Digitalisierung gewinnt dabei die Medienkompetenz als integraler Bestandteil zunehmend an Bedeutung. Medienkompetenz bezeichnet den reflektierten, aktiven und verantwortungsbewussten Umgang mit medial vermittelten Inhalten, insbesondere in digitalen Umgebungen. Die Verbindung beider Kompetenzen – häufig als „digitale Gesundheitskompetenz“ (eHealth literacy) bezeichnet – ist wesentlich, um die Flut an Gesundheitsinformationen im Internet angemessen zu bewerten und handlungsrelevant umzusetzen [523].

Soziale Medien sind dabei besonders ambivalent. Einerseits bieten sie durch ihren niederschwelligen Zugang und ihre große Reichweite Chancen für gesundheitliche Chancengleichheit, da Informationen leicht verbreitet werden und insbesondere junge oder digital affine Zielgruppen erreicht werden können. Andererseits bergen sie erhebliche Risiken. Während der COVID-19-Pandemie hat sich gezeigt, dass Falsch- und Desinformationen zu einem ernsthaften Problem für die öffentliche Gesundheit werden können [524]. Ursachen hierfür sind unter anderem emotional aufgeladene Motivationen, selektive Wahrnehmung, Unsicherheit über Quellen und mangelnde Gesundheits- und Medienkompetenz [525]. Eine aktuelle Übersichtsarbeit von Haff (2024) hebt hervor, dass Inhalte zur Hautkrebsprävention in sozialen Medien bisher kaum systematisch evaluiert wurden und dass die Qualität der Beiträge stark variiert.

Zur Prävention von Hautkrebs ist daher nicht nur die Verfügbarkeit evidenzbasierter Informationen entscheidend, sondern auch die Befähigung der Bevölkerung, diese zu erkennen und kritisch zu bewerten. Personen mit geringerer Gesundheits- oder Medienkompetenz – etwa ältere Menschen oder Menschen mit niedrigerem Bildungsniveau – haben häufiger Schwierigkeiten, die Vertrauenswürdigkeit digitaler Quellen einzuschätzen. Dies kann dazu führen, dass Fehlinformationen, etwa zur angeblich „gesunden Bräune“ oder zur Ungefährlichkeit von Solarien, unreflektiert übernommen werden und riskantes Verhalten fördern.

Die Förderung von Medienkompetenz als Teil der Gesundheitskompetenz sollte daher ein strukturelles Ziel in der Prävention von Hautkrebs sein. Sie umfasst die Vermittlung von Fähigkeiten zur gezielten Informationssuche, zur Bewertung von Quellen (z. B. Autorenschaft, Finanzierung, Evidenzbasis) und zur Unterscheidung zwischen wissenschaftlich geprüften und meinungsbasierten Inhalten. Empfehlenswert ist die Integration entsprechender Module in Präventionsprogramme, Aufklärungskampagnen oder ärztliche Beratung. Darüber hinaus können geprüfte, evidenzbasierte Online-Angebote und Social-Media-Formate genutzt werden, um Kompetenzen im Umgang mit digitalen Informationen zu fördern. Interaktive Formate wie kurze Videos, Quiz oder „Pre-bunking“-Strategien – also die frühzeitige Aufklärung über typische Desinformationsmuster – können hier hilfreich sein [525].

Die Förderung der Medienkompetenz als Teil der Gesundheitskompetenz ist damit eine zentrale Voraussetzung für erfolgreiche Prävention von Hautkrebs. Nur wenn Menschen in der Lage sind, digitale Gesundheitsinformationen kritisch zu nutzen und verlässliche Quellen zu erkennen, können Präventionsbotschaften im digitalen Raum wirksam werden und zur Chancengleichheit im Gesundheitshandeln beitragen.

5.2.1.4 Primärprävention und ärztliche Beratungsmomente

5.47	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **A**	Im ärztlichen Gespräch soll anlassbezogen zum UV-Schutz beraten werden. Geeignete Anlässe hierfür sind die regelmäßigen Früherkennungsuntersuchungen (U- bzw. J-Untersuchungen) bei Kindern und Jugendlichen, die Gesundheitsuntersuchung sowie das Hautkrebs-Screening.	
Evidenzlevel **1+, 2+** SIGN	[501], [526], [527], [528], [502], [529]	
	Starker Konsens	

5.48	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Im Rahmen der ärztlichen Beratung soll der Patient für UV-Schutz sensibilisiert und bei der Umsetzung von UV-Schutzverhalten unterstützt werden. Dabei soll auf die empfohlenen verhaltensbezogenen UV-Schutzmaßnahmen (siehe Empfehlung 5.1 bis Empfehlung 5.20, Empfehlung 5.22, Empfehlung 5.23) eingegangen und der Patient auf individuelle Besonderheiten sowie das Vorhandensein von Risikofaktoren hingewiesen werden.	
	Starker Konsens	

Im derzeitigen deutschen Versorgungssystem sind an zwei Versorgungsanlässen Beratungen zum UV-Schutz vorgesehen. Im Rahmen der Früherkennungsuntersuchungen für Kinder findet zwischen dem sechsten und siebten Lebensmonat die sogenannte U5 statt, bei der der Arzt aufgefordert ist, mit den Bezugspersonen über das Thema UV-Schutz zu sprechen. Darüber, wie häufig dieses Thema bei der Untersuchung tatsächlich angesprochen wird, liegen keine Daten vor. Es lässt sich aber davon ausgehen, dass es häufig nicht zur Sprache kommt, zumal die Terminierung der Untersuchung vom Alter des Kindes abhängt und sie damit auch in Wintermonaten stattfindet, in denen der UV-Schutz weder bei dem ärztlichen Personal noch bei den Erziehungsberechtigten im Alltag relevant ist.

Auch im Rahmen des Hautkrebs-Screenings soll durch den behandelnden Arzt eine Beratung zum Thema UV-Schutz durchgeführt werden. Laut Patientenbefragungen werden diese Beratungen jedoch häufig nicht durchgeführt. Laut einer bevölkerungsrepräsentativen Befragung boten lediglich 74,0% der Dermatologen und nur 67,6%

der Hausärzte eine Beratung zu Hautkrebsprävention im Rahmen des Hautkrebs-Screening an [441]. Sinnvoll ist darüber hinaus die anlassbezogene Beratung in weiteren Konsultationen, wenn z. B. erkennbar ist, dass der Patient sich intensiv mit UV exponiert, Solarien nutzt oder Risikomerkmale vorliegen.

Dass ärztliche Beratung zur Veränderung des UV-Schutzverhalten beitragen kann, lässt sich anhand verschiedener Studien verdeutlichen. So liegt Evidenz dafür vor, dass individualisierte Interventionen (individuelle Risikobewertung, persönliches Arzt-Patienten-Gespräch), die Chancen für eine Beeinflussung des Verhaltens erhöhen. Eine ärztliche Beratung mit individuell zugeschnittenen Feedback-Berichten zeigte bei 11- bis 15-Jährigen auch 24 Monate nach der Intervention signifikante Unterschiede bezüglich des Sonnenschutzverhaltens zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe [526]. [529] zeigten, dass eine persönliche Beratung zum Sonnenschutzverhalten während einer ärztlichen Konsultation, verbunden mit einer Untersuchung vorhandener Nävi, bei Erwachsenen auch drei Jahre nach der Intervention noch zu einem verbesserten Sonnenschutzverhalten führte – allerdings signifikant verbessert nur im Hinblick auf die Nutzung von Sonnencreme. Eine briefliche Information allein hatte keinen Effekt. Rat et al. [527] untersuchten eine dichotome Risikobewertung in der Arztpraxis und konnten zeigen, dass die Sonnenexposition durch das gezielte Beraten von Risikopatienten reduziert werden konnte. Crane et al. [528] informierten Eltern von Säuglingen und Kleinkindern im Rahmen der Vorsorgeuntersuchungen in den ersten drei Lebensjahren regelmäßig und umfassend über einen altersangemessenen Sonnenschutz. Im Lauf der drei Jahre nahm das Wissen in der Interventionsgruppe deutlich zu, und auch das Sonnenschutzverhalten verbesserte sich.

Forschungsbedarf

Es besteht Forschungsbedarf darüber, inwieweit es sinnvoll ist, andere Berufsgruppen wie Apotheken und Heilmittelerbringer in primärpräventive und Maßnahmen miteinzubeziehen. Jedoch ist weitere Forschung notwendig, um die Effektivität und Nachhaltigkeit solcher Aktivitäten nachzuweisen und Empfehlungen daraus abzuleiten.

5.2.2 Verhältnispräventive Maßnahmen

Aktualisierung durch AG Primäre Prävention

5.2.2.1 Aktuelle Rahmenbedingungen der Verhältnisprävention

5.49	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Verhältnispräventive Maßnahmen der Hautkrebsprävention zum UV-Schutz sollen auf folgenden Ebenen ansetzen: · Bund und Länder · Städte und Kommunen · Forschung und Entwicklung · Bildung · Medien	
	Starker Konsens	

Verhältnispräventive Interventionen zielen auf die Etablierung geeigneter Umwelt- und Lebensweltbedingungen zur Reduktion der UV-Exposition ab (Allgemeine Hintergründe und Definition siehe Kapitel 3.3). Die Interventionen adressieren sowohl die gesamte populations- und settingspezifische Ebene als auch die Ebene von Individuen.

Die Notwendigkeit verhältnispräventiver Maßnahmen in Ergänzung verhaltenspräventiver Maßnahmen ergibt sich daraus, dass sich die Wirksamkeit allein auf die Verhaltensänderung zielender Interventionen häufig als unbefriedigend erwies (z. B. [530], [481]). Aus dem Bereich der Prävention von Tabakkonsum ist bekannt, dass verhältnispräventive Maßnahmen deutlich effizienter – das heißt kostengünstiger, nachhaltiger und wirksamer – als verhaltenspräventive Maßnahmen sind [531]. Zudem werden durch verhältnispräventive Maßnahmen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen geschaffen (z. B. Einrichten von Schattenplätzen), die ein Schutzverhalten (z. B. Aufsuchen von Schatten) erst ermöglichen oder erleichtern.

In dem Grundsatzpapier „Vorbeugung gesundheitlicher Schäden durch die Sonne – Verhältnisprävention in der Stadt und auf dem Land“ des UV-Schutz-Bündnisses von 2017 werden verhältnispräventive Maßnahmen zur Gewährleistung eines gelebten, wirkungsvollen UV-Schutzes auf verschiedenen Ebenen und für verschiedene Bereiche postuliert [532]. Diese umfassen die Ebene von Bund, Ländern, Städten und Kommunen sowie die Bereiche Forschung und Entwicklung, Ausbildung und Medien. Verhältnisprävention ist damit eine Querschnittsaufgabe, an deren Verwirklichung zahlreiche Fachbereiche und Disziplinen mitwirken und unterschiedliche Regularien und Verantwortlichkeiten berücksichtigt werden müssen.

Die Etablierung verhältnispräventiver Maßnahmen zur Vorbeugung UV-bedingter Erkrankungen gewinnt mit Blick auf den Klimawandel und seine gesundheitlichen Folgen zusätzlich an Bedeutung (siehe hierzu auch Kapitel 6). Im Rahmen der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes von 2021 wird der Klimawirkung „UV-bedingte Gesundheitsschäden“ ein hohes Klimarisiko und ein dringendes Handlungserfordernis attestiert [533]. Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel haben darum auch Schutzmaßnahmen vor zu hohen UV-Belastungen zu adressieren.

Das Klimaanpassungsgesetz (KAnG) der Bundesregierung, das am 1. Juli 2024 in Kraft trat, stellt eine wichtige Grundlage für UV-Schutz-Aktivitäten auf Bundes- und Landesebene und für Träger öffentlicher Aufgaben (Berücksichtigungsgebot) dar. Die Bundesregierung wird durch das KAnG zur Vorlage einer fortlaufend zu aktualisierenden, vorsorgenden Anpassungsstrategie mit messbaren Zielen und zur Evaluierung der Zielumsetzung verpflichtet. Die Bundesregierung hat, unter Berücksichtigung der Klimawirkungs- und Risikoanalyse [534] für Deutschland, die bereits seit 2008 bestehende Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) weiterentwickelt und im Dezember 2024 eine entsprechende Anpassungsstrategie vorgelegt. Innerhalb dieser Anpassungsstrategie ist im Cluster „Menschliche Gesundheit und Pflege“ das Ziel „Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung zu UV-angepasstem Verhalten“ ausgeführt. Die Länder werden durch das Gesetz beauftragt, eine landeseigene vorsorgende Klimaanpassungsstrategie vorzulegen und umzusetzen, wobei der Bund die Klimaanpassung der Länder im Rahmen seiner Zuständigkeit und nach Maßgabe des jeweiligen Haushaltsgesetzes mittels übergeordneter Strategieentwicklung, Koordination aller Handlungsfelder und Akteure, Datenangebote, wissenschaftliche Grundlagenarbeit und Forschungsvorhaben sowie Information, Beratung und Vernetzung der Akteure unterstützt.

Vorlagen aus Bund und Ländern sollen Städte und Kommunen in die Lage versetzen, eigene, auf die Bedürfnisse vor Ort, wie geografische Lage, finanzielle Ausstattung, Größe oder Einwohnerstruktur, angepasste Klimaanpassungsmaßnahmen zu etablieren.

Bereits 2017 hat die vom Bundesumweltministerium geleitete Bund/Länder Ad-hoc Arbeitsgruppe "Gesundheitliche Anpassung an die Folgen des Klimawandels" unter der Federführung des Umweltbundesamtes Handlungsempfehlungen für kommunale Behörden erarbeitet, um die Erarbeitung regional angepasster Hitzeaktionspläne zu unterstützen. Ziel dieser Pläne ist es, hitzebedingte und UV-bedingte Erkrankungen sowie Todesfälle durch Prävention zu vermeiden [535].

Des Weiteren wurden vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der UV-Kampagne 2023 zur Unterstützung der Kommunen sowie der Kindergärten, Schulen und Sportvereinen Praxis-Tipps für einen gelebten UV-Schutz veröffentlicht [536]. Diese beinhalten detaillierte Informationen und konkrete Handlungsempfehlungen zur Etablierung der verhältnispräventiven Maßnahmen „UV-Index sichtbar machen“ (s. hierzu auch Kapitel 5.2.2.3.2)Kapitel 5.2.2.3.1Kapitel 5.2.2.3.1, „Schattenoasen schaffen“ (siehe Kapitel 5.2.2.3.1), „Tagesabläufe anpassen“ (s. Kapitel 5.2.2.3), sowie „Informieren und Motivieren“ (s. Kapitel 5.2.1.3)

Die Bereiche Ausbildung und Medien werden im genannten Grundsatzpapier vor allem als zentrale Akteurs- und Wirkbereiche zur Unterstützung bei der Etablierung verhältnispräventiver Maßnahmen verstanden. So wird die systematische Verankerung von UV-Schutz-relevanten Inhalten in Aus-, Fort- und Weiterbildungsstrukturen unterschiedlicher Berufsgruppen als Ansatz benannt, um die Berücksichtigung gesundheitsförderlicher Umwelt- und Lebensweltbedingungen – etwa bei Planung, Gestaltung und Nutzung von Außenräumen – langfristig zu fördern. Ziel ist es, Fachkräfte und Entscheidungsträger in unterschiedlichen Settings für die Notwendigkeit struktureller Schutzmaßnahmen zu sensibilisieren und entsprechende Kompetenzen aufzubauen.

Medien werden im Grundsatzpapier allgemein als relevante Akteure benannt, um verhältnispräventive Maßnahmen sichtbar zu machen und deren gesellschaftliche Wahrnehmung zu stärken. Dabei steht weniger die individuelle Verhaltenslenkung als vielmehr die öffentliche Kommunikation des UV-Index, über UV-Risiken sowie über notwendige strukturelle Rahmenbedingungen – wie Beschattung, angepasste Aufenthaltsräume oder organisatorische Schutzmaßnahmen – im Vordergrund.

5.2.2.2 Verhältnisprävention bezogen auf die Benutzung von Solarien

5.50	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Der Verkauf und kommerzielle Betrieb von Solarien als Verbraucherprodukte soll zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung nicht weiter gestattet werden	
	Konsens	

Wie in Kapitel 4.3.2.1.2 der Leitlinie dargestellt und durch die evidenzbasierten Statement 4.3 und Statement 4.4 konsentiert, ist die Nutzung von Solarien mit einem erhöhten Hautkrebsrisiko assoziiert. Epidemiologische Studien zeigen konsistent, dass Personen, die Solarien nutzen, im Vergleich zu Nichtnutzerinnen und -nutzern ein

erhöhtes Risiko für Basalzellkarzinome aufweisen. Besonders ausgeprägt ist dieses Risiko bei Personen, die bereits in jungen Jahren erstmals ein Solarium nutzen, insbesondere vor dem 20. Lebensjahr. Darüber hinaus zeigen Metaanalysen und Primärstudien, dass auch das Risiko für Melanome bei Solariennutzerinnen und -nutzern erhöht ist. Dieses Risiko steigt mit der Häufigkeit der Solarienbesuche und ist ebenfalls umso größer, je jünger die Person beim erstmaligen Gebrauch eines Solariums ist.

Das Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks der Europäischen Union stellte in seiner Stellungnahme im Jahr 2016 fest, dass kein Schwellenwert der UV-Strahlungsintensität oder -dosis existiert, ab dem die Entstehung von Hautkrebs sicher vermeidbar wäre. Entsprechend lässt sich auch keine gesundheitlich unbedenkliche Expositionsgrenze für künstliche UV-Strahlung durch Solarien definieren [537].

Vor diesem Hintergrund wird in der konsentierten Empfehlung 5.23 der Leitlinie empfohlen, Solarien nicht zu nutzen. Diese Empfehlung steht im Einklang mit internationalen Public-Health-Empfehlungen, unter anderem der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der International Agency for Research on Cancer (IARC) sowie des European Code Against Cancer.

Aus Public-Health-Sicht ist die Beschränkung auf eine solche Verhaltensempfehlung jedoch nicht ausreichend und es bedarf weiterführender verhältnispräventiver Maßnahmen in Form von politischen Regulierungen.

Im ECAC5-Policy-Brief (8-european-code-against-cancer-sun-protection-policy-brief.pdf) wird empfohlen, die Nutzung kommerzieller Solarien politisch zu regulieren oder vorzugsweise vollständig zu verbieten. Besonders hervorgehoben wird dabei, dass die derzeitige Einordnung von Solarien als Verbraucherprodukte („sunbeds as consumer products“), etwa im Rahmen der EU-Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, dem erheblichen Public-Health-Risiko dieser Geräte nicht gerecht wird. Da es keinen sicheren Schwellenwert für UV-Dosis oder -Intensität gibt, kann aus wissenschaftlicher Sicht keine risikofreie Nutzung definiert werden. Entsprechend fordern die ECAC5-Expertengruppen eine klare politische Strategie zur Reduktion künstlicher UV-Exposition, einschließlich der konsequenten Zurückdrängung kommerzieller Sonnenstudios.

Die WHO veröffentlichte im Jahr 2017 einen Leitfaden zu gesundheitsbezogenen Interventionsstrategien im Umgang mit Solarien [538]. Darin werden unterschiedliche regulatorische Ansätze internationaler Gesundheitssysteme analysiert, die insbesondere darauf abzielen, den Zugang zu Solarien generell und speziell für Minderjährige sowie junge Erwachsene zu beschränken. Laut WHO gibt es in Bezug auf Regelungen für Solarien im Wesentlichen zwei Optionen:

1. Solarienregulierung mittels sämtlicher, im Folgenden genannten Maßnahmen:

Einschränken:

Unbeaufsichtigten Zugang untersagen, Altersgrenze für die Nutzung von Solarien festlegen, Nutzung von Solarien durch Personen mit erhöhtem Risiko einschränken.

Managen:

Überwachung und Zulassungspflicht für Sonnenstudios vorschreiben, Grenzwerte für UV-Lampen und Bestrahlungszeiten festlegen, Augenschutz vorschreiben, Bedienpersonal schulen, Steuern erheben

Informieren:

Verpflichtung zur Aufklärung der Nutzer von Solarien über Gesundheitsrisiken, Verpflichtung zur Anbringung von Warnhinweisen, Verbot der Vermarktung und Werbung für Solarien

2. Verbot von Solarien

Die WHO betont, dass regulatorische Maßnahmen nur dann eine hinreichende Wirksamkeit entfalten können, wenn deren Umsetzung konsequent überwacht wird [538].

Solarienregulierung

Zahlreiche Staaten haben bereits begonnen, rechtliche Regelungen zu implementieren [538].

Die bis dato umfassendste Regelung für Solarien wurde in Deutschland etabliert. In Deutschland ist der Betrieb von Solarien durch das Gesetz zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen (NiSG) von 2009 und die UV-Schutz-Verordnung (UVSV) von 2012 rechtlich geregelt (s. Kapitel 0).

Studien, die untersuchten, inwieweit diese Regelungen umgesetzt werden und ob dies zu Veränderungen bei Solariennutzenden führt, belegen jedoch deutliche Defizite. Im Jahr des Inkrafttretens der UV-Schutz-Verordnung in 2012 sowie 2014 fanden gleichlautende Umfragen bei Solariennutzenden statt. Sie sollten einen ersten Eindruck darüber ermöglichen, ob sich die Anzahl der Nutzenden, das Wissen der Nutzenden über die gesundheitlichen Risiken, die Art und Weise der Solariennutzung, die Art der Beratung und der thematisierten Inhalte nach Inkrafttreten der UVSV verändert haben. Es zeigte sich, dass das Inkrafttreten der UVSV in diesem Zeitraum nicht dazu geführt hat, dass sich die Nutzerstruktur oder die Nutzungsgewohnheit der Solariennutzer maßgeblich verändert hätten. Von der UV-Schutz-Verordnung hatten 44 % der Befragten bereits gehört. 36 % der Umfrageteilnehmer erklärten, dass die Geräte modernisiert worden sind und 14 % stellten zwar eine Verbesserung der Beratung fest, aber bezogen auf die Gesamtheit der Befragten ließ sich keine Veränderung der Beratungshäufigkeit und der thematisierten Inhalte erkennen [539].

Drei Jahre nach Inkrafttreten der UVSV zeigte eine repräsentative Befragung, dass 15 % der Solariennutzer nie zum Tragen einer Schutzbrille aufgefordert wurden und 57 % nie über Risiken informiert worden waren – ein deutlicher Hinweis auf Defizite bei der Umsetzung der Verordnung [540], [541].

Daten des Nationalen Krebshilfe-Monitorings (NCAM) zeigten, dass die Solariennutzung zwischen 2015 und 2018 leicht zurückging, aber Minderjährige trotz des Verbots häufiger Solarien nutzten und das Risikobewusstsein in der Bevölkerung insgesamt abnahm [540]. Bis in die 2020er Jahre war die Solariennutzung in Deutschland weiter rückläufig [457]. Eine neuere Analyse der NCAM-Daten zeigt, dass sich die Nutzung von Solarien zunehmend aus klassischen Sonnenstudios in Fitness-, Wellness- und Kosmetikeinrichtungen verlagert hat: 2015 lag der Anteil dieser Einrichtungen

bei 21 %, 2019 bereits bei 39 % [457], [542]. Diese Verlagerung erschwert die Kontrolle auf Einhaltung der rechtlichen Vorgaben durch die Kontrollbehörden und schafft möglicherweise Schlupflöcher, die neben Verstößen gegen die rechtlichen Vorgaben auch Minderjährigen den Zugang ermöglichen können.

Zusätzlich zu den Defiziten in der Umsetzung der gesetzlichen Vorschriften bestehen erhebliche Mängel in der Kommunikation gesundheitlicher Risiken, die mit der Nutzung von Solarien einhergehen. Eine Analyse der Internetauftritte deutscher Sonnenstudioketten ergab, dass 30 % der Anbieter das erwiesene Hautkrebsrisiko (siehe Kapitel 4.3.2.1.2) leugnen und 60 % mit angeblichen „Anti-Aging-Effekten“ werben, die wissenschaftlich nicht haltbar sind [543]. Eine informierte Entscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher wird dadurch faktisch verhindert.

Diese Erkenntnisse zeigen deutlich, dass mittels Regulierung kein nachhaltig gesundheitsfördernder Effekt erzielt werden kann.

Solarienverbot

Australien ist ein international häufig zitiertes Beispiel für eine konsequente verhältnispräventive Regulierung künstlicher UV-Exposition. Vor dem Hintergrund einer sehr hohen Hautkrebsinzidenz und der klaren wissenschaftlichen Evidenz zum Zusammenhang zwischen Solariennutzung und Hautkrebsrisiko führten die australischen Bundesstaaten und Territorien schrittweise ein umfassendes Verbot kommerzieller Solarien ein. Seit dem 1. Januar 2015 sind kommerzielle Solarien in allen Bundesstaaten untersagt. Das Verbot bezieht sich jedoch ausschließlich auf den kommerziellen Betrieb von Solarien. Der private Besitz und die private Nutzung entsprechender Geräte bleiben rechtlich zulässig, womit die Solariennutzung unreguliert im privaten Bereich weiterhin möglich ist.

Eine Modellanalyse für Australien untersuchte die Auswirkungen eines nationalen Solarienverbots auf eine Kohorte von etwa 6,9 Millionen Personen im Alter von 12–35 Jahren. Die Autoren schätzten, dass ein Verbot über die Lebenszeit dieser Kohorte mit einer deutlichen Reduktion UV-bedingter Hautkrebserkrankungen verbunden sein könnte. Dem Modell zufolge könnten dadurch langfristig rund 31.000 Melanome, mehr als 3.000 Melanom-Todesfälle sowie mehrere hunderttausend weitere keratinozytäre Hautkrebserkrankungen vermieden werden. Gleichzeitig prognostizierte die Analyse erhebliche Einsparungen im Gesundheitssystem durch vermiedene Behandlungskosten und Produktivitätsverluste [544]. Somit zeigt sich, dass ein Verbot langfristig zu einer deutlichen Reduktion UV-bedingter Hautkrebserkrankungen sowie zu Einsparungen im Gesundheitssystem beitragen kann.

Ein Verbot des Verkaufs sowie des kommerziellen Betriebs von Solarien gilt als effektivste Maßnahme der Verhältnisprävention und als zentrale Stellschraube der Hautkrebsprävention. Ein solcher Schritt würde eine vermeidbare Quelle schädlicher UV-Belastung eliminieren, die Inzidenz von Hautkrebserkrankungen sowie die damit verbundenen gesundheitlichen und ökonomischen Belastungen nachhaltig reduzieren und zugleich die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der International Agency for Research on Cancer (IARC) sowie des European Code against Cancer konsequent umsetzen. Hierbei sei explizit aufgeführt, dass die Leitliniengruppe sich auf Solarien als Verbraucherprodukte gemäß der EU-Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU und damit nicht auf medizintechnisch geprüfte Geräte bezieht.

5.2.2.3 Verhältnispräventive Maßnahmen

Im Rahmen der Verhältnisprävention gelten unterschiedliche Strategien als geeignet, um die UV-Exposition zu reduzieren. Es wird zwischen technischen und organisatorischen Maßnahmen unterschieden. Erstere streben danach, Bedingungen und örtliche Gegebenheiten UV-Schutz gerecht zu verändern. Zweitere zielen darauf ab, den UV-Schutz bei Abläufen und zeitlichen Planungen zu berücksichtigen. Verhältnispräventive UV-Schutzmaßnahmen können in sämtlichen Lebenswelten zum Einsatz kommen und sind für die vulnerable Gruppe der Kinder und Jugendlichen besonders relevant. Auch in der Arbeitswelt sind solche Maßnahmen wichtig, wie in Kapitel 7 thematisiert wird.

5.51	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	Technische und organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung einer übermäßigen UV-Exposition, besonders während der Mittagsstunden (z. B. Bereitstellung von Schattenplätzen, Stundenplangestaltung, Berücksichtigung des UV-Schutzes bei der Terminierung von Sportveranstaltungen), sollen wesentlicher Teil der Primärprävention sein.	
Evidenzlevel **1-, 2+** SIGN	[545], [469], [546], [433]	
	Starker Konsens	

Mehrere Studien zeigen, dass technische und organisatorische Maßnahmen in Bildungssettings wesentlich zur Reduktion der UV-Exposition beitragen können, insbesondere durch die Bereitstellung von Schattenflächen sowie durch die zeitliche Vermeidung von Aktivitäten im Freien während der Mittagsstunden [545], [433], [469].

Ergänzend verdeutlicht die Untersuchung von Quereux et al. [546], dass reine Bildungsinterventionen zwar das Wissen über Wirkungen der UV-Strahlung und den UV-Schutz verbessern, jedoch ohne Effekt auf das Schutzverhalten bleiben. Vor diesem Hintergrund empfehlen die Autoren, verhaltenspräventive Ansätze konsequent mit verhältnispräventiven Maßnahmen in Schulen zu kombinieren, insbesondere durch Beschattung von Außenbereichen und die organisatorische Vermeidung von Aktivitäten im Freien zwischen 11:00 und 15:00 Uhr [546].

5.2.2.3.1 Schattenplätze und Freiraumgestaltung

Als technische Maßnahme ist das Bereitstellen von Schattenplätzen überall dort erforderlich, wo sich Menschen längere Zeit aufhalten. Dazu zählen Orte der Freizeit, Senioreneinrichtungen, Kindertagesstätten, Schulen sowie Räume des öffentlichen Verkehrs (Baldermann & Weiskopf, 2020). Zur Umsetzung können zahlreiche Maßnahmen wie die Ausstattung von Gebäuden mit Verschattungssystemen oder die Begrünung öffentlicher Flächen mit Bäumen eingesetzt werden. Im Rahmen der Stadtentwicklung ist es wichtig, den UV-Schutz in städtebauliche und planerische Aktivitäten zu integrieren. Dies wird in Kapitel 0 detailliert dargestellt.

Mit Blick auf die Freiraumgestaltung ist neben der Schaffung von Schattenplätzen auch die Gestaltung von Böden und Fassaden für den UV-Schutz relevant. Durch die Entsiegelung von Böden, die Begrünung von Fassaden und die Verwendung von strahlungsreduzierenden Materialien können die UV-Reflexion von Oberflächen (Albedo) verringert und UV-reduzierte Lebensräume gestaltet werden (weitere Details sind in Kapitel 0 zu finden).

5.52	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	In Kindertagesstätten, Kindergärten und Schulen sollen ausreichend Schattenplätze eingerichtet werden.	
Evidenzlevel **1++** SIGN	[547]	
	Starker Konsens	

Mehrere Studien thematisieren die Notwendigkeit der Einrichtung von Schattenplätzen in Kindertagesstätten, Kindergärten, Schulen oder auf Sportplätzen [545], [433], [469];[546]. Die repräsentative Umfrage des Forsa-Instituts im Auftrag des BfS zeigt, dass 73% der befragten 1020 (Ober-)Bürgermeister insbesondere Handlungsbedarf bei der Verschattung von Kindertagesstätten und Kindergärten, 72% auf Spielplätzen und 63% in Schulen sehen [548]. Eine Studie des Instituts für Therapie- und Gesundheitsforschung (IFT Nord) im Auftrag des BfS ergab, dass Kindertagesstätten im Vergleich zu Schulen einen höheren Anteil verhältnispräventiver Maßnahmen aufweisen und größere Anteile der Außenflächen beschatten. Dennoch zeigte sich, dass bei etwa 45% der Schulen und 10% der Kindertagesstätten die Schattenflächen im Verhältnis zur Gesamtfläche zu gering sind. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass öffentliche Einrichtungen für die Zielgruppe der Kinder und Jugendlichen nicht über ausreichend Schattenplätze verfügen [549].

Evidenz für die grundsätzliche Akzeptanz angebotener Schattenplätze bei Jugendlichen liefert die randomisierte und kontrollierte Untersuchung von Dobbinson et al. 2009, durchgeführt an 51 australischen Sekundarschulen [547]. Auch wenn unklar ist, inwieweit die Ergebnisse auf Deutschland übertragbar sind, sprechen die Ergebnisse dieser Studie dafür, dass bereitgestellte Schattenplätze das Potential besitzen, die UV-Exposition der Schülerinnen und Schüler während der Schulzeit zu verringern. Das Angebot von Schattenplätzen wird als essenzieller Baustein der Verhältnisprävention betrachtet. Die von der Weltgesundheitsorganisation und anderen nationalen und internationalen Organisationen ausgesprochene Empfehlung, ab einem UV-Index von 3 während der Mittagsstunden Schatten aufzusuchen (z. B. [550]) läuft ins Leere, wenn keine Schattenplätze zur Verfügung stehen. Dies gilt insbesondere für Einrichtungen wie Kindertagesstätten, Kindergärten und Schulen, in deren Obhut Kinder und Jugendliche in der Regel die Stunden des Tages verbringen, die mit der höchsten UV-Intensität verbundenen sind.

5.2.2.3.2 Visualisierung des UV-Index

5.53	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Der UV-Index soll im Rahmen von UV-Schutzempfehlungen und UV-Schutz-Kampagnen genutzt werden. Der UV-Index soll im öffentlichen Raum sichtbar gemacht werden. Auf eine verständliche Erklärung des UV-Index soll geachtet werden, damit er im Sinne des UV-Schutzes richtig verstanden und genutzt wird.	
	Starker Konsens	

Eine weitere technische Maßnahme der Verhältnisprävention stellt die Visualisierung des UV-Index im öffentlichen Raum dar (detaillierte Informationen zum UV-Index siehe Kapitel 5.1.1). Studien liefern Hinweise darauf, dass die Sichtbarmachung des UV-Index mit einem verbesserten Schutzverhalten einhergehen kann. So zeigte eine in den USA und Kanada durchgeführte Untersuchung einen signifikanten positiven Einfluss des UV-Index auf die Nutzung von Schattenplätzen [551].

Auch Praxiserfahrungen aus dem Projekt WATCH OUT, das seit 2022 mit Förderung der Deutschen Krebshilfe die Verbreitung von UV-Index-Tafeln in öffentlichen Lebenswelten unterstützt, weisen darauf hin, dass die Sichtbarkeit des UV-Index insbesondere auf kommunaler Ebene zu einer stärkeren Berücksichtigung des UV-Schutzes und zu erhöhter Aufmerksamkeit für UV-Belastungen führt. Aussagen zu möglichen Verhaltensänderungen in der Bevölkerung liegen bislang jedoch noch nicht vor.

Studien und Bevölkerungsbefragungen zeigen aber auch, dass der UV-Index in weiten Teilen der Bevölkerung bislang nur unzureichend bekannt ist und häufig nicht korrekt interpretiert wird. Ein systematischer Review von Heckman et al. [551] zeigt, dass der UV-Index in Ländern wie Australien, den USA und Neuseeland, die durch hohe UV-Belastungen und eine hohe Hautkrebsinzidenz gekennzeichnet sind, deutlich bekannter ist als in Europa. Zugleich wird deutlich, dass die Bedeutung des UV-Index auch bei Personen, die angeben, ihn zu kennen, häufig nicht ausreichend verstanden wird und zudem nicht zwingend eine Verbindung zwischen UV-Index und Schutzverhalten hergestellt wird.

Zu vergleichbaren Ergebnissen gelangen Erhebungen des Bundesamtes für Strahlenschutz. In der Umfrage „Was denkt Deutschland über Strahlung?“ kannten rund ein Viertel der Befragten den UV-Index nicht, weitere 27 % hatten zwar davon gehört, wussten jedoch nicht, was er bedeutet [552]. Ergänzend zeigte eine repräsentative Befragung im Rahmen der EURO 2024, dass sich mehr als die Hälfte der Bevölkerung im Alltag nicht über die Intensität der UV-Strahlung informiert [392].

Vor diesem Hintergrund sollte der UV-Index als Bestandteil von UV-Schutzempfehlungen stärker verankert und ergänzend über digitale Medien sowie mobile Kommunikationsangebote vermittelt werden. Gleichzeitig ist es erforderlich, die Aspekte, die durch den UV-Index vermittelt werden, deutlich zu kommunizieren. Der UV-Index ist ein Maß für die sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke auf einer horizontalen Fläche. Er ist kein Maß für die bei einem Individuum auf Haut und Augen real einwirkende UV-Intensität. Auf geneigten Körperoberflächen wie Nase, Stirn oder Schultern kann die tatsächliche Exposition höher ausfallen. Ebenso kann die UV-Intensität

an Orten mit starker Reflexion, etwa auf Schnee oder am und im Wasser oder bei leichter Bewölkung deutlich über den angezeigten UV-Index-Werten liegen.

Forschungsbedarf

Im Bereich des UV-Schutzes besteht ein erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich der systematischen Weiterentwicklung und Bewertung verhältnispräventiver Maßnahmen. Während viele Präventionsansätze auf individuelles Verhalten abzielen, sind strukturelle und umweltbezogene Maßnahmen, wie die UV-Schutzgerechte Gestaltung öffentlicher Räume, mittels der Bereitstellung von Schattenstrukturen sowie organisatorische Anpassungen von Aufenthaltszeiten, Tagesabläufen und Arbeitsprozessen an die herrschende UV-Strahlungsintensität, bislang nur unzureichend wissenschaftlich evaluiert.

Ein zentraler Forschungsbedarf liegt daher in der Entwicklung geeigneter Indikatoren zur Messung verhältnispräventiver Maßnahmen im UV-Schutz. Es fehlen standardisierte und valide Kennzahlen und Messinstrumente, die sowohl die Implementierung (z. B. Anzahl und Qualität von Schattenplätzen, verbindliche Schutzregelungen in Organisationen) als auch die tatsächliche Nutzung und Wirkung dieser Maßnahmen abbilden können. Solche Indikatoren sind notwendig, um die Vergleichbarkeit zwischen Programmen und Settings (z. B. Kitas, Schulen, Arbeitsplätze, öffentliche Räume) sowie Vorher-Nachher zu ermöglichen.

Darüber hinaus besteht Bedarf an Forschung zur Messung der Nachhaltigkeit verhältnispräventiver UV-Schutzmaßnahmen. Bisher ist nur begrenzt bekannt, inwieweit strukturelle Interventionen langfristig aufrechterhalten werden, institutionell verankert sind und dauerhaft zur Reduktion der UV-Exposition beitragen. Langzeitstudien sollten untersuchen, welche Faktoren die nachhaltige Implementierung und Nutzung solcher Maßnahmen begünstigen, etwa organisatorische Rahmenbedingungen, Wartungsaufwand oder Akzeptanz bei Zielgruppen.

Ein weiterer wichtiger Forschungsbereich betrifft das Kosten-Nutzen-Verhältnis verhältnispräventiver UV-Schutzmaßnahmen. Strukturelle Maßnahmen erfordern oft initiale Investitionen (z. B. bauliche Schattenlösungen oder infrastrukturelle Anpassungen) und verursachen Instandhaltungskosten. Der Nutzen, wie eine Reduktion von Hautkrebserkrankungen und damit Senkung von Kosten im Gesundheitswesen, zeigt sich demgegenüber deutlich verzögert. Entsprechend schwierig sind belastbare gesundheitsökonomische Analysen, die das Kosten-Nutzen-Verhältnis systematisch bewerten und fehlen bisher. Solche Analysen bilden eine unverzichtbare Grundlage für evidenzbasierte, förderliche Entscheidungen politischer Entscheidungsträger, Kommunen und Organisationen.

Insgesamt besteht somit ein deutlicher Forschungsbedarf in der Entwicklung standardisierter Evaluationsmethoden, der Untersuchung langfristiger Wirkungen sowie der gesundheitsökonomischen Betrachtung verhältnispräventiver Maßnahmen im UV-Schutz, um deren Wirksamkeit, Nachhaltigkeit und Effizienz fundiert beurteilen und evidenzbasierte Präventionsstrategien weiterentwickeln zu können.

5.2.3 Nebenwirkungen von Primärpräventionsmaßnahmen

Die für diese Leitlinie zur Verfügung stehende Literatur kann die Frage, welche Nebenwirkungen bevölkerungsbezogene umfassende UV-Präventionsmaßnahmen (Verhältnisprävention) haben, nicht beantworten. Bezüglich potenzieller Nebenwirkungen von UV-Schutz-Empfehlungen hinsichtlich der Vitamin-D-Synthese wird auf die Ausführungen in Kapitel 5.1.6 verwiesen.

5.2.4 Evaluation von Maßnahmen der primären Hautkrebsprävention

5.54	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Interventionsprojekte und -programme im Rahmen der primären Hautkrebsprävention sollten formativ und summativ evaluiert werden. Die verwendeten Evaluationsparameter sollten aus einem theoretisch bewährten Modell abgeleitet werden.	
	Starker Konsens	

Um kommunikative Interventionen im Rahmen der primären Hautkrebsprävention zielgerichtet zu entwickeln und zu planen, ist eine Datensammlung noch vor der eigentlichen Implementierung der Intervention erforderlich (formative Evaluation). Dabei werden zwei Ziele verfolgt: Sammlung von Informationen zur evidenz- und theoriebasierten Konzeptualisierung und Umsetzung der Intervention (Preproduction Research) sowie eine Vorab-Prüfung der fertig gestellten Interventionsmaßnahme und deren Instrumente und Materialien (Product-Testing). Messungen und Monitoring des gesamten Prozesses sind ebenfalls von Vorteil, um externe und interne Störgrößen im Zeitverlauf berücksichtigen zu können (Prozessevaluation). Zur Prozessevaluation gehört neben der Erhebung von inhaltlichen Aspekten auch die Einbeziehung von Größen, die die Qualität der Interventionsorganisation (Controlling) beschreiben (bspw. organisatorische Abläufe). Die summative Evaluation ermöglicht es, die festgelegten Interventionsziele einer kommunikativen Intervention zu prüfen und die Effekte, die Effektivität und die Effizienz der Maßnahme zu erfassen. Dabei ist der gesamte Zeitraum während und nach der Intervention zu beachten. Die summative Evaluation stellt Informationen bereit, die notwendig sind, um mögliche Veränderungen, die durch die Intervention hervorgerufen werden, zu identifizieren und ggf. zu quantifizieren. Dazu ist es mindestens notwendig, die relevanten Größen jeweils vor (kann bereits innerhalb der formativen Evaluation (Preproduction Research) erfolgen) und nach der Intervention zu erheben. Weiter ist es wichtig, innerhalb der Evaluation nicht nur Größen zu untersuchen, die direkt mit der Kommunikation in Zusammenhang stehen, sondern dazu die betreffenden Gesundheitsindikatoren und deren Veränderung im Zeitverlauf mit einzubeziehen [553], [554], [555], [556], [557], [558].

Die innerhalb einer Evaluation verwendeten Evaluationsparameter sollten aus einem theoretisch bewährten Modell abgeleitet werden. Nach dem Transtheoretischen Modell werden unterschiedliche Stufen der Informationsverarbeitung durchlaufen bevor eine Intervention verhaltensrelevant wird. Auch Kontinuumsmodelle, wie das Health Belief Model und die Theory of Planned Behavior, modellieren den durch eine Präventions- bzw. Interventionsmaßnahme initiierten Prozess der Veränderung des

Gesundheitsverhaltens differenziert. Auf welcher Stufe der Verhaltensänderung sich die Zielperson bzw. der Proband jeweils befindet bzw. welche Konstellationen individueller Prädispositionen bei den Mitgliedern einer Zielgruppe vorliegen, beeinflusst auch ihre Empfänglichkeit für unterschiedliche Informations- und Kommunikationsangebote, die Teil einer Intervention sind, sowie deren Bewertung und die hieraus resultierenden Vermittlungspotenziale. Welche Endgrößen auf Einstellungs- und Verhaltensebene gemessen und evaluiert werden, sollte daher aus dem theoretischen Modell abgeleitet sein, auf dessen Grundlage die Maßnahme konzipiert wurde[559], [560], [561], [556].

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht bei der Prüfung von Evaluationsstrategien hinsichtlich ihrer Verlässlichkeit und bei der Entwicklung eines Kriterienkatalogs zur Qualitätsprüfung von Evaluationsmaßnahmen. Außerdem sollte die Erklärungsleistung und Prognosekraft unterschiedlicher theoretischer Modelle für unterschiedliche Zielstellungen und Maßnahmen zu identifizieren und die Modellparameter auf die sekundäre Prävention von Hautkrebs spezifiziert werden.

5.55	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Interventionen der primären Hautkrebsprävention sollen mit empirisch bewährten, spezifisch auf die jeweiligen Endpunkte ausgerichteten Messverfahren evaluiert werden.	
	Starker Konsens	

Die Evaluation sollte zu mehreren Messzeitpunkten erfolgen und kurz- sowie langfristige Effekte messen. Es sollte mit validierten und standardisierten Skalen zur Messung der unterschiedlichen Endpunkte gearbeitet werden und hierfür entsprechende Core Outcome Sets entwickelt und angewendet werden. Sofern diese nicht verfügbar sind, sollten Evaluationsbefunde durch den Vergleich der durch unterschiedliche Erhebungs- und Analyseverfahren generierten Befunde empirisch abgesichert werden.

Austoker et al. [486] kommen in ihrer systematischen Übersichtsarbeit von Präventionsmaßnahmen zur Steigerung der Aufmerksamkeit für Krebserkrankungen, die auch Studien zur Hautkrebsprävention einschließt, zu dem Schluss, dass eine höhere methodische Qualität und Vergleichbarkeit der Studiendesigns erforderlich ist: „Future research evaluating individual-level interventions to promote cancer awareness should attempt to use study designs that generate high-quality evidence, measure outcomes over a longer term (months/years) and attempt to measure behavioural and stage outcomes, as well as knowledge and attitudes. We also highlight the need for standardised and validated measures of cancer awareness […]" (S.38 in [486]).

Hieraus resultieren die in der Empfehlung formulierten Konsequenzen für die zu evaluierenden Parameter und die Art ihrer Messung. Dies betrifft auch die Wahl der Erhebungsinstrumente, die für die Messung von einstellungs- und verhaltensbezogenen Outcome-Variablen genutzt werden.

Bedeutsam ist es auch, geeignete Endpunkte zur Beurteilung der Interventionseffekte zu wählen. Um die Aussagekraft zu erhöhen, sollten neben subjektiven Maßen auch

objektive Parameter Berücksichtigung finden. Darüber hinaus sollten solche Evaluationsparameter gewählt werden, die einen nachgewiesenen Zusammenhang zu klinischen Endpunkten (d.h. Risikofaktoren und -indikatoren von Hautkrebs) aufweisen.

Um mögliche Wirkungen einer Intervention nicht dadurch zu unterschätzen, dass die gewählte Evaluationsmethode möglicherweise bestimmte Effekte durch die Art der Erhebung nicht erfasst, sollten unterschiedliche Methoden zur Messung der abhängigen Variablen herangezogen werden, die komplementär zueinander sind und in ihrer Kombination ein umfassenderes Bild ermöglichen [468].

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht darin, die Bedeutung der unmittelbar kommunikationsbezogenen Parameter (z. B. Reichweite und Aufmerksamkeitslenkung der Kommunikationsmittel, Verständlichkeit und Bewertung des Informationsangebotes oder Maßnahme) für die Wirkung der Präventions- bzw. Interventionsmaßnahme auf Einstellungs- und Verhaltensebene systematisch zu evaluieren. Dabei gilt es auch, die unterschiedlichen Varianten der Entscheidungsbalance empirisch zu modellieren und im Hinblick auf ihre mediatisierende Wirkung auf sonnenschützendes Verhalten zu überprüfen, um hieraus Rückschlüsse auf geeignete Formen der Ansprache in Präventionskampagnen zu ziehen.

Studien, in denen mediale Botschaften eingesetzt und mit einstellungs- und verhaltensbezogenen Outcomes in Verbindung gebracht werden, müssten die notwendigen Voraussetzungen für einen Rückschluss der Wirkung auf die Kampagne erfüllen und dürften nur dann als Beleg für Veränderungen auf Einstellungs- und Verhaltensebene interpretiert werden, wenn empirisch abgesichert ist, dass diese Veränderung aus dem Kontakt der Zielgruppen mit dem Kampagneninhalt (Reichweite) und der Verarbeitung dieser Botschaften resultiert. Bisherige Studien liefern dafür bislang noch keine hinreichenden Belege. So zeigen bspw. Del Mar et al. [562] keinen hinreichenden Nachweis dafür, dass die erhöhte Zahl von Exzisionen durch Ärzte während zweier TV-Kampagnen kausal eindeutig auf diese zurückgeführt werden kann, sodass die Annahmen zum Wirkungszusammenhang trotz eines statistischen Zusammenhangs zwischen Kampagnenzeitraum und Anzahl der Exzisionen eher spekulativer Art bleibt. Auch bei Oivanen et al. [563] können die Besuche zur Hautuntersuchung nicht kausal auf den Kontakt mit Kampagnenbotschaften zurückgeführt werden.

Bei der Evaluation solcher Maßnahmen sollten daher Detailinformationen zu den disseminierten Botschaften und Werbemitteln sowie eine Messung der Kontaktwahrscheinlichkeit mit der Kampagne und ihrer Reichweite bis hin zur Wahrnehmung und Bewertung derselben in der Zielpopulation gemessen bzw. sichergestellt werden, bevor von einem Beleg für die Wirksamkeit einer Kampagne ausgegangen werden kann.

6 Klimawandel und UV-Strahlung

Aktualisierung 2025 durch AG Klimawandel, Autoren: C. Baldermann, J. Augustin, G. Laschewski

6.1 Klimawandel und UV-Strahlung

6.1.1 Auswirkungen des Klimawandels auf die UV-Strahlungsbelastung

6.1	Konsensbasiertes Statement	modifiziert 2026
EK	Bewölkung, Ozon in der Atmosphäre und Aerosole in der Luft beeinflussen die bodennahe UV-Strahlung. Der Klimawandel hat Einfluss auf die vorgenannten Faktoren.	
	Konsens	

Der Klimawandel ist definiert als eine Veränderung des Klimas, die direkt oder indirekt auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist, die die Zusammensetzung der globalen Atmosphäre verändert und die zusätzlich zu den über vergleichbaren Zeiträumen beobachteten natürlichen Klimaschwankungen auftritt (frei übersetzt aus [564]). Klimatische Veränderungen, wie die aktuelle, anthropogen durch Treibhausgase verursachte globale Erwärmung, gehen einher mit einer Veränderung meteorologischer Parameter, wie beispielsweise des Niederschlags, der Lufttemperatur oder der Bewölkung. Veränderungen dieser meteorologischen Parameter beeinflussen wiederum Umweltfaktoren, die direkt oder indirekt auf Organismen und damit auch auf die menschliche Gesundheit einwirken (s. hierzu beispielsweise in "Klimawandel in Deutschland" [565] oder dem Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit des Robert Koch Instituts [566]).

Einfluss des Klimawandels auf UV-Strahlung

Ein von den klimawandelbedingten Veränderungen betroffener Umweltfaktor ist die UV-Strahlung der Sonne. Im Kontext der gesundheitlichen Folgen klimawandel-bedingter Veränderungen kommt diesem Umstand eine hohe Bedeutung zu. Wichtige Determinanten sind: (i) Bewölkung, (ii) Ozon, (iii) Aerosole, (iv) Oberflächenreflexionsvermögen (Albedo). Für die individuelle UV-Belastung spielt darüber hinaus das Expositionsverhalten der Menschen eine wichtige Rolle. Zum Zweck einer übersichtlichen Darstellung werden die genannten Einflussfaktoren nachfolgend getrennt behandelt. In der Atmosphäre sind sie jedoch durch vielfältige, komplexe und meist nichtlineare Wechselwirkungen und Rückkopplungen verbunden und daher in der Regel nicht isoliert wirksam. Zwei aktuellere Studien [567], [568] treffen Aussagen über alle im Statement 6.1 genannten Faktoren und liefern damit Hinweise zur Einordung der weiteren Details.

Als Hauptursachen für die langfristigen Veränderungen der UV-Strahlung lassen sich an den meisten Orten außerhalb der Polarregionen Änderungen der Bewölkung, des Aerosolgehalts der Luft und des Reflexionsvermögens des Bodens identifizieren,

während Veränderungen der Ozonschichtdicke weniger wichtig sind [567]. Eine Simulation der weltweiten Entwicklung der Veränderungen der UV-Strahlung an der Erdoberfläche von der Mitte des 20. Jahrhunderts bis zum Ende des 21. Jahrhunderts mit Schwerpunkt auf die wichtigsten, die UV-Strahlung beeinflussenden Faktoren Gesamt-Ozonsäule, Aerosole, Wolken und Oberflächenreflexion ergab einen Anstieg der UV-Index- (UVI) Werte für Europa [568]. Dieser Anstieg ist laut dieser Studie auf eine Veränderung der Bewölkung und Aerosolkonzentration zurückzuführen.

(i) Bewölkung:

Wolken haben je nach Typ und Bedeckungsgrad einen unterschiedlichen Einfluss auf die UV-Strahlung. In den meisten Fällen bewirken sie eine Schwächung der UV-Strahlung, die mit zunehmender Bedeckung zunimmt und bei nahezu vollständiger Bedeckung abhängig von der Wolkenart etwa 10 % bis 50 % beträgt.

Reanalysen, Auswertungen von Satellitendaten und Rechnungen mit Klimamodellen zeigen Veränderungen der Bewölkungssituation.

Liu et al. [569] analysierten 42 Jahre Reanalysedaten und berichten von negativen Trends (Abnahme) in der Wolkenbedeckung über den meisten Kontinenten (inkl. Europa) und positiven Trends (Zunahme) über den tropischen und subtropischen Ozeanen. Eine Verringerung der relativen Luftfeuchtigkeit in Bodennähe, die mit einem sich erwärmenden Klima einhergeht [570] kann laut ihrer Analyse die abnehmenden Trends der Wolkenbedeckung über Land erklären.

Bais et al. [571] stellen fest, dass die beobachteten Veränderungen der UV-Strahlung über den mittleren Breitengraden der nördlichen Hemisphäre durch Veränderungen der Bewölkungsszenarien hervorgerufen zu werden scheinen.

In Übereinstimmung mit Simulationen aus Klimamodellen deuten mehrere unabhängige Satellitendaten darauf hin, dass zwischen den 1980er und 2000er Jahren bereits Veränderungen in großräumigen Wolkenmustern aufgetreten sind [572]. Zwischen den 60°S und 60°N Breitengraden stimmen beobachtete und simulierte Veränderungen in Wolkenmustern mit dem polaren Rückzug von Sturmbahnen in mittleren Breitengraden, einer weitreichenden Verringerung der Lufttrübung durch Aerosole zwischen den Breitengraden 30° und 50° beider Hemisphären (was vermutlich zu einer Zunahme der UV-Strahlung an der Oberfläche führt) und der Expansion subtropischer Trockenzonen überein [573].

Veränderungen der Bewölkung über das Jahr gesehen haben Einfluss auf die jährliche Sonnenscheindauer. Unter dem Begriff „Sonnenscheindauer“ wird die tatsächliche Dauer der direkten Sonnenstrahlung an einem bestimmten Ort innerhalb eines definierten Zeitraumes verstanden [574]. Nach Beobachtungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) hat sich die jährliche Sonnenscheindauer in Deutschland im Betrachtungszeitraum von 1951 bis 2025 im Vergleich zum Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 um 238,6 (+/- 88,4) Stunden (linearer Trend) erhöht [575].

Eine erhöhte jährliche Sonnenscheindauer kann wiederum eine erhöhte Jahressumme der erythemwirksamen UV-Bestrahlungsstärke zur Folge haben. Auswertungen der Daten von 1999 bis einschließlich 2018 der Messstationen Dortmund des deutschlandweiten UV-Messnetzes [576] zeigen, dass beispielsweise die aufsummierten UV-Tagessummen für 2018 – ebenso wie für das Jahr 2003, das auch auffallend sonnig und heiß war [577] – deutlich höher als die Summen aller anderen Jahre lagen [578].

Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes auf der Grundlage von Satellitendaten geben erste Anzeichen, dass die UV-Situation in Deutschland während des letzten Jahrzehnts (2010 – 2019) hauptsächlich durch Rückgänge der Bewölkung im Frühjahr und Sommer geprägt wird. Die Entwicklung der Ozonschicht spielt im Vergleich dazu eine deutlich geringere Rolle [579], [580].

Die nach einer strengen Qualitätsprüfung erfolgte Analyse der spektral aufgelösten, langfristigen Messdaten (26 Jahre) der UV-Messstation in Dortmund des deutschlandweiten UV-Messnetzes [576] zeigt einen statistisch signifikanten Anstieg des monatlichen Mittelwerts der sonnenbrandwirksamen UV-Dosis von knapp 13 % und der UV-Index-Tageshöchstwerte von etwa 8 % im Zeitraum 1997-2022 [581]. Die gleichzeitige Auswertung der Parameter Gesamtozonsäule, Globalstrahlung und Sonnenscheindauer, zeigt, dass in Dortmund in dem untersuchten Zeitraum die Gesamt-Ozonsäule in den Sommermonaten einen leichten Rückgang aufwies, die Globalstrahlung ähnlich zunahm wie die UV-Daten und die Sonnenscheindauer etwa doppelt so stark anstieg wie die Globalstrahlung. Letzteres weist wieder auf eine abnehmende Bewölkung als Hauptursache für den UV-Anstieg hin [581]. Die parallele Analyse der Daten einer UV-Messstation in Uccle, Belgien, das annähernd auf dem gleichen Breitengrad wie Dortmund liegt, ergab für den gleichen Zeitraum einen Anstieg der sonnenbrandwirksamen UV-Dosis von knapp 20 % und der UV-Index-Tageshöchstwerte von etwa 15 % [581]. Damit zeigt sich, dass der ermittelte Anstieg kein lokales Phänomen ist. Eine Zusammenfassung von Messungen in ganz Europa [582] ergibt, dass auch im kürzeren Zeitraum 2013-2022 signifikante Veränderungen der Jahresmittelwerte der sonnenbrandwirksamen UV-Dosis auftraten (zwischen ca. +4% und +26 %, Median 11%). Dieser Anstieg betrifft West- und Mitteleuropa – mit Deutschland im Zentrum –großflächig, was belegt, dass diese Zunahme der solaren Strahlung kein lokales Phänomen ist.

Für Deutschland ergeben sich wegen der dargestellten Parallelität zum UV-Anstieg weitere Hinweise aus der Entwicklung der Globalstrahlung. Püschel et al. [583] untersuchen die Entwicklung der Globalstrahlung 1983 bis 2020 in Deutschland. Bei flächendeckender Auswertung über das Gesamtgebiet zeigen sich regionale Unterschiede im Hinblick auf die Abweichung der vieljährigen mittleren Jahressummen der Globalstrahlung der Jahrzehnte 1990 bis 2020 im Vergleich zum Zeitraum 1983 bis 1990. Regionale Unterschiede sind in allen Dekaden erkennbar, am stärksten ausgeprägt sind sie in der jüngsten Dekade von 2011 bis 2020. Besonders starke positive Abweichungen sind in Brandenburg und Sachsen entlang der polnischen Grenze zu erkennen. Im Ruhrgebiet, wo die analysierte Station Dortmund liegt, sind ebenfalls starke positive Abweichungen zu verzeichnen. In der südlich in Deutschland gelegenen Alpenregion, an der Grenze zu Österreich, sind hingegen sehr geringe bis gar keine Abweichungen zu beobachten. Ähnliches gilt für die Nordseeküste sowie einige Gebirgsregionen wie Sauerland, Eifel und Schwarzwald. Ein Vergleich von Globalstrahlungs-Trend-Karten für den europäischen Raum aus unterschiedlichen Datensätzen für den Zeitraum 1994-2023 bzw. 2004-2023 zeigt in guter Übereinstimmung, dass ganz Deutschland stark von dem Anstieg der Globalstrahlung betroffen ist [584]. Der Anstieg der Globalstrahlung über den betrachteten Zeitraum hat verschiedene Ursachen. In diversen wissenschaftlichen Untersuchungen werden die Bewölkung und vom Menschen induzierte Aerosole in der Atmosphäre als zwei wichtige Faktoren genannt [585], [586]. Aerosole werden unter (iii) behandelt. Eine Multi-Ursachen-Analyse über die Rolle von Wolken und Aerosolen an den Trends der Sonneneinstrahlung ergab einen Beitrag von wolkenbedingten Veränderungen von etwa 80 % an den Veränderungen der Globalstrahlung in Europa in den letzten Jahrzehnten [584].Dieser Beitrag

wolkenbedingter Veränderungen ergibt sich aus zwei Teilen: etwa zur Hälfte durch Veränderungen der Wolkenbedeckung und zur anderen Hälfte durch Einflüsse von Aerosoländerungen auf die Bewölkung [584].

(ii) Ozon:

Ozon absorbiert einen Großteil der UV-Strahlung der Sonne – vor allem in der sogenannten stratosphärischen Ozonschicht in etwa 15 bis 35 km Höhe. Eine Verringerung der stratosphärischen Ozonschicht, verursacht durch chlor- und bromhaltige Chemikalien (Fluorchlorkohlenwasserstoff [FCKW], Halone) bewirkt einen Anstieg der erythemwirksamen UV-B-Bestrahlungsstärke auf der Erdoberfläche. Aufgrund des Verbots Halogen-haltiger Substanzen (Montreal Protokoll mit Ergänzungen [587] scheint eine Erholung der stratosphärischen Ozonschicht einzutreten. Derzeitige Prognosen deuten an, dass die Gesamt-Ozon-Säule

- im nahezu globalen Durchschnitt (60° N–60° S) um das Jahr 2040,
- in der Arktis um das Jahr 2045 und
- in der Antarktis um das Jahr 2066

wieder das Niveau von 1980 erreichen könnte [588]. Aktuellen Forschungsergebnissen zufolge haben die Treibhausgase, die Ursache für die aktuelle globale Erwärmung sind, unter anderem auch Auswirkungen auf Zerstörung und Regeneration des stratosphärischen Ozons. Aufgrund der Treibhausgase könnte sich die Regeneration der Ozonschicht verlangsamen. Die Zusammenhänge sind allerdings komplex und unterliegen augenblicklich intensiver Erforschung.

Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (2090-2100) könnte die Erholung der Ozonschicht (aufgrund der Abnahme ozonabbauender Stoffe und der Wechselwirkungen mit steigenden Treibhausgaskonzentrationen) gegenüber der Gegenwart (2010-2020) zu einer Reduzierung der UV-Strahlung führen, die über der Antarktis am höchsten ausfallen könnte (bis zu 40 %). Außerhalb der südlichen Polarregion scheint der Rückgang mit weniger als 10 % gering auszufallen [589].

Aufgrund der Erholung der Ozonschicht könnte der Anteil an UV-B-Strahlung in den Jahren 2075- 2095, im Vergleich zur Periode von 1955-1975, in allen Breitengraden, außer in den Tropen, bei unverminderter Emission von CO2, CH4 und N2O (Emissionsszenario RCP 8.5) wieder geringer sein. Die Verringerung wird in den nördlichen mittleren Breitengraden zwischen etwa 5 % und 15 % geschätzt, wobei die größten Verringerungen für die Wintermonate projiziert werden [573].

Chatzopoulou et al. [568] stellen Prognosen zu den Veränderungen des UVI für das letzte Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts bezogen auf Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) vor. Diese weisen für SSP1-2.6, dem Szenario mit den niedrigsten Treibhausgas- und Aerosolemissionen, auf einen Anstieg des UVI im Vergleich zu den 1950er Jahren um bis zu 20 % in Europa und Nordamerika sowie auf einen Rückgang um bis zu 10 % in tropischen und polaren Regionen hin. Unter den Szenarien SSP3–7.0 und SSP5–8.5, die von höheren Treibhausgas- und Aerosolemissionen ausgehen, zeigen sich negative Veränderungen des UVI weltweit aufgrund der Erholung der Ozonschicht und der Zunahme der optischen Aerosoldicke, während lokal positive Veränderungen auch über Europa auftreten können.

Darüber hinaus scheint die globale Erwärmung mit dem Auftreten so genannter Ozon-Niedrigereignisse („Low Ozone Events"), auch „Miniozonlöcher" genannt, und damit unerwartet hoher UV-Bestrahlungsstäken in der nördlichen Hemisphäre in Zusammenhang zu stehen. Ausführliche Erläuterungen hierzu sind in Kapitel 6.1.3 beschrieben.

(iii) Aerosole

Aerosole sind ein heterogenes Gemisch aus festen oder flüssigen Partikeln, die in einem Gas – in der Regel Luft – verteilt sind. Aerosole spielen unter anderem eine wichtige Rolle in der Atmosphäre und im Klimasystem. Sie beeinflussen die Wolkenbildung und den Durchtritt von Strahlung durch die Atmosphäre. Ausschlaggebend ist hierbei die aerosoloptische Dicke (aerosol optical depth; AOD), ein Maß für die durch Partikel verursachte exponentielle Abschwächung der Sonnenstrahlung beim Durchlaufen der Atmosphäre [590].

Langfristige Veränderungen der AOD zeigen die Auswertungen von 35 Jahren AOD-Messungen am Meteorologischen Observatorium Lindenberg des Deutschen Wetterdienstes. Charakteristisch ist eine zeitliche Dreiteilung [591]. In den ersten Jahren der Aufzeichnung (1986 -1991) herrschten relativ hohe Werte der AOD, die als typisch für eine zu dem Zeitraum (im weiteren Umfeld) stark industrialisierte Region und einen hohen Anteil an Kohlefeuerung mit entsprechenden Emissionen angesehen werden kann. Der Ausbruch des Vulkans Pinatubo auf den Philippinen 1991 führte dann zu massiven Einträgen von schwefelhaltigen Schwebstoffen bis in die Stratosphäre und globaler Verteilung der Partikel in Folge und generierte die Maxima in den Jahresmitteln der spektralen AOD 1992/93 in Lindenberg. Die Abklingphase zieht sich bis Sommer 1995. Sie ist überlagert durch den Rückgang an lokalen Emissionen durch De-Industrialisierung und Modernisierung von bestehenden Anlagen. Der Mittelwert der AOD bei 500 nm liegt in der Zeit 1995 bis 2021 bei etwa 0.19 im Vergleich zu 0.31 in der Vor-Pinatubo-Zeit.

In ganz Europa kann seit den 1980er Jahren der sogenannte „Brightening-Effekt" in der Atmosphäre beobachtet werden. Im Zuge dessen erhöht sich die Lichtdurchlässigkeit der Atmosphäre durch eine Verminderung der Aerosolkonzentration und Veränderungen der Bewölkung [592], [593]. Eine Untersuchung einer langjährigen Globalstrahlungsmessreihe aus Potsdam zeigt [594], dass die Verringerung der durch menschliche Aktivitäten verursachten Aerosolkonzentration in der Luft zum Brightening-Effekt beiträgt. Die Studie belegt den Brightening-Effekt auch unter wolkenlosen Bedingungen [594]. Segado-Moreno et al. [584] berechneten, dass etwa 20% der Veränderung der Globalstrahlung in Europa in den letzten Jahrzehnten auf direkte Aerosol-Effekten, wie eine Veränderung der AOD zurückzuführen sind. Weitere etwa 40% der Veränderung der Globalstrahlung lassen sich durch Einflüsse von Aerosoländerungen auf die Bewölkung erklären und werden als indirekte Aerosoleffekte bezeichnet [584].

Im Hinblick auf die künftige Entwicklung der UV-Strahlung wird das zukünftige zeitliche Verhalten und die räumliche Verteilung der Aerosole in den Klimamodellen durch die angenommenen Szenarien bestimmt. Die Szenarien SSP1-2.6 und SSP5-8.5 beinhalten Annahmen über die weltweit erfolgreiche Umsetzung strenger Maßnahmen zur Luftreinhaltung und legen niedrige Aerosolemissionen fest. Im Szenario SSP3-7.0 ist die Klimapolitik weniger streng, wodurch die Aerosolemissionen im Vergleich zu den anderen SSPs deutlich höher ausfallen. Die räumliche Verteilung der AOD variiert regional und zwischen den SSPs. Dabei nimmt die AOD in der Nordhemisphäre unter allen SSPs ab [568]. Der modellierte Einfluss von Aerosolabnahme auf die Entwicklung der

UV-Strahlung in Europa bis 2100 wird dabei im UV-relevanten Sommerzeitraum bei allen SSPs in der Größenordnung des Einflusses des Bewölkungsabnahme geschätzt [568].

Eine Verbesserung der Luftqualität aufgrund von Luftreinhaltemaßnahmen und damit eine Verringerung der Aerosole könnte vor allem in den am dichtesten besiedelten Gebieten der Welt mit hoher Luftverschmutzung zu einem lokalen Anstieg der erythemwirksamen UV-Bestrahlungsstärke führen. Aber die prognostizierten Auswirkungen von Aerosolen sind mit Unsicherheiten behaftet [573], insbesondere wegen noch großer Unsicherheiten der Modelle [595] und auch wegen der Abhängigkeit der Luftreinhaltemaßnahmen von politischen Entscheidungen.

(iv) Oberflächenreflexionsvermögen (Albedo)

Die Albedo (Maß des Rückstrahlvermögens) beispielsweise der Ozeane, Eisschilde, Wüsten und Vegetationszonen ist ein weiterer Faktor, der als Folge der globalen Erwärmung eine globale und regionale Veränderung der UV-Strahlungsbelastung generieren könnte. Aufgrund des Abschmelzens der großen Eisflächen an den Polen, aber auch der Gletscher in Hochgebirgslagen, verringert sich die Albedo in diesen Gebieten, wodurch sich die Reflexion und damit die UV-Strahlungsbelastung in diesen Regionen verringern dürften. Projektionen deuten darauf hin, dass eine Verringerung des Reflexionsvermögens durch das Schmelzen von Meereis in der Arktis zu einer Abnahme der UV-Strahlung um bis zu 10 % führen würde, während die Abnahme am Rande der Antarktis geringer wäre (2-3 %) [589].

(v) Expositionsverhalten der Menschen

Der Mensch richtet sich in seinem Verhalten unter anderem auch nach dem Wetter, vor allem was die Aufenthaltszeiten im Freien angeht. Es ist zu erwarten, dass auch die Wetterveränderungen aufgrund der globalen Erwärmung das menschliche Expositionsverhalten beeinflussen werden, wobei die Sonnenscheindauer und das thermische Empfinden maßgebliche Faktoren sind (s. hierzu Kapitel 6.2.1). Hinzu kommen individuelle Erwartungen und Vorlieben (z. B. Outdoor-Aktivitäten), die auch von der Klimazone, in der der Mensch lebt, abhängig sind. Wie sich das Verhalten der Menschen und damit die UV-Exposition infolge des Klimawandels ändern werden, lässt sich aber beim augenblicklich vorliegenden Kenntnisstand nur mit großen Unsicherheiten prognostizieren.

6.1.2 Entwicklung der Morbidität und Mortalität der Gesellschaft bei steigender UV-Strahlungsbelastung

6.2	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Es gibt Anhaltspunkte, dass klimawandelbedingte Veränderungen der UV-Strahlung Einfluss auf die Morbidität und Mortalität in der Bevölkerung haben werden. Daher sollen Anpassungsstrategien in Bezug auf die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung UV- bedingter Erkrankungen, insbesondere von Hautkrebs, im Fokus haben.	
	Starker Konsens	

Die Folgen klimatischer Veränderungen auf die Gesundheit sind sehr komplex und noch mit teils großen Unsicherheiten behaftet. Grund hierfür sind multikausale Zusammenhänge, die parallel mit klimatischen Veränderungen einhergehen und eine Differenzierung erschweren, welche Folgen durch den Klimawandel bedingt sind und welche durch andere Faktoren (z. B. Lebensstil) [596].

Morbidität und Mortalität durch UV-Strahlungsbelastung

Bei Betrachtungen des gesundheitlichen Risikos durch UV-Strahlung sind aufgrund der Tatsache, dass UV-Strahlung sofort gesundheitsrelevante Schäden verursachen kann und diese sich über das Leben hinweg aufsummieren können [413], sowohl die einzelnen UV-Bestrahlungsmomente als auch die über das Leben akkumulierte UV-Dosis, die Lebenszeitdosis, zu berücksichtigen. In Bezug auf gesundheitliche Folgen einer veränderten bodennahen UV-Belastung sind entsprechend die über die letzten Jahrzehnte beobachtete Erhöhung der erdbodennahen UV-Bestrahlungsstärke [579], [581], eine längerfristig erhöhte UV-Jahresdosis [578] und Niedrigozonereignisse [597], [598], [599], [600] einzeln zu betrachten.

Im Rahmen der Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021 [533] wurde für die Klimawirkung „UV-bedingte Gesundheitsschädigungen“ ein mittleres bis hohes Klimarisiko mit mittlerer Gewissheit für die Zeit bis 2060 und ein insbesondere wegen des langen zeitlichen Vorlaufs sehr dringendes Handlungserfordernis attestiert. Anpassungsstrategien an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sollen dementsprechend Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung UV-bedingter Erkrankungen im Fokus haben. Dabei ist zu betonen, dass diese Maßnahmen nicht bedeuten, UV-Strahlung und damit die Sonne komplett zu meiden. Es geht darum, die Voraussetzungen für einen bewussten Umgang mit Sonne und UV-Strahlung zu schaffen und einen lebbaren UV-Schutz zu ermöglichen.

Steigende Hautkrebserkrankungszahlen können seit Beginn der Krebsregistrierung gezeigt werden. Mögliche Gründe hierfür sowie Risikofaktoren werden an anderer Stelle in dieser Leitlinie diskutiert (siehe Abschnitte Kapitel 4.1 und Kapitel 0). Inwieweit der Klimawandel im Zusammenwirken mit den Vorgängen in der stratosphärischen Ozonschicht Auswirkungen auf Inzidenz und Prävalenz des Hautkrebses hat oder haben wird, wird erst in den kommenden Jahrzehnten richtig quantifiziert werden können, da zwischen einem Erbgutschaden genereller Natur oder durch UV-Strahlung bis zur Diagnose einer Hautkrebserkrankung Jahrzehnte vergehen können.

Entsprechend können derzeit nur die möglichen Folgen veränderter UV-Bestrahlungsstärken bzw. veränderter UV-Strahlungsdosen aufgrund des Klimawandels und Veränderungen der stratosphärischen Ozonschicht auf die Gesundheit des Menschen, insbesondere auf die Hautkrebserkrankungen, diskutiert werden. Lucas et al. [601] haben hierzu einen Überblick veröffentlicht. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass es in Zukunft unterschiedlichste Wechselwirkungen von Faktoren geben wird, die mit stratosphärischem Ozon und dem globalen Klimawandel zusammenhängen. Die Folgen des globalen Klimawandels werden ganze Bevölkerungsgruppen betreffen, auch zum Beispiel durch erzwungene Migration, wodurch Hauttypen nicht der ursprünglichen UV-Strahlungsbelastung ausgesetzt sein werden. Auf individueller Ebene kann der Klimawandel das Verhalten ändern, so dass der Einzelne mehr oder weniger UV-Strahlung ausgesetzt sein kann, abhängig von der Akklimatisierung an wärmere Temperaturen. Zum jetzigen Zeitpunkt kann man nur feststellen, dass Veränderungen auftreten können. Über die möglichen oder wahrscheinlichen Risiken für die menschliche Gesundheit kann im Moment nur spekuliert werden [601].

Neben Hautkrebs als schwerwiegendstem Risiko von erhöhter UV-Exposition dürfen andere UV-bedingte Erkrankungen im Zusammenhang mit Klimawandel und UV-Strahlung nicht außer Acht gelassen werden, wie beispielsweise die Photodermatosen. Dies sind entzündliche Hauterkrankungen, die durch UV-Strahlung induziert oder verstärkt werden [602] und aufgrund des klinischen Erscheinungsbildes sowie der Tatsache, dass Licht vermieden werden muss, erhebliche negative Auswirkungen auf die Betroffenen in Bezug auf Schule, Beruf, Familie und soziale Aktivitäten [603] sowie psychische Gesundheit [604] haben. Photodermatosen treten am häufigsten in den Frühlings- und Sommermonaten auf oder sind sogar auf diese beschränkt. Für die polymorphe Lichtdermatose (eine Photodermatose, die immerhin ca. 18 % der europäischen Bevölkerung betrifft [605]) konnte beispielsweise gezeigt werden, dass ihr Auftreten den jährlichen Schwankungen der Umgebungs-UV-Strahlung an verschiedenen europäischen Orten folgt. Veränderungen der UV-Strahlung als Folge der Prozesse in der stratosphärischen Ozonschicht und des globalem Klimawandels können folglich die Häufigkeit und Schwere einer Reihe von Photodermatosen verändern [601].

6.1.3 Einfluss des Klimawandels auf die Entwicklung von „Low-Ozone-Events“ in der nördlichen Hemisphäre in ihrer Bedeutung für eine höhere erdnahe UV-Strahlungsbelastung

6.3	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Mit dem Auftreten von Niedrigozonereignissen und in Folge dessen temporär und lokal erhöhter UV-Strahlungsbelastung mit großer Bedeutung für die Gesundheit der Bevölkerung ist zu rechnen. Es sollten daher Anstrengungen unternommen werden, diese kurzfristig und zeitlich begrenzt auftretenden Ereignisse frühzeitig zu erkennen und effektiv zu kommunizieren, damit Schutzmaßnahmen zur Prävention von Hautkrebs im Augenblick des Ereignisses ergriffen werden können.	
	Starker Konsens	

Ereignisse mit niedrigem Ozongehalt, so genannte Niedrig-Ozon-Ereignisse (low ozone events, LOEs), können die bodennahen solaren UV-Strahlungswerte erheblich erhöhen, insbesondere bei wolkenlosem Himmel.

Niedrigozonereignisse bedürfen einer gesonderten Betrachtung, da sie für wenige Tage zu unerwartet hohen UV-Belastungen führen können und damit gesundheitlich relevant sind. Es gibt verschiedene Ursachen, warum sich LOEs bilden können. Zum einen kann die Wetterlage zu einem Anstieg der Höhe der Tropopause, die den Übergang von der Troposphäre zur Stratosphäre markiert, und somit zu einer (reversiblen) Verdrängung eines Teils des stratosphärischen Ozons führen. Dies bezeichnet man als LOE dynamischen Ursprungs. Zum anderen ist es möglich, dass Luftmassen aus dem arktischen Polarwirbel, in denen Ozon durch Chlorchemie irreversibel abgebaut wurde, im Frühjahr in niedrigere Breiten transportiert werden. Diese LOE chemischen Ursprungs können zwischen März und Mitte April auftreten [580].

Im Rahmen der Auswertung der Messdaten der Messstation Dortmund des deutschlandweiten UV-Messnetzes [581] werden für den betrachteten Zeitraum von 1997 bis 2022 die Tagesspitzenwerte des UV-Index für exemplarische Zeiträume in Dortmund aufgezeigt, in denen solche Niedrig-Ozon-Ereignisse auftraten. Es kann festgestellt

werden, dass in den für den Strahlenschutz relevanten Sommermonaten (April – September) Niedrigozonereignisse zu einem Anstieg des UV-Index um 10-20 %. In den Wintermonaten bis zu 50% führten. Betrachtet man die Häufigkeit von Tagen mit niedrigem Ozonwert in den Sommermonaten bei geringer bis keine Bewölkung zur Mittagszeit in Dortmund, so zeigt sich, dass in der zweiten Hälfte des Daten-Zeitraums (2010–2022) etwa 8 % mehr Tage (165 Tage) auftreten als im ersten Zeitraum (1997–2009: 153 Tage). Betrachtet man nur die Tage mit sehr niedrigem Ozon, so steigt deren Häufigkeit von 6 Tagen (1997–2009) auf 16 Tage (2010–2022).

Aus strahlenschutztechnischer Sicht ist es wichtig, dass die beobachteten UVI-Spitzenwerte häufig nach einer Phase schlechten Wetters mit niedrigen Tagesspitzenwerten des UVI auftreten. Der UVI-Wert steigt dann bei schönem Wetter stark an und ein Ereignis mit niedrigem Ozongehalt verstärkt diesen Anstieg erheblich. Im Frühjahr kommt hinzu, dass der Sonnenhöhenwinkel im Laufe des Jahres den höchsten täglichen Anstieg aufweist, was zu einer weiteren Verstärkung des typischerweise abrupten Anstiegs der UV-Werte beiträgt [581]. Einige Studien zeigen, dass unter den erwarteten klimatischen Veränderungen Ereignisse mit niedrigem Ozongehalt in Zukunft im Frühling der nördlichen Hemisphäre häufiger auftreten könnten [606], [607].

Für Deutschland liegt neben der Auswertung von bodengestützten Messungen in Dortmund [581] eine Analyse des Auftretens von LOEs an vier weiteren Standorten (Sylt, Berlin, Frankfurt, München) auf der Grundlage von satellitengestützen Daten vor [608]. Dabei wurden drei Teilzeiträume (T1: 1983–1989, T2: 1990–1997, T3: 1998–2019) verglichen. Die Periode des globalen Ozonabbaumaximums in den 1990er Jahren (T2) ist durch eine höhere Häufigkeit von LOEs gekennzeichnet als die vorhergehenden (T1) und nachfolgenden (T3) Teilzeiträume. Im jüngsten Teilzeitraum (T3) liegt die mittlere Anzahl an LOEs bei 1,1 ± 0,5 Ereignissen/Jahr, mit einer Variabilität von 0 bis 4,2 ± 0,8 Ereignissen/Jahr. Die jährliche Anzahl nimmt statistisch signifikant um 4,8 %/Jahr ab. Die jährlichen Summen der LOE-bedingten Anomalien der modellierten erythemwirksamen UV-Strahlungsdosis zeigen während T3 keinen Trend. Bezüglich der LOE-bedingten UV-Index-Anomalien ist der Frühling die am stärksten von LOEs betroffene Jahreszeit. Mehr als die Hälfte aller kumulativen UV-Spitzenbelastungen treten in dieser Jahreszeit auf, während die absoluten Maximalwerte der LOE-bedingten UV-Index-Anomalie nahe der Sommersonnenwende auftreten. Innerhalb des jüngsten Teilzeitraums (T3) trägt der Sommer einen zunehmenden Anteil zu den Spitzenbelastungen bei.

Forschungsbedarf

Hinsichtlich der Prävention von Hautkrebs gilt es, die Auswirkungen des Klimawandels auf die UV-Strahlungsbelastung zu quantifizieren. Hierzu ist der für Deutschland / Europa relevante Einfluss der chemischen, physikalischen sowie meteorologischen Prozesse des Klimawandels auf die stratosphärische Ozonschicht, auf das Auftreten von Niedrigozonereignissen und damit auf die erdbodennahe UV-Strahlungsbelastung quantitativ zu beschreiben. Darüber hinaus bedarf es der Analyse der aktuellen und der in den letzten Jahrzehnten erfassten regionsspezifischen UV-Strahlungsbelastung in Deutschland. Des Weiteren sind, als Voraussetzung für gesundheitspolitische Entscheidungen, Projektionen der erdbodennahen UV-Strahlungsbelastung für Deutschland / Europa in Bezug auf unterschiedliche RCP-Emissionsszenarios zu erstellen und mit Modellierungen der Bewölkung, der Aerosolkonzentration und, wo relevant, der Albedo zu ergänzen.

Zur Abschätzung der Auswirkung von Änderungen der UV-Strahlungsbelastung auf Morbidität und Mortalität durch UV-Strahlung ist zusätzlich zu einer optimierten Registrierung aller Hautkrebsentitäten in Deutschland / Europa der Versuch zu unternehmen, eine Dosis-Wirkungsbeziehung UV-Strahlung / Hautkrebs zu beschreiben. Darüber hinaus sollten Meldeverfahren anderer UV-bedingter Erkrankungen, wie zum Beispiel für polymorphen Lichtdermatosen, etabliert werden, um ein Gesamtbild der UV-bedingten Krankheitslast der Bevölkerung zu erhalten.

Es bedarf darüber hinaus der Durchführung geeigneter Studien zu Klärung eines möglichen Einflusses der Temperatur auf die Wirkungen von UV-Strahlung, insbesondere der kanzerogenen Wirkung. Im Hinblick auf eine möglicherweise kombinierte gesundheitliche Wirkung von UV-Strahlung, Luftschadstoffen und meteorologischen Faktoren besteht ebenfalls Forschungsbedarf.

6.2 Status Quo: Wahrnehmung von UV-Strahlung

6.2.1 Vom Temperaturempfinden beeinflusstes Verhalten der Bürger in den unterschiedlichen Lebenswelten

6.4	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Das vom Temperaturempfinden beeinflusste Verhalten hat Einfluss auf die individuelle Exposition gegenüber UV-Strahlung. Dies sollte bei der Gestaltung von Präventionsmaßnahmen berücksichtigt werden.	
	Starker Konsens	

Lebenswelten im Sinne des §20 Absatz4 Nr2 PrävG und Sozialgesetz Buch V (Gesetz zur Stärkung der Gesundheitsförderung und der Prävention (Präventionsgesetz), 2015) sind für die Gesundheit bedeutsame, abgrenzbare soziale Systeme, insbesondere des Wohnens, des Lernens, des Studierens, der medizinischen und pflegerischen Versorgung sowie der Freizeitgestaltung einschließlich des Sports. Lebenswelten sind demnach das Wohnumfeld (Kommune / Quartier), Kindertagesstätten, Schulen und andere Ausbildungsstätten, Senioreneinrichtungen (Altersheime, stationäre Langzeitversorgung / Pflegeheime), der Arbeitsplatz und Systeme der Freizeitgestaltung.

In Bezug auf die Prävention von Hautkrebs sind vor allem Verhaltensmuster interessant, die die Aufenthaltszeit im Freien und damit die Möglichkeit der UV-Exposition bestimmen. Studien, die diese Fragestellung betrachteten, haben fast ausschließlich einen Bezug zur Lebenswelt, d.h. Freizeitgestaltung, körperliche Aktivität, etc. Zu temperaturabhängigen Verhaltensmustern speziell in Kindergärten, Schulen, Ausbildungsstätten, Arbeitsplatz und Einrichtungen für Senioren existieren derzeit keine Studien.

Das Verhalten oder die Verhaltensmuster der Menschen in ihren Lebenswelten sind durch das Wetter beeinflusst. Dabei spielt das thermische Empfinden (das Wärme-, Behaglichkeits- oder Kältegefühl) neben Bewölkung bzw. Sonnenschein, Windgeschwindigkeit und Niederschlag eine wichtige Rolle. Ein Index, mit dessen Hilfe das thermische Empfinden auf Grundlage des Wärmehaushalts des Menschen bewertet werden kann, ist die „Gefühlte Temperatur“. Sie stimmt häufig nicht mit der gemessenen Lufttemperatur überein, da das Empfinden neben der Lufttemperatur auch von den meteorologischen Größen Luftfeuchte, Wind und Strahlung sowie dem menschlichen Verhalten (insbesondere der Aktivität und Bekleidung) bestimmt wird [609]. Auch die subjektive innere Einstellung gegenüber den thermischen Bedingungen scheint über das temperaturabhängige Verhalten zu entscheiden, so dass es beispielsweise Menschen gibt, die Hitze als angenehm empfinden und sich dann verstärkt im Freien aufhalten [610].

In Tabelle 20 sind die aus den Studien zum wetterbeeinflussten Verhalten in der Lebenswelt ableitbaren Informationen bezüglich steuernder Wetterparameter und der dazu festgestellten Verhaltensmuster zusammengefasst. Über die Angaben in der Tabelle hinaus ist zu beachten, dass die Erkenntnisse über vom Temperaturempfinden beeinflusstes Verhalten bisher nicht unabhängig von der Jahreszeit und damit Tageslichtdauer vorliegen. Soweit ersichtlich, nehmen die Häufigkeit und Dauer von

Aktivitäten im Freien bei längerer Tageslichtdauer und höheren Temperaturen im Bereich thermischen Komforts bis hin zu leichter Wärmebelastung zu. Für Aussagen zur Temperaturabhängigkeit innerhalb einzelner Jahreszeiten bedarf es weiterer Studien. Für gemäßigte Klimazonen, wie sie etwa der Lage Deutschlands entsprechen, liefern die verfügbaren Studien Hinweise darauf, dass ein möglicher Anstieg der UV-Belastung eher auf eine Reduzierung der Kleidung bei wärmeren Temperaturen [611] und als auf Veränderungen der im Freien verbrachten Zeit zurückzuführen wäre ([612].

Die erläuternden Details zu den Studien und Einschätzungen ihres Beitrags zur Beantwortung der Schlüsselfrage sind nachfolgend zu finden. Die Mehrheit der Studien wurde in anderen Ländern durchgeführt, bisher ohne Prüfung einer unmittelbaren Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf Deutschland.

Tabelle 20: Überblick über die aus diesen Studien ableitbaren Informationen bezüglich der das Freizeitverhalten steuernden Wetterparameter und der festgestellten Verhaltensmuster

Wetterparameter	Verhaltensmuster	Referenz
Gefühlte Temperatur	Verstärkte Aktivitäten im Freien bei thermischem Komfort, im warmen Bereich bis hin zu leichter Wärmebelastung	(Arana, Cabezudo, & Peñalba, 2014; Belanger, Gray-Donald, O'Loughlin, Paradis, & Hanley, 2009; Eisinga, Franses, & Vergeer, 2011; Knuschke, Kurpiers, Koch, Kuhlisch, & Wittke, 2004; Knuschke, Unverricht, Ott, & Janßen, 2007; Spinney & Millward, 2011; Stewart & Kimlin, 2018; Yang, Olofsson, Nair, & Kabanshi, 2017)
	Vermeiden von Aktivitäten im Freien im Fall starken oder extremen thermischen Diskomforts	(Banwell, Dixon, Bambrick, Edwards, & Kjellstrom, 2012; Staiger et al., 2012)
Bewölkung	Verstärkte Aktivitäten im Freien bei wolkenlosem oder wolkenarmem Wetter	(Eisinga et al., 2011; Knuschke et al., 2004; Knuschke et al., 2007; Stewart & Kimlin, 2018)
Niederschlag	Vermeiden von Aktivitäten im Freien bei Niederschlag	(Arana et al., 2014; Eisinga et al., 2011; Knuschke et al., 2004; Spinney & Millward, 2011)
Wind	Vermeiden von Aktivitäten im Freien bei starkem Wind	(Arana et al., 2014; Eisinga et al., 2011; Spinney & Millward, 2011)

[613]Arana et al. [613] untersuchten den Wettereinfluss auf die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln in Nordspanien an den Wochenenden der Jahre 2010 und 2011. Die Anzahl der Wochenendfahrten für Shopping und Freizeit nahm bei Wind und Regen ab und bei steigender Temperatur zu, wobei der Einfluss bei Gelegenheitsfahrern größer ist als bei regelmäßigen Fahrern. Die Studienregion ist durch ein gemäßigtes, maritimes Klima mit kühlen Sommern und milden Wintern geprägt. Die durchschnittlichen Tagesmaxima der Temperatur haben im August ihre höchsten Werte mit 22 °C.

Die Aussage zur Zunahme der Fahrten bei steigender Temperatur dürfte demnach primär für den Bereich thermischen Komforts gelten. Der Wertebereich der meteorologischen Variablen im Studienzeitraum wurde in der Veröffentlichung nicht angegeben. Das Regressionsmodell verwendet die meteorologischen Größen als Absolutwerte, d.h. es spiegelt den Jahresgang wider. Es liefert damit den Hinweis, dass bei gemäßigtem Klima im Sommer mehr Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln für (wahrscheinlich Freizeitzwecke mit der Möglichkeit für Aufenthalte im Freien) durchgeführt werden, bei Regen und Wind weniger.

Banwell et al. [614] führten in Australien (Sydney) Interviews und Gruppendiskussionen mit der bei Hitze besonders verwundbaren Gruppe der Älteren (> 65 Jahre) durch, um deren Verhalten bei extremer Hitze bzw. bei Hitzewellen zu beleuchten. Die Interviews waren nicht direkt an eine akut auftretende Hitzewelle gebunden. Für Hitzewellen gibt es in Australien verschiedene Definitionen, u. a. dass für mindestens drei aufeinanderfolgende Tage eine Maximaltemperatur von 35 ˚C erreicht oder überschritten wird. Es zeigte sich ein unterschiedliches Verhalten der Älteren. In den meisten Fällen veränderte sich das Muster der täglichen Tätigkeiten hin zu einer Reduktion der physischen Aktivitäten und hin zum Vermeiden von Aufenthalten im Freien. In manchen Fällen wurde der Aufenthalt im Freien in die sehr frühen Morgenstunden oder körperliche Aktivität in einen klimatisierten Bereich verlegt, wie eine Shopping Mall. Im individuellen Einzelfall gab es keine Anpassung der Tagesroutine. Aus dieser Studie lässt sich indirekt eine mögliche Reduzierung der UV-Exposition bei sehr hohen Temperaturen ableiten.

Belanger et al. [615] untersuchten mit Fragebögen den Einfluss von Wetter und Jahreszeit auf die physische Aktivität von Heranwachsenden in Kanada (Montreal). Die Teilnehmer waren am Anfang der Untersuchung 12-13 Jahre alt und wurden über 5 Jahre begleitet. Sie konnten in Wochenlisten aus 29 Aktivitäten die zutreffenden auswählen, die sie für mindestens 5 Minuten ausgeübt haben. Wegen der Bindung an das Schuljahr wurden im Juli und August, den neben Juni im Mittel wärmsten Monaten, keine Daten erhoben. Es wurde nicht zwischen Aktivitäten in Innenräumen und im Freien unterschieden. Es wurde nur die Häufigkeit der Aktivität erhoben, nicht deren Dauer. Generell war die Häufigkeit physischer Aktivität im Winter geringer und nahm in den wärmeren Monaten zu. Insgesamt jedoch nahm die Aktivität mit zunehmendem Alter ab. Innerhalb einer Jahreszeit wurde eine Zunahme um 1 % im Frühjahr und Winter und 2 % im Herbst pro 10 ˚C Zunahme der Tagesmitteltemperatur angegeben, sowie eine Abnahme der Aktivität um 2-4 % pro 10 mm Niederschlag. Die Aussage zur Zunahme der Aktivität bei steigender Temperatur dürfte weitgehend für den Bereich thermischen Komforts gelten, da die Sommermonate überwiegend nicht erfasst wurden. Der tatsächliche Wertebereich der meteorologischen Variablen im Studienzeitraum wurde in der Veröffentlichung nicht angegeben.

Eisinga et al. [616] werteten für den Zeitraum 1996 bis 2005 den Zusammenhang zwischen dem täglichen TV-Konsum und den Wetterbedingungen in den Niederlanden aus. Die wichtigsten meteorologischen Variablen, die die Fernsehzeit beeinflussen, sind die Temperatur und die Sonnenscheindauer. Es wurde mehr ferngesehen, wenn es kälter, bewölkter und nasser war, bei stärkerem Wind und längeren Nächten. Es wurde zudem eine Abhängigkeit von der Art des angebotenen TV-Programms festgestellt, mit der Schlussfolgerung, dass mehr ausgestrahlte Unterhaltungsprogramme bei ungünstigen Wetterbedingungen zu einer stärkeren Nutzung animieren als Informationsprogramme. Letztere Unterscheidung dürfte inzwischen auf Grund der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit von Wunschinhalten über Streaming-Dienste nicht mehr relevant sein. In der Studie ergab sich bei einer Tagesmitteltemperatur von

20 °C im Vergleich zu 10 °C ein um 10 bis 18 Minuten geringerer TV-Konsum im Unterhaltungsbereich. Der Wertebereich der Tagesmitteltemperatur im Studienzeitraum betrug -12,1 bis 25,8 °C und lag im Mittel bei 10,2 °C. Es wurde nicht untersucht, ob die Interpretation zutreffend ist, dass die Menschen ihre zusätzliche TV-freie Zeit bei günstigeren Wetterbedingungen tatsächlich verstärkt im Freien verbrachten.

Knuschke et al. [617], [618] stellten fest, dass meteorologische Einflüsse, insbesondere Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag bezüglich der Wahrscheinlichkeit eines Aufenthalts im Freien (und damit der Wahrscheinlichkeit individueller UV-Expositionen) eine bedeutende Rolle im individuellen Verhalten spielen. Die Freizeitexpositionen von Außenbeschäftigten und Innenbeschäftigten sind weitgehend identisch bezüglich Mittelwert und Verteilung der UV-Personendosen, sofern es sich um den gleichen Freizeitverhaltenstyp handelt: der passive Anteil lag bei 70 bis 80 %, der aktive bei 20 bis 30 % der Beschäftigten. Anhand von vier Messperioden in den Monaten Februar, Mai, September und Dezember wurde festgestellt, dass die Aufenthaltsdauern an Wochenendtagen in Abhängigkeit von der Jahreszeit variieren und von der Tageshöchsttemperatur beeinflusst werden. Da beide Größen nicht unabhängig betrachtet wurden, ist davon auszugehen, dass die Tageshöchsttemperatur in diesem Fall primär als Jahreszeitenindikator funktioniert. Es wurde angenommen, dass die Aufenthaltsdauer eine lineare Funktion der Tageshöchsttemperatur ist, wobei es auf Grund der Messtermine als eher unwahrscheinlich anzusehen ist, dass der Wertebereich der Maximaltemperatur auch sommerliche Werte abgedeckt hat. Klimatisch liegt die mittlere Tageshöchsttemperatur in Dresden (Ort der Messungen) im Mai und September bei 19 °C, im Februar und Dezember bei 4 °C. Folglich dürfte sich die durch die Daten belegte Aussage zur Zunahme der Aktivitäten im Freien bei steigender Temperatur auch hier auf dem Bereich thermischen Komforts beziehen.

Spinney et al. [619] untersuchten auf der Grundlage von Zeittagebüchern den Einfluss von Wetterbedingungen auf das Freizeitverhalten in Kanada (Halifax) im Laufe eines Jahres. Die Wetterdaten umfassten die Tageshöchsttemperatur, den Gesamtniederschlag (unterschieden nach Regen und Schnee), das Tagesmaximum der Windgeschwindigkeit und die Gesamtschneehöhe. Die Werte der Tageshöchsttemperatur lagen im Bereich von -14,8 °C bis 31,9 °C. Zusätzlich wurde die Tageslänge einbezogen. Während Fernsehen mit nahezu 80% Teilnahmerate und einem Median des Zeitaufwands von 2,5 Stunden die Freizeitaktivitäten dominiert, treiben nur gut 4 % der Teilnehmer Sport im Freien und verbringen damit fast eine Stunde (Median 58 Minuten) draußen. Ein Viertel der Studienteilnehmer verbringt die Freizeit mit anderen, nicht als Sport klassifizierten Aktivitäten im Freien und hält sich am häufigsten eine Dreiviertelstunde pro Tag draußen auf. Die Aktivitäten im Freien nehmen während warmer Tage mit mehr Tageslicht zu. Es bestätigt sich damit der in den Publikationen von Arana et al., Belanger et al. und Knuschke et al. [613], [615], [617], [618] gefundene Saisoneffekt. Alle Wetterwirkungen können 2,9 % der Schwankungen bei der Teilnahmerate an den nichtsportlichen Aktivitäten im Freien erklären, beim Sport im Freien sind es 5,8 %. Den stärksten Einfluss haben Temperatur (positiv) und Niederschlag (negativ), beim Sport auch die Schneehöhe (positiv). Den stärksten positiven Einfluss auf das Zeitbudget, welches für die sportlichen und nichtsportlichen Aktivitäten im Freien aufgewendet wird, hat die Tageslänge (Jahreszeit), während der Niederschlag für den Zeitaufwand für die nichtsportlichen Aktivitäten und die Maximumtemperatur, der Wind und der Niederschlag für die sportlichen Aktivitäten negativ korreliert sind.

Stewart et al. [610] stellten mit Hilfe einer Online-Umfrage unter 1400 Studenten im Südosten der USA einen Zusammenhang her zwischen der individuellen Vorliebe oder Abneigung der Menschen in Bezug auf sehr hohe Temperaturen und ihrer

Sonnenexposition. Die mittleren Temperaturmaxima in Athens (Georgia) liegen zwischen 11,8 und 32,3 ˚C, wobei die Werte in allen Sommermonaten höher als 30 ˚C sind. Die Personen, die sich gerne Hitze aussetzen, verwenden anteilig weniger Sonnenschutz als diejenigen, die Hitze meiden. Ein größerer Anteil der hitzeaffinen Personen hält sich verstärkt in den Sommermonaten im Freien auf, während das bei denen, die Hitze meiden, eher im Frühjahr und Herbst der Fall ist. In Bezug auf die Hitzepräferenz wurde kein signifikanter Unterschied zwischen Frauen und Männern festgestellt. US-Amerikaner kaukasischen Typs sind mit einem Anteil von 51,3 % eher hitzeaffin, während die anderen ethnischen Typen mit 55,1 % eher die Hitze meiden.

Yang et al. [620] untersuchten den Zusammenhang zwischen dem menschlichen Verhalten in Bezug auf die Nutzung von öffentlichen Parks und dem thermischen Komfort im subarktischen Klima Nordschwedens (Umea). Sie kombinierten im Juli und August 2015 strukturierte Interviews mit Messungen meteorologischer Parameter zur objektiven thermischen Bewertung des Mikroklimas. Während der Befragungen in der Zeit von 10 bis 16 Uhr lagen die Maximumtemperaturen im Bereich von 12,7 bis 26,6 ˚C. Unter objektiv als „leichte Wärmebelastung“ einzustufenden Bedingungen bewerten die meisten Parkbesucher die Umgebungsbedingungen als „thermischen Komfort“. 49 % der Einheimischen geben an, noch mehr Sonnenstrahlung zu bevorzugen. Das Beispiel illustriert die Überlagerung von objektiven Maßstäben mit subjektiven Erwartungen und Wünschen, in diesem Fall die Sonnenaffinität der Menschen im subarktischen Klima. Abweichungen zwischen einer objektiven thermischen Bewertung und dem subjektiven thermischen Empfinden wurden auch durch Becker et al. [621] in einem heiß-trockenen Klima festgestellt und in Teilen auf subjektive Erwartungen zurückgeführt. Die Autoren betonen jedoch, dass es notwendig sei, ihre Hypothese durch Studien zu überprüfen.

Wissenschaftliche Arbeiten zu temperaturabhängigen Verhalten in weiteren Lebenswelten stehen derzeit aus.

6.2.2 Einfluss klimawandelbedingt veränderter Verhaltensmuster auf die Hautkrebsinzidenz

Die Frage, ob eine klimawandelabhängige Erhöhung der Hautkrebsinzidenz infolge veränderter Verhaltensmuster der Menschen zu erwarten ist, kann derzeit nicht abschließend beantwortet werden und bedarf weiterer Forschung.

Die globale Erwärmung wird infolge von Klimaveränderungen, z.B. der Umgebungstemperatur und Niederschlägen, Risiken und gesundheitsfördernde Effekte durch ein sich änderndes Verhalten in Bezug auf die Sonnenexposition beeinflussen [601]. Die über die Sonnenexposition tatsächlich erhaltene UV-Personendosis hängt entscheidend vom Verhalten ab [601]. Untersuchungen haben gezeigt, dass die mittlere tägliche UV-Exposition für Erwachsene und Kinder im Bereich von 4 % bis 5 % der täglichen Umgebungs-UV-Strahlung liegt [622], [623]. Es gibt jedoch eine erhebliche Varianz [573] mit einer Bandbreite von einem Zehntel bis zum Zehnfachen dieses Mittelwertes [624], je nachdem, wo man sich aufhält, wie lange man sich freiwillig oder beruflich bedingt draußen aufhält und wie man sich vor UV-Strahlung schützt. Dies unterstreicht die Bedeutung der individuellen UV-Belastung. Die meisten Studien hierzu wurden in der kaukasischen (hellhäutigen) Bevölkerung durchgeführt, so dass die Ergebnisse möglicherweise nicht auf andere ethnische Gruppen anwendbar sind [625].

Die Betrachtungen bezüglich der temperaturabhängigen Verhaltensmuster der Bürger in den unterschiedlichen Lebenswelten (Kapitel 6.2.1) deuten darauf hin, dass das temperaturabhängige Verhalten vom thermischen Empfinden abhängig ist und die Häufigkeit und Dauer von Aktivitäten im Freien mit höheren Temperaturen im Bereich thermischen Komforts bis hin zu leichter Wärmebelastung zunimmt. Diese Aussagen sind mit der Einschränkung gültig, dass die vorliegenden Studien derzeit noch keine Trennung von Einflüssen der Tageslichtdauer und der thermischen Bedingungen zulassen.

Wie in Kapitel 6.1.1 ausgeführt, deuten erste Untersuchungen darauf hin, dass eine erhöhte jährliche Sonnenscheindauer, wie sie in Deutschland durch den DWD festgestellt wird, eine erhöhte Jahressumme der erythemwirksamen UV-Bestrahlungsstärke nach sich zieht. Sofern infolgedessen mit einer größeren Anzahl von Tagen zu rechnen ist, die Bedingungen im thermischen Komfort bis hin zu leichter Wärmebelastung und Sonnenschein bieten, dann ist nach Knuschke et al. [617] damit zu rechnen, dass sich die dem aktiven Freizeitverhaltenstyp zuzurechnenden Personen verstärkt im Freien aufhalten werden. Für diesen Teil der Bevölkerung wäre von zunehmenden UV-Personendosen auszugehen, die mit einem erhöhten Hautkrebsrisiko verbunden sind. Die Messungen und Auswertungen von Knuschke et al. [617] zeigen zudem, dass die UV-Urlaubsdosis einen bedeutenden Anteil an der UV-Jahresexposition bildet. Änderungen im Urlaubsverhalten, die sich durch die Auswirkungen des Klimawandels auf die bisher bevorzugten Urlaubsziele ergeben können, wären folglich ein nicht unwesentlicher Aspekt bei der Abschätzung der UV-Personenjahresdosen und des damit verbundenen Hautkrebsrisikos.

In Kapitel 6.1.1 wird auch beschrieben, dass mit einer höheren Anzahl an Tagen mit stärkerem thermischen Diskomfort (Hitze und Hitzewellen) zu rechnen ist. Hierzu gibt es, gemäß den Betrachtungen in Kapitel 6.2.1, sowohl Hinweise auf Vermeidungsstrategien als auch Hinweise auf die grundsätzliche Existenz eines gewissen Anteils von hitzeaffinen Personen, welche sich trotz Hitze verstärkt im Freien aufhalten würden.

In der bisherigen wissenschaftlichen Literatur lässt sich ein Hinweis finden, dass bereits die Temperaturerhöhung an sich Einfluss auf die gesundheitliche Wirkung von UV-Strahlung zu haben scheint. In einer Studie von van der Leun et al. [626] wurde mittels statistischer Verfahren ermittelt, dass bei gleicher UV-Belastung höhere Temperaturen die Kanzerogenität von UV-Strahlung verstärken soll. Die Autoren verwenden Daten des US-Hautkrebsregisters der 1970-er Jahre aus zehn Regionen. Da die gesamte Argumentation der Autoren ausschließlich von den Daten einer einzigen Region abhängt, erscheinen die Ergebnisse der Analyse wenig robust. Wie oben ausgeführt, konnte die Studie von 2015 [627] den oben beschriebenen Effekt nicht bestätigen. Piacentini et al. [628] führten auf Basis und in Erweiterung der Studie von van der Leun Untersuchungen zur Änderung der Inzidenz von Nichtmelanomen im Zusammenhang mit den nach verschiedenen Emissionszenarien erwarteten Temperaturanstiegen für den Zeithorizont 2000 bis 2200 durch. Annahmen über die tatsächliche UV-Exposition der Menschen gehen in die Studie von Piacentini et al. [628] nicht unmittelbar ein. Bei der in dieser Studie als Exposition bezeichneten Größe handelt es sich um die gesamte verfügbare UV-Dosis zuzüglich des von van der Leun et al. [626] ermittelten Temperatureffekts. Die in dieser Studie berechneten Änderungen der Hautkrebsinzidenz wären damit eine direkte Funktion des Temperaturanstiegs. Die Studie lässt aber noch Fragen offen, so dass zur Festigung der Ergebnisse weitere Untersuchungen erforderlich wären – auch hinsichtlich der Frage, ob es sich bei der möglichen zusätzlichen Temperaturwirkung um einen physiologischen Effekt oder um eine Wirkung aufgrund veränderten Expositionsverhaltens handelt.

Letztendlich kann zum derzeitigen Zeitpunkt die Annahme, dass ein wärmeres Klima zu deutlich erhöhter UV-Strahlungsbelastung und folglich höherer Hautkrebshäufigkeit führen wird, nicht schlüssig belegt werden. Dies trifft auch auf einen vermuteten, zusätzlich kanzerogenen Temperatureffekt zu. Es bedarf der Durchführung geeigneter Studien.

Forschungsbedarf

Das menschliche Verhalten spielt eine entscheidende Rolle für die reale UV-Strahlungsbelastung. Daraus leitet sich der Forschungsbedarf ab, wetterabhängige Verhaltensgewohnheiten zu quantifizieren und zu klären, inwieweit klimawandelbedingte Veränderungen des Wetters langfristig Verhaltensgewohnheiten unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen in ihren Lebenswelten (Kindergärten, Schulen, Ausbildungsstätten, an Arbeitsplätzen im Freien, Einrichtungen für Senioren, Systeme der Freizeitgestaltung) und im Urlaub beeinflussen, und wie dies die UV-Strahlungsbelastung und die Wahrscheinlichkeit für UV-Überbelastung – auch im Tagesverlauf – erhöht. Es bedarf Studien, die diese Parameter innerhalb einzelner Jahreszeiten vergleichen. Auf Grundlage der so gewonnenen Erkenntnisse sind quantifizierte Aussagen bezüglich klimawandelbedingter Veränderungen der Inzidenz UV-bedingter Erkrankungen, insbesondere des Hautkrebses, unter Berücksichtigung des menschlichen Verhaltens abzuleiten.

6.3 Status Quo: Klimawandel und Städtebau

6.3.1 Vermeidung zukünftiger gesundheitlicher Folgen/Schäden durch städtebauliche Maßnahmen

6.5	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Oberstes Ziel städtebaulicher und planerischer Maßnahmen bezogen auf den Schutz vor übermäßiger UV-Strahlung soll sein, die Menschen in ihren Lebenswelten vor ungesunder und ungewollter Exposition zu schützen. Das erfordert, dass das Schutzangebot erhöht werden soll.	
	Starker Konsens	

Um der Bevölkerung über den aktiven bzw. verhaltensbasierten Selbstschutz des Individuums (bspw. textiler und chemischer Schutz) hinaus einen an den Verhältnissen orientierten Schutz vor den im Zuge des Klimawandels zunehmenden Belastungen durch UV-Strahlung zu bieten, bestehen aus städtebaulicher Sicht die folgenden Ansätze: Vermeidung des Eintrages von direkter und indirekter UV-Strahlungen [578], [629], [630]. Dabei empfiehlt es sich, auch aufgrund finanzieller Überlegungen, Maßnahmen zu implementieren, die nicht nur einem Zweck dienen, sondern mehrere Vorteile gleichzeitig aufweisen [631]. Damit lassen sich diese Maßnahmen gegenüber der Politik, den Steuerzahlern sowie Investoren und Entwicklern besser vertreten. Hervorzuheben ist der von Kabisch et al. [630] diskutierte Ansatz der „Blue-Green-Infrastructures“ als Planungskonzept zur Klimafolgenanpassung hinsichtlich Hitzevermeidung und Regenwasserrückhaltung und dessen Erweiterung um den Aspekt der Reduzierung des UV-Strahlungseintrages.

An den Städtebau und die mit ihm verbundenen raumplanerischen Disziplinen richtet sich damit bezogen auf UV-Strahlung der Anspruch, die Menschen vor ungesunder und ungewollter Exposition zu schützen. Das beinhaltet, dass überall dort, wo die Menschen ihrem gewöhnlichen Alltag nachgehen, übermäßige UV-Strahlungsbelastungen vermieden werden; also konkret beim Aufenthalt in Gebäuden, bei der Verrichtung alltäglicher Wege (bspw. durch Verschattung von Straßen und Plätzen) und beim alltagsbezogenen Aufenthalt im Freien (bspw. Schulhöfe, Spielplätze, Sportstätten) [632]. Doch auch an Orten, an denen die Menschen gern die Sonne genießen (bspw. Liegewiesen in Schwimmbädern, Strände, Wiesen und Wege in Parks) [633], ist eine Erhöhung des Schutzangebotes möglich.

Folgende Maßnahmen, die im Kapitel 6.3.2 näher erläutert werden, erscheinen aus städtebaulicher Sicht heraus sinnvoll und möglich, um gesundheitliche Folgen bzw. Schäden zu vermeiden:

- Verschattung durch Bebauung / baulich-technische Maßnahmen
- Reduzierung der Albedo im gebauten Raum und Freiraum
- Verschattung durch Bepflanzung
- Abkühlung durch Bepflanzung
- Einrichtung von Kaltluftzonen

Damit diese eher technischen Maßnahmen zum Tragen kommen können, müssen Maßnahmen auf organisatorischer Ebene ergriffen werden. Das beinhaltet unter anderem die Organisation eines breiten politischen Willens und die Umsetzung dieses politischen Willens mithilfe entsprechender Arbeitsweisen, Gesetze und Regularien auf der Verwaltungs- bzw. Ausführungsebene.

6.3.2 Erforderlichkeiten technischer und organisatorischer Maßnahmen zur Vermeidung gesundheitlicher Folgen des Klimawandels – UV-Belastung

6.6	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Bebauung, bautechnische Maßnahmen und Bepflanzung die einzeln und in Kombination eine effektive Reduzierung hoher UV-Strahlungsbelastungen ermöglichen, sollen verstärkt in Klimaanpassungsstrategien von Bund, Ländern und Kommunen integriert sein. Insbesondere bei Flächen mit hohem Rückstrahlvermögen soll eine gute Verschattung und ggf. Überdachungen mit Verschattungselementen gewährleistet sein. Durch informierte Planung der Tagesabläufe in Kindergärten und Schulen sowie Arbeitsplanung sollen UV-Strahlungsbelastungen reduziert werden.	
	Starker Konsens	

Verschattung durch Bebauung/baulich-technische Maßnahmen

Bebauungen sind allgemein in der Lage, Schatten zu spenden. Wichtige Parameter sind die Größe bzw. Höhe von Gebäuden sowie ihre Ausrichtung, Anordnung und Ausführung. Hierbei sollte allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass Gebäudeschatten als extrem ineffizient gelten, wie eine Studie ergeben hat, die an touristischen Orten in Paris durchgeführt wurde [634]. Demnach gibt es den am wenigsten effizienten Gebäudeschatten auf großen Plätzen, was auf einen hohen Anteil an diffuser UV-Strahlung zurückgeführt wird, der auf solchen Plätzen höher ist als auf Straßen und in Parks. Auch von Oberflächen reflektierte UV-Strahlung kann dazu beitragen. [635] gibt an, dass eine weiße Hausfarbe bis zu 22 % UV-Strahlung zurückwerfen kann, wohingegen eine asphaltierte Straße nur 4 % bis 9 % zurückwirft, je nach Alter und Farbe.

Der Aufenthalt im Schatten von Gebäuden allein kann also keinen ausreichenden Schutz bieten. Es gibt aber noch weitere baulich-technische Maßnahmen, die Schatten spenden [636]. Diese lassen sich unterteilen in:

- Permanente Systeme
- Temporäre Systeme
- Anpassbare Systeme
- Spannungsmembranstrukturen und Sonnensegel
- Vorgefertigte Schattenkonstruktionen

Zu den permanenten Systemen zählen stabile, überdachte Bauten bzw. Dachkonstruktionen, die für eine Dauer von mind. 10 Jahre errichtet werden. Beispiele hierfür sind Carport-ähnliche Überdachungen, Pavillons auf Spielplätzen oder überdachte Fußgängerbrücken. Temporäre Systeme wie Zelte, Marquisen und leichte Sonnensegel sind hingegen leicht auf- und abbaubar und damit gut geeignet, wenn nur gelegentlich Schatten an bestimmten Orten oder zeitweise an verschiedenen Orten gleichzeitig benötigt wird oder wenn permanente Systeme aufgrund von Aktivitäten, die an dem Standort stattfinden, ungeeignet sind. Anpassbare Systeme schließen hier eine Lücke.

Spannungsmembranstrukturen und Sonnensegel können sowohl als Permanent- als auch Temporärlösungen errichtet werden. Sie werden gern eingesetzt, weil sie gestalterisch vielfältig sind, nur wenige Stützstrukturen brauchen und gerade auch große Flächen wie Spielplätze und Schwimmbecken, aber auch Einkaufsstraßen/Fußgängerzonen filigran überspannen können.

Da es ganz verschiedene Raumtypen gibt und gern Wert auf eine architektonisch besondere Bauweise gelegt wird, kommen oft maßgeschneiderte Lösungen zum Einsatz. Es gibt auch vorgefertigte Schattenkonstruktionen, bei denen der gestalterische Spielraum zwar geringer ist, aber dafür auch die Kosten. So können bei vergleichsweise überschaubarem Budget schattenspendende Maßnahmen ergriffen werden.

Zu beachten ist bei allen baulich-technischen Maßnahmen, dass nicht jede Konstruktion bzw. jedes Material einen hohen Schutz vor UV-Strahlung aufweist. Bei textilen Lösungen kommt es darauf an, wie engmaschig und dick das Material ist, welche Farbe es hat und in welchem Zustand (alt / neu, nass / trocken, locker / überspannt) es ist. Je engmaschiger und schwerer das Material, desto höher die Anforderungen an die tragende Struktur. Großmaschige Materialien erlauben eine bessere Luftzirkulation, lassen aber auch einen höheren Anteil an direkter UV-Strahlung hindurch. Helle Materialien erhitzen nicht so stark wie dunkle, streuen und reflektieren aber die Strahlung stärker. Es gilt also einen Kompromiss bei der Auswahl der Materialien zu finden, der dem Zweck gerecht wird.

Reduzierung der Albedo im gebauten Raum und Freiraum

Neben Hauswänden und Straßen haben auch alle anderen relevanten Flächen in Kommunen ein spezifisches Rückstrahlvermögen (Albedo). Der Untersuchung von Sliney et al. [635] ist zu entnehmen, dass besonders Gras eine niedrige Albedo hat. Ein hoher Schutz vor UV-Strahlung kann also dort hergestellt werden, wo bauliche oder natürliche Verschattung sowie grasbewachsende Flächen gleichermaßen vorhanden sind. Das kann auch ein Argument für mehr Dach- und Fassadenbegrünung sein. Die reflektierende Wirkung dieser Flächen wird durch Pflanzenbewuchs verringert. Gleichzeitig wird ein Kühlungseffekt erzielt, wodurch die Aufheizung von Dach- und Wandflächen verhindert sowie dem Hitzeinseleffekt von Städten entgegenwirkt wird. Der durch Gründächer gewonnene nutzbare Freiraum ist durch die Absorptionsleistung des Bewuchses besser für den Aufenthalt im Freien geeignet als bspw. mit hellen Platten ausgelegte Plätze.

Spielplätze mit hohem Anteil an Sandfläche, bei denen der Reflexionsanteil bis zu 18 % betragen kann, erfordern unbedingt eine gute Verschattung und ggf. Überdachungen mit Verschattungselementen. Sie werden gerade von den Kleinsten, die besonders zu schützen sind, zum Spielen aufgesucht und sind deshalb besonders mit Schutzmaßnahmen auszustatten.

6.7	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	In Anbetracht des voranschreitenden Klimawandels sollte bei der Neuanlage oder Umgestaltung von Plätzen (auch Schulhöfen und Kindergärten) oder des Straßenraums auf Oberflächen mit möglichst geringer Albedo zurückgegriffen werden. Zur Reduzierung der Albedo und zum Zwecke der Verschattung soll in Siedlungsgebieten der überwiegende Teil aller nicht überbauten Flächen begrünt werden.	
	Starker Konsens	

Zur Begrünung von nicht überbauten Flächen sind Gräser besonders geeignet. Bei der Anlage entsprechender Flächen kann auf die Flächenversieglung verzichtet werden. Sie können damit als Retentionsflächen für Starkniederschläge dienen und somit einen weiteren Beitrag zur Klimaanpassung leisten.

Verschattung durch Bepflanzung

Bepflanzung (Bäume, Begrünung) bietet eine Vielzahl positiver Effekte und kann, bezogen auf den Schutz vor UV-Strahlung, zur Ausbildung sehr effizienter Strukturen in Stadt und Land genutzt werden.

Bäume sind in mehrfacher Hinsicht wertvoll bei der Anpassung an den Klimawandel. Sie spenden nicht nur Schatten in Abhängigkeit von der Dichte ihres Blätterwerkes und der Größe ihrer Baumkrone sowie ihrem Abstand zum Boden [637], sondern können ihre Umgebung durch Evapotranspiration kühlen.

Der UV-Schutzfaktor von Bäumen wurde in verschiedenen Studien unterschiedlich bewertet und liegt in Abhängigkeit verschiedener Faktoren zwischen 2 und 20 [637]. In einer Studie zur Reduzierung der UV-Strahlung durch Stadtbäume, in der 440 Exemplare aus 52 Gattungen systematisch gemessenen wurden, um die Reduzierung von UV-A- und UV-B-Strahlung zu quantifizieren, wurde gezeigt, dass die Baumkronen die UV-Strahlung um bis zu 96,5 % reduzierten [638]. Laut dieser Studie, die Kriterien für die Planung neuer Baumpflanzungen identifiziert und Anhaltspunkte für eine gezieltere Baumauswahl liefert, sorgen gesunde Bäume mit geringer Kronenöffnung, runde Kronen und herzförmige Blätter im Allgemeinen für eine stärkere UV-Reduktion,

Eine dichtere Anordnung mehrerer Bäume zu Baumgruppen bietet meist mehr Schutz als einzelne Bäume. Aufgrund dieser Schwankungen ist Baumschatten keine stabile Größe und sollte nur in Kombination mit individuellen Vorkehrungen genutzt werden [639]. Für die Stadt- und Landschaftsplanung heißt das bei der Schaffung grüner Infrastrukturen allerdings, verstärkt auf Bäume mit einem besonders hohen Schutzfaktor zu setzen. Als Gestaltungselemente und Schattenspender sind Bäume gesellschaftlich anerkannt und leichter zu integrieren als bauliche Strukturen.

Im Verbund mit anderen Bäumen und gegebenenfalls in Kombination mit Gewässern können Baumstandorte als Kalt- bzw. Frischluftentstehungszonen fungieren bei ansprechender Gestaltung laden solche Zonen an heißen Tagen mit hoher Strahlungsintensität zum Aufenthalt ein. Buller et al. [633] haben gezeigt, dass kühle Schattenplätze gern angenommen werden. Wer im Schatten der Bäume läuft, setzt sich weniger UV-Strahlung aus.

Organisatorische Maßnahmen

Knieling et al. [640] zufolge erfordert Klimaanpassung eine Bewältigung der damit verbundenen Aufgaben entlang der folgenden Kategorien:

- Sektor-übergreifende Aufgabe
- Ebenen-übergreifende Aufgaben
- intermediäres Handlungsfeld
- grenzüberschreitende Anforderungen
- langfristige Orientierung
- Planung unter Unsicherheit
- Paradigmenwechsel im Hochwasserschutz

Der Schutz vor UV-Strahlung kommt in diesem Bericht noch nicht vor, kann und sollte aber – als eine Aufgabe zur Begegnung der Folgen des Klimawandels – aufgenommen werden. Er berührt mehrere Sektoren (bspw. Gesundheit, Wasserwirtschaft und Hochwasserschutz, Städtebau, Grünflächen und Landschaftsplanung) und Ebenen (lokal und regional) und bedarf deshalb einer Ebene, die in der Lage ist, zwischen den verschiedenen Zuständigkeitsbereichen zu vermitteln und das Thema angemessen zu vertreten sowie Maßnahmen umzusetzen und sich dabei eines breiten Mix‘ aus verschiedenen formellen und informellen Instrumenten zu bedienen.

Unter organisatorischen Maßnahmen subsummieren sich auch alle organisatorischen Vorgänge zur Reduzierung hoher UV- und Hitzebelastungen im Tagesablauf für jeden Einzelnen. Wie im Grundsatzpapier des UV-Schutz-Bündnis [532] ausgeführt, sollen Tagesabläufe bzw. die Arbeitsorganisation in den Lebenswelten der Menschen derart gestaltet werden, dass belastender UV-Strahlung aus dem Weg gegangen werden kann. Dies ist auch im Bereich Arbeitsschutz notwendig. Wie in Kapitel 7.1 beschrieben, zeigt sich deutlich, dass diejenigen, die im Freien arbeiten, durch ihre Tätigkeit ein höheres Hautkrebsrisiko haben als die übrige Bevölkerung. Seit dem 01. Januar 2015 können Plattenepithelkarzinome und ihre Vorstufen, die multiplen, aktinischen Keratosen, als BK unter der Ziffer BK5103 anerkannt werden (siehe Kapitel 7.4). Laut der DGUV [641] sollen Arbeitgeber die Prüfung geeigneter Sonnenschutzmaßnahmen in die Gefährdungsbeurteilung aufnehmen, vor allem für Beschäftigte, die regelmäßig länger als eine Viertelstunde direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Die Rangfolge der Schutzmaßnahmen gegen solare UV-Strahlung soll dabei dem klassischen Präventionsprinzip „TOP“ folgen:

1. (T) technische Maßnahmen (Abschattung).
2. (O) organisatorische Maßnahmen (Regelung von Aufenthaltszeiten unter der Sonne)
3. (P) persönliche Maßnahmen (Kleidung, Sonnenbrille, etc.).

Organisatorische Schutzmaßnahmen sind laut DGUV Maßnahmen wie Arbeitsplanung, Arbeitsbeginn, Tätigkeitswechsel, rotierende Arbeitsaufgaben, Schichtplanung, oder Pausengestaltung, die in der Unterweisung des Arbeitgebers den Arbeitnehmern zu vermitteln sind. Wenn die Arbeitsaufgabe es zulässt, sollten um die Mittagszeit die Tätigkeiten bevorzugt im Innenraum erfolgen. Durch geschickte Arbeitsplanung soll die Tagesexposition reduziert werden. Wichtig ist natürlich auch, während der Arbeitspausen den Schatten aufzusuchen. Diese Aussagen sind für alle versicherten

Mitglieder der DGUV und der kommunalen Unfallversicherungen gültig, also auch für Kinder und Jugendliche in Kindergarten und Schule.

6.3.3 Auf dem Weg zur UV-Schutz optimierten Kommune

6.8	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	UV-Schutz soll als Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahme konsequent in Städten und Gemeinden eingeführt werden. Diesbezüglich notwendige rechtliche Vorgaben und normative Standards sollen erarbeitet bzw. bestehende Vorgaben entsprechend erweitert und Förderprogramme zur Optimierung des UV-Schutzes von Kommunen aufgelegt werden.	
	Starker Konsens	

UV-Schutz als Argumentationsstrang und Leitziel kann Kommunen dabei unterstützen, Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung konsequent umzusetzen. Das einzudämmende Problem Hautkrebs ist weniger abstrakt als das Konzept des Klimawandels und kann damit besser in der Öffentlichkeit kommuniziert werden. Mit Leitfäden zur UV-Schutz-Optimierung und Kopplung von Maßnahmen des UV-Schutzes mit Maßnahmen zu Klimaschutz und -anpassung kann die Wissenschaft Politik und Verwaltung bei der Umsetzung geeigneter Maßnahmen unterstützen.

Gesetze und Regularien unterstützen die Kommunen bei der weitgehend flächendeckenden Umsetzung geeigneter Maßnahmen, weil sie Rechtssicherheit schaffen. Zudem brauchen Kommunen Förderprogramme, die es ermöglichen, hochwertige Maßnahmen im öffentlichen Raum und bei öffentlichen Einrichtungen umzusetzen.

Um das Ziel des weitgehenden Schutzes der Menschen vor ungewollter UV-Exposition zu erreichen, ist, wie in Kapitel 6.3.2 ausgeführt, eine konsequente Straßenraumbegrünung und Verschattung von Plätzen mit Bäumen anzustreben, die bestenfalls auch Anforderungen des dezentralen Regenwassermanagements berücksichtigen. Als Bodenbeläge sind mindestens dunkle / wenig reflektierende Materialen vorzusehen. Hier ist anzumerken, dass in der Praxis derzeit eher auf reflektierende Bodenbeläge gesetzt wird, um eine zu hohe Aufheizung zu vermeiden. Das ist nachvollziehbar, weswegen solche Beläge gleichzeitig der Verschattung bedürfen. Vorzugsweise sollte jedoch ohnehin weitestgehend auf Bodenversieglung verzichtet und Grasflächen, auch als Straßenbegleitgrün und Gestaltungselement auf Plätzen, eingesetzt werden. Auch hier bietet sich wieder die Kombination mit Regenwasserbewirtschaftung an, weil solche Flächen, als Retentionsflächen angelegt, einen weiteren klimawandelbezogenen Zweck erfüllen. Ähnliches gilt auch für Spielplätze, Schulhöfe und Freizeitstätten.

Oftmals kann allerdings, gerade bei größeren Arealen, mit Bepflanzungen kein ausreichender Schutz geboten werden. In diesen Fällen können die vorgestellten baulichen Maßnahmen (siehe Kapitel 6.3.2) zur Verschattung helfen. Zukünftig sollte sichergestellt werden, dass alle Schulen, Kindergärten, Spielplätze und Freizeiteinrichtungen wie Sportplätze, Freibäder usw. über einen ausreichenden, an die Nutzungszwecke der Anlagen angepassten Sonnenschutz verfügen. Was als ausreichend bezeichnet werden kann, ist noch zu definieren und kontinuierlich anzupassen.

Über eine Überdachung von Rad- und Fußwegen könnte zukünftig stärker nachgedacht werden. Gerade Verbindungsstrecken in und aus Zentren, die durch überwiegend offene und damit ungeschützte Landschaft führen, könnten hierfür in Frage kommen. Nicht nur, dass die Dächer vor Sonnenstrahlung schützen, die Überdachungen könnten auch bei Regen und Schnee das Radfahren attraktiv halten und damit einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Um die Effizienz der Anlage weiter zu steigern, können sie mit Photovoltaik-Anlagen bestückt und zur Herstellung von Ökostrom verwendet werden. Auch Überführungen sowie Fußgänger- und Radfahrerbrücken könnten so geschützt und genutzt werden.

In der Regel ist eine sachgerechte Verknüpfung von technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen für einen wirkungsvollen Schutz vor saisonaler Hitze und natürlicher UV-Strahlung erforderlich.

Forschungsbedarf

Das Thema Hautkrebsprävention durch stadtplanerische und städtebauliche Maßnahmen spielt in der Planungspraxis in Deutschland bislang noch eine recht geringe Rolle. Es gilt daher, wirksame Maßnahmen zu definieren und die Voraussetzungen für deren Anwendung – auch in Kombination mit bereits vorhandenen Planungsansätzen - zu schaffen. Es ist bekannt, dass Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung der UV-Belastung Synergieeffekte mit sich bringen, die auch mit einer Reduktion der Hitzebelastung einhergehen. Daher ist zunächst zu eruieren, in welchen Teilräumen und Strukturen zu reduzierende UV-Strahlungs- Belastungen auftreten. Des Weiteren ist zu klären, welche städtebaulichen Strukturen und welche Formen der Bepflanzung unter welchen Voraussetzungen in unterschiedlichen Settings am besten geeignet sind, UV-Strahlung zu minimieren. Da nicht jede Form der Verschattung oder Oberflächengestaltung zu jedem Teilraum passt oder erwünscht ist, ist die Frage zu klären, welche baulich-technischen Maßnahmen und welche Bepflanzungsformen sich am besten in Kommunen integrieren lassen. Hierzu gilt es, den UV-Schutzfaktor zu bestimmen, aber auch den Aufwand, die Kosten, das Design und die Akzeptanz unterschiedlicher Akteure zu eruieren. Vor allem die Frage der Akzeptanz für verschiedene Formen des verhältnisbezogenen UV-Schutzes durch die Bevölkerung, aber auch durch Politik und entscheidende Instanzen, ist ein wichtiges Forschungsfeld. Für die notwendige Planungserforderlichkeit und -sicherheit ist darüber hinaus zu untersuchen, ob und, wenn ja, welche Gesetze und Regularien geschaffen bzw. angepasst werden müssen, wie sich das Themenfeld „städtebaubezogener UV- Schutz“ in die Aufgaben und Entscheidungen lokaler Ämter und Behörden integrieren lässt und wie bisher, ggf. auch in Ländern mit mehr Erfahrung, die Handhabung und Routinen in diesem Themenfeld sind.

7 Berufsbedingter Hautkrebs

Aktualisierung 2025 durch AG Berufsbedingter Hautkrebs

7.1	Evidenzbasierte Empfehlung	neu 2026
Empfehlungsgrad **A**	Die arbeitsbezogene UV-Exposition beeinflusst das Hautkrebsrisiko (insbesondere NMSC). Maßnahmen zur Reduktion der arbeitsbezogenen UV-Exposition sollen daher umgesetzt werden.	
Evidenzlevel **2 - 3** Oxford 2011	2: Narrative Synthese für den Endpunkt: Melanommortalität 3: Metaanalyse für den Endpunkt: Melanominzidenz, Metaanalyse für den Endpunkt: NMSC-Inzidenz, 1 Fall-Kontroll-Studie für den Endpunkt: NMSC-Mortalität [56]	
	Starker Konsens	

Viele Erwerbstätige arbeiten im Freien / in Außenbereichen und sind damit neben ihrer Freizeitgestaltung auch im Beruf der UV-Strahlung ausgesetzt.

Die im Rahmen der 2. Aktualisierung der Leitlinie durchgeführte systematische Recherche zur Fragestellung „Welchen Einfluss hat die Exposition mit natürlicher UV-Strahlung auf das Risiko von Hautkrebs und dessen Vorstufen?“ (siehe Kapitel 4.3.2.1) belegt unter Einschluss von drei systematischen Reviews den Zusammenhang der UV-Exposition mit Hautkrebs. Dabei wird auch deutlich, dass die langjährige und auch die in der aktiven Arbeitszeit erworbene UV-Strahlungsbelastung mit dem Hautkrebsrisiko assoziiert ist und die im Berufsleben erworbene UV-Strahlungsbelastung das individuelle Morbiditätsrisiko auf Hautkrebs erhöht [56].

Der systematische Review, der in Zusammenarbeit von WHO (World Health Organization) und ILO (International Labour Organization) entstand [56], untersuchte die Assoziation zwischen arbeitsbezogener UV-Exposition und der Inzidenz von, sowie Mortalität bei malignen Melanomen und nicht melanozytärem Hautkrebs (NMSC). Eingeschlossen wurden 53 Primärstudien aus 26 Ländern und 3 WHO-Regionen, wobei die häufigsten Arbeitskontexte Landwirtschaft, Fischerei sowie Bauindustrie waren. In den Metaanalysen der Fall-Kontroll-Studien zeigte sich ein erhöhtes relatives Risiko für die Melanominzidenz von 1,45 bei jeglicher oder hoher arbeitsbezogener UV-Exposition im Vergleich zu geringer oder keiner Exposition. In einer Sensitivitätsanalyse, in der Lentigo maligna Melanom nicht als Fall definiert wurde, sank das relative Risiko auf 0,69. Insgesamt ergab das Pooling aller Studien ein nicht signifikantes Ergebnis (RR 1,16), begleitet von einer hohen klinischen Heterogenität (I2 81%). Die Evidenzstärke für den Endpunkt Melanominzidenz wurde als „limited evidence for harmfulness“ bewertet. Für die NMSC-Inzidenz ergaben Fall-Kontroll-Analysen ein erhöhtes Risiko von RR 1,60, Subgruppen zum Basalzellkarzinom (RR 1,50) und Plattenepithelkarzinom (RR 2,43) stellen Unterschied hinsichtlich dieser beiden Entitäten fest. Die Evidenzstärke dieser Ergebnisse wurde als „sufficient evidence of harmfulness“ bewertet. Sowohl in Bezug auf die Melanom- als auch NMSC-Mortalität lassen sich keine gesicherten Effekte darstellen (weitere Informationen siehe Leitlinienreport).

Aufgrund des Zusammenhangs der berufsbedingten gesteigerten UV-Exposition und des Hautkrebsgeschehens wurden multiple aktinische Keratosen (Als multipel gelten aktinische Keratosen > 5/Jahr einzeln oder konfluierend zu einer Fläche > 4cm2) sowie das Plattenepithelkarzinom (inklusive des Bowenkarzinoms) vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) mit Wirkung vom 01.01.2015 als BK Nummer 5103 in die Anlage 1 der Berufskrankheiten-Verordnung (BKV), die sog. „Berufskrankheitenliste“, aufgenommen. Die BK-Nr. 5103 wird durch die Erkenntnis begründet, dass es zu einer Verdopplung der Hautkrebsrate (Plattenepithelkarzinomen oder multiple aktinische Keratosen) kommt, wenn neben der privaten (nicht versicherten) natürlichen UV-Exposition zusätzlich eine 40% berufliche (versicherte) UV-Exposition hinzukommt. Dies entspricht etwa 30% der Lebenszeitbestrahlung. Wird diese Schwelle überschritten, kann die Erkrankung aus Sicht der Expositionserfassung als BK anerkannt werden (weitere Informationen zum Thema BK s. DGUV Begutachtungsempfehlung „Bamberger Empfehlung“ [642].

7.1 Status Quo Outdoorworker

7.1.1 Anzahl Outdoor Worker in Deutschland

In Deutschland sind nach Auskunft der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2,4 Millionen Beschäftigte im Freien tätig. Diese Zahlen beruhen aber auf der Annahme, dass Outdoor-Worker Personen sind, die mindestens 60% (andere Quellen: 75%) ihrer Zeit im Freien beschäftigt sind.

Studien des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) mit dem Messsystem GENESIS-UV legen aber nahe, dass der Begriff des Outdoor-Workers, besser: Beschäftigten im Freien, neu definiert werden sollte [643]. Da die Definition des Beschäftigten im Freien bis dato eher willkürlichen Charakter hatte, ist es zielführender, konkrete Anhaltspunkte für diese Definition heranzuziehen. Bislang ist noch kein rechtsgültiger Expositionsgrenzwert zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch natürliche UV-Strahlung definiert worden, weder national, noch international, sodass der Regelwert aus der Zweiten Verordnung zur Änderung der ArbMedVV herangezogen werden muss. Dieser besagt, dass alle Beschäftigten, die mehr als eine Stunde pro Tag mit intensiver Belastung durch natürliche UV-Strahlung im Freien tätig sind, unter die Angebotsvorsorge fallen (siehe Kapitel 7.4). Dementsprechend sollte ein Beschäftigter im Freien als Person definiert werden, die mehr als eine Stunde pro Tag im Freien tätig ist.

Wendet man diese Definition auf die mit GENESIS-UV gewonnenen Daten und die Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit an [644], dann kann man abschätzen, wie viele Beschäftigte im Freien es in Deutschland gibt. Laut Wittlich et al. [644] lässt sich bei Unterscheidung verschiedener Berufsgruppen von insgesamt 7,2 Millionen Außenarbeitenden ausgehen, was 16 Prozent der insgesamt 45 Millionen Beschäftigten entspricht. Eine Aufschlüsselung verschiedener Berufsgruppen ist in Wittlich et al. [644] zu finden.

Diese Abschätzung ist insofern konservativ, als Berufsgruppen oder -untergruppen nur dann mitgezählt wurden, wenn davon ausgegangen werden konnte, dass der größte Anteil der dort Beschäftigten unter die Definition des Beschäftigten im Freien entfiel. Beispielgebend soll die Lagerwirtschaft genannt werden. Aus den Messungen des IFA kann abgeleitet werden, dass insbesondere Lagerarbeiter im Tank- oder Außenlager, sowie Verlader unter die Definition des Beschäftigten im Freien fallen. Da aber davon auszugehen ist, dass Lagerwirtschaft größtenteils innerhalb von Hallen stattfindet, wurde diese Berufsgruppe nicht in die Zählung mit einbezogen.

Gesamtbetrachtend kann nicht ausgeschlossen werden, dass die tatsächliche Anzahl der Beschäftigten im Freien in Deutschland höher als die oben angegebene Zahl ist [645]. Es fehlte bisher eine wissenschaftlich einheitliche Basis für die in diesem Kapitel beschriebene Fragestellung, welche Arbeitszeit im Freien für die Beurteilung der „Tätigkeit im Freien“ in Verbindung mit den Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) 13.3 anzusetzen ist. Hier können personendosimetrische Messungen Aufschluss geben.

7.1.2 Höhe der zusätzlichen berufsbedingten UV-Belastung der einzelnen Berufsgruppen

Die Messung der Exposition gegenüber solarer UV-Strahlung wurde schon von einigen Forschergruppen weltweit durchgeführt. Oftmals stand dabei die Bestrahlung

während Freizeitaktivitäten im Vordergrund, mit der Bestrahlung während beruflicher Tätigkeiten haben sich nur relativ wenige Arbeitsgruppen beschäftigt.

Im Laufe der Jahre hat sich zudem die verwendete Messtechnik grundlegend verändert. Zu Beginn der Forschungen wurden hauptsächlich Polysulfonfilm-Dosimeter verwendet (siehe z. B. [646]; [647]; [648]; . Bei aktuellen Studien kommen vermehrt elektronische Datenlogger-Dosimeter zum Einsatz, deren Vorteil eine Zeitauflösung der Messungen ist [649], [650]; [651]. Teilweise werden Dosimeter mit biologischen Sporen verwendet [652]; [653].

Die Messungen mit GENESIS-UV des IFA wurden mit einem neuen Typ von elektronischen Datenloggerdosimetern durchgeführt, welches die zu messenden UV-Bestrahlungen mit Beschleunigungssensordaten in Verbindung bringt. Resultat ist eine hohe Verlässlichkeit der Daten. Auch in internationalen Studien wurde das GENESIS-UV-Messsystem bereits eingesetzt [654]; [655].

In Deutschland wurden bislang zwei Studien mit größerem Zusammenhang durchgeführt, welche die Exposition im beruflichen Umfeld zum Inhalt haben. Während Knuschke et al. [618] im Großraum Dresden einige Berufsgruppen mit Polysulfonfilm über eine längere Zeit begleiteten, konnten Wittlich et al. [643] mit GENESIS-UV deutschlandweit Messungen mit elektronischen Datenloggerdosimetern durchführen. Dabei konnten 95 Berufe mit 172 Teiltätigkeitsgruppen und 646 Teiltätigkeiten untersucht und bewertet werden. Zu jedem Beruf, jeder Teiltätigkeitsgruppe oder Teiltätigkeit liegen monatliche Tagesmittelwerte in verschiedener Ausprägung vor, zudem Jahresextrapolationen. Eine solche Ressource ist nicht mehr in Papierform handhabbar, daher hat das IFA eine öffentlich zugängliche Online-Datenbank geschaffen (https://genesisauswertung.ifa.dguv.de).

Für jede der relevanten Hauptgruppen lässt sich beispielgebend ein Jahresexpositionswert eines darin subsummierten Berufs finden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die hier aufgeführten Standard Erythem-Dosen (SED), zusätzlich zur jeweiligen Freizeitexposition akquiriert werden. Das IFA führte zur Ermittlung der durchschnittlichen jährlichen außerberuflichen Exposition mit dem GENESIS-UV-Messsystem ein weiteres Messprojekt durch, in dessen Rahmen die UV-Exposition für verschiedene Freizeitaktivitäten erfasst wurde. Der anhand dieser Messwerte ermittelte Wert für die durchschnittliche jährliche außerberufliche Exposition beläuft sich nach aktuellen Auswertungen auf ca. 220 SED bis 230 SED.

Tabelle 21: Arbeitsbedingt erworbene UV-Strahlungsbelastungen ausgewählter Fachdisziplinen (Stand:2025)

Haupt-gruppe (HG)	Bezeichnung	Beruf	Jahres-bestrahlung in SED* (Standard Erythe-men-Dosis, 1 SED entspricht 100J/m²)
11	Land-, Tier-, Forstwirt-schaftsberufe	Landwirte	244
12	Gartenbauberufe, Floristik	Gärtner, allgemein	362
21	Rohstoffgewinnung, Glas-, Keramikverarbeitung	Sprengmeister (außer Schieß-hauer)	355
22	Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	Holzaufbereiter	441
24	Metallerzeugung, -bearbei-tung, Metallbau	Stahlbaumonteur	428
26	Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	Servicetechniker Windenergie-anlagen	509
31	Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	Vermessungstechniker	239
32	Hoch- und Tiefbauberufe	Maurer	504
33	(Innen-)Ausbauberufe	Stuckateure, Gipser, Verputzer	204
34	Gebäude- u. versorgungs-technische Berufe	Fachkraft für Abwassertechnik	242
51	Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführ.)	Zusteller	309
52	Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	Berufskraftfahrer Güterverkehr	195
83	Erziehung. Soz., hauswirt. Berufe, Theologie	Erzieher	99
84	Lehrende und ausbildende Berufe	Sportlehrer	154

*Die hier aufgeführten SED sind ausschließlich der beruflichen Tätigkeit zuzuschreiben. Pro Person kommen demnach noch durchschnittlich 130 SED Jahresbestrahlung durch Freizeitgestaltung etc. hinzu.

7.2	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Sind Beschäftigte im Freien arbeitsbedingt einer regelmäßigen UV-Strahlung ausgesetzt, sollen gezielte technische, organisatorische und personenbezogene Schutz- und Präventionsmaßnahmen im Arbeitsalltag integriert werden	
	Starker Konsens	

Forschungsbedarf

Die vom Institut für Arbeitsschutz der DGUV angestrengten Messungen der UV-Bestrahlung bei Beschäftigten müssen im Verlauf der Jahre aktuell gehalten werden. Neu auftretende oder sich verändernde Tätigkeitsprofile von Beschäftigungen führen zu anderen Werten der Bestrahlung. Dementsprechend sind die Erkenntnisse einer steten Änderung unterworfen, die im Rahmen von Forschung beobachtet werden muss.

7.2 Maßnahmen der Verhaltens- und Verhältnisprävention für Beschäftigte im Freien

Im Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [656] sind die Grundpflichten des Arbeitgebers über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit festgelegt. Dabei gilt es eine Rangfolge der zu ergreifenden Maßnahmen einzuhalten.

Verhältnispräventive Maßnahmen, d.h. organisatorische und technische Schutzmaßnahmen sind verhaltenspräventiven sowie personenbezogenen Maßnahmen, überzuordnen. Man spricht dabei von der Hierarchie des TOP-Prinzips:

1. Technische,
2. Organisatorische,
3. Personenbezogene Schutzmaßnahmen [657]

Sie sind in der Gefährdungsbeurteilung festzuhalten. Grundlage der folgenden Empfehlungen sind 04/2019 durchgeführte systematische Recherchen in den Datenbanken Medline (Pubmed), Cochrane Library und PsycInfo zur Fragestellung „Welche Maßnahmen der Verhaltens- und Verhältnisprävention gibt es für Outdoor Worker, bzw. sind für diese effektiv um das Hautkrebsrisiko zu reduzieren?“. Insgesamt konnten sieben Primärstudien inkludiert werden (ein systematisches Review und RCTs) (weitere Details siehe Leitlinienreport).

7.3	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	Technische Maßnahme: Arbeitsplätze und Orte der Pausen sollen einen Aufenthalt im Schatten bieten.	
Evidenzlevel **1-** SIGN	[658]	
	Konsens	

Ruppert et al. [658] führten eine randomisierte Studie zu Hautkrebspräventionsmaßnahmen mit deutschen Berufsschülern, die an Outdoor-Plätzen beschäftigt sind, durch. Es erfolgte eine randomisierte Zuteilung der sechs teilnehmenden Berufsschulen mit insgesamt 245 Teilnehmern in drei Gruppen (zwei Interventionsgruppen und eine Kontrollgruppe). Die erste Interventionsgruppe erhielt einen 30-minütigen Vortrag mit dem Schwerpunkt des betrieblichen Sonnenschutzes, während der zweiten Interventionsgruppe ein durch das Bundesamt für Strahlenschutz erstelltes 3-minütiges Video mit umfassenden Informationen zur UV-Strahlung und zum Sonnenschutz vorgespielt wurde. Die Kontrollgruppe erhielt keine Intervention.

In der ersten Interventionsgruppe konnte eine positive Assoziation zur Durchführung von Arbeitspausen im Schatten ($p < 0,05$) festgestellt werden. Des Weiteren suchte

die erste Interventionsgruppe in den Pausen eher Schatten auf als die zweite Interventionsgruppe sowie die Kontrollgruppe (Phi: 0,24). Die Analyse bestätigte zudem, dass die Bereitstellung von beschatteten Arbeitsplätzen die Bereitschaft zum Arbeiten im Schatten langfristig um das 4-fache erhöht (OR: 4,63, 95% CI: 1,00; 21,51).

7.4	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	Organisatorische Maßnahme: Beschäftigte im Freien sollen über UV-Strahlung und die damit verbundenen Gesundheitsrisiken sowie abzuleitenden Schutzmaßnahmen informiert werden.	
Evidenzlevel **1+, 1-** SIGN	[659], [660], [661], [662], [658], [504]	
	Starker Konsens	

Kearney et al. [661] führten ein Systematisches Review zum Sonnenschutz unter Farmern und Farmarbeitern durch. In das Review wurden insgesamt 22 Studien eingeschlossen. Zwei dieser eingeschlossenen Studien führten Interventionen mit dem Ziel des Wechsels zu einer geeigneten Kopfbedeckung durch, beispielsweise durch Kombination aus Informationen und Handlung beziehungsweise Ermutigung. 25% der Teilnehmer der Interventionsgruppe aus Studie eins wechselten in Folge dessen von einer Baseballkappe zu einem Hut mit breiter Kante [663]. In Studie zwei trugen nach erfolgter Intervention ebenfalls mehr Teilnehmer Hüte mit breiter Kante sowie protektive Kleidung als vorher ($p = 0,01$) [664]. Eine andere Studie intervenierte durch ein 6-monatiges Informationsprogramm zum Sonnenschutz sowie zur (Früh-) Erkennung und stellte Kopfbedeckungen zur Verfügung. Die Interventionsgruppe wies nach dem Programm ein erhöhtes Sonnenschutzverhalten auf ($p < 0,01$) [665]. Eine weitere Studie führte ein kommunales, Sonnenschutz förderndes Programm durch. Nach Abschluss des Programms wies die Interventionsgruppe ein erhöhtes Sonnenschutzverhalten und eine höhere Anzahl von Arztbesuchen zur Früherkennung und Behaldung auf als noch vor Beginn des Programms [666].

In einer randomisierten kontrollierten Studie von Mayer et al. [662] mit dem Ziel der Förderung des Sonnenschutzes unter Briefträgern des United-States-Postal-Service (USPS) wurden 70 Poststationen mit insgesamt 2.662 Teilnehmern eingeschlossen. In den Analysen berücksichtigt wurden 1.183 Teilnehmer in der Interventionsgruppe sowie 1.318 Teilnehmer in der Kontrollgruppe. Die Teilnehmer waren durchschnittlich 43 Jahre alt (SD = 8,6), arbeiteten durchschnittlich 3,9 Stunden am Tag draußen (SD = 1,9) und 77% von ihnen wiesen den Hauttyp III oder IV auf. Über den Verlauf der Studie hinweg erhielten die Teilnehmer Fragebögen zum Thema Sonnenschutzverhalten. Des Weiteren wurden sie beobachtet und die Hautfarbe der Teilnehmer wurde gemessen. Follow-ups erfolgten nach drei Monaten, nach einem sowie nach zwei Jahren. Die Intervention erfolgte im Rahmen des Projektes SUNWISE auf Basis eines ökologischen Verhaltensmodells und einer sozialen Lerntheorie. Auf der Verhältnisebene wurden Sonnenschutzhüte und Sonnencreme mit dem Sun Protection Factor 30 zur Verfügung gestellt sowie visuelle Hinweise zur Durchführung von Sonnenschutzmaßnahmen mithilfe von Postern, Wasserflaschen, Schlüsselanhängern, Mousepads und

Magneten. Auf der Verhaltensebene gab es insgesamt sechs Lehrveranstaltungen mit je einer Dauer von fünf bis zehn Minuten über die zwei Jahre hinweg mit zugeschnittenen Botschaften über Sonnenschutzmaßnahmen und Expositionsverhalten. In der Interventionsgruppe benutzten zu Beginn der Studie 27,3% immer einen Sonnenschutzhut. Nach drei Monaten waren es 42,7%, nach einem Jahr 41,1% und nach zwei Jahren 40,0%. In der Kontrollgruppe benutzten zu Beginn 21,0% immer einen Sonnenschutzhut, nach drei Monaten 21,4%, nach einem Jahr 24,0% und nach zwei Jahren 22,3%. Sonnencreme wurde vor Beginn der Studie innerhalb der Interventionsgruppe von 26,9% und innerhalb der Kontrollgruppe von 23,5% immer verwendet. Nach drei Monaten war das Odds Ratio für den regelmäßigen Gebrauch von Sonnencreme 2,8-fach höher in der Interventionsgruppe (95% CI: 2,2-3,5). In der Interventionsgruppe verwendeten nun 39,4% immer Sonnencreme und in der Kontrollgruppe 23,1%. Nach einem Jahr nutzten in der Interventionsgruppe 41,6% immer Sonnencreme und in der Kontrollgruppe 28,1%. Beim letzten Follow-up nach zwei Jahren verwendeten aus der Interventionsgruppe 39,2% (OR = 2,9; 95% CI: 2,3-3,6) immer Sonnencreme und aus der Kontrollgruppe 26,3%.

Im Rahmen einer randomisierten kontrollierten Studie im 2x2 Faktorendesign untersuchten Stock et al. [504] insgesamt 148 männliche Straßenarbeiter des Iowa Department of Transportation (DOT) in einer Altersspanne zwischen 24 und 64 Jahren. Die Teilnehmer arbeiteten durchschnittlich seit 27 Jahren in Berufen im Freien. Dabei verbrachten sie 90% pro Arbeitstag fünf bis sechs Stunden in der Sonne, 60% sogar sieben bis zehn Stunden. 81% der Befragten verwendeten zu Beginn der Studie nie bis gelegentlich Sonnencreme, 83% trugen nie bis gelegentlich Langarm-Shirts. Ältere Teilnehmer mit einer Vorgeschichte von Hautkrebs sowie Teilnehmer mit hellerer Haut berichteten über ein höheres Level an Sonnenschutzverhalten. Interventionen wurden auf Basis des Health-Belief-Modells sowie des Prototype Model of Health Behavior durchgeführt. Die Teilnehmer wurden per Randomisierung einer von insgesamt vier Interventionsgruppen oder der Kontrollgruppe zugeteilt. Die Teilnehmer von zwei der Interventionsgruppen erhielten zu Beginn der Studie ein UV-Foto des Gesichts und alle Interventionsgruppen erhielten ein 12-minütiges Lehrvideo über Hautkrebs oder Hautalterung bedingt durch UV-Strahlung beziehungsweise Sonnenexposition. Die Videos beinhalteten Fotos von Hautfalten, Altersflecken, Hautkrebs und Informationen zum Hautschutz in Bezug auf die Nutzung von Sonnencreme, der Erklärung des Lichtschutzfaktors, der Empfehlung zu einer Verwendung eines Sun Protection Factors von mindestens 15 und häufige Fehler bei der Verwendung von Sonnencreme. Die Kontrollgruppe erhielt weder Video noch UV-Foto. Ein Follow-up erfolgte direkt nach der Intervention, nach zwei Monaten sowie nach einem Jahr. Zum Zeitpunkt nach der Intervention war das Wissen der Interventionsgruppen besser als das der Kontrollgruppe. Beim Sonnenschutzverhalten gab es zu diesem Zeitpunkt ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen den Interventionsgruppen und der Kontrollgruppe ($Fs > 7,55$, $ps < 0,01$, $ds > 0,81$). Innerhalb der Interventionsgruppen gab es keinen signifikanten Unterschied ($Fs < 0,63$, $ps > 0,4$). Des Weiteren konnte eine positive Einstellung der Interventionsgruppen zum Sonnenschutz festgestellt werden ($F(1,146) = 11,49$, $p = 0,001$, $d = 0,86$, $Ms = 3,6$ vs. $3,1$). Zwei Monate nach den Interventionen wurde eine häufigere Anwendung von Sonnenschutz durch die Interventionsgruppen festgestellt ($F(1,144) = 6,04$, $p < 0,02$, $d = 0,68$, $Ms = 0,78$ vs. $1,02$). Beim letzten Follow-up ein Jahr nach erfolgter Intervention wies die Kontrollgruppe das geringste Sonnenschutzverhalten auf. Die Interventionsgruppen, die ein UV-Foto erhalten hatten, wiesen nach einem Jahr ein signifikant höheres Sonnenschutzverhalten auf im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Intervention ($ps < 0,02$). Lediglich zwischen der Kontrollgruppe und der ersten Interventionsgruppe, welche kein UV-Foto

und ein Video zur Hautalterung erhielt, konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Als für Straßenarbeiter am effektivsten stellte sich eine Intervention mit UV-Foto und/ oder Informationen zum Thema Hautkrebs heraus.

Andersen et al. [660] sowie Buller et al. [659] untersuchten in einer randomisierten kontrollierten Studie, beginnend im Winter 2001, die Langzeiteffekte der sogenannten Go Sun Smart (GSS) Kampagne. Im Rahmen dieser Kampagne empfahlen Botschaften in Skigebieten im Westen der USA und in Kanada Sonnenschutzmaßnahmen für draußen und drinnen für Arbeitende und Gäste, beispielsweise durch Poster, Newsletter und einer Website. In der randomisierten Unterstichprobe befanden sich nach Ausschluss ungeeigneter Personen 3.801 Angestellte von 26 Skigebieten. Am ersten Follow-up im Frühling 2002 nahmen noch 2.119 Teilnehmer teil und am zweiten Follow-Up im Herbst 2002 1.463. Die Teilnehmer waren durchschnittlich 34 Jahre alt, zu 96% hellhäutig und 59% der Teilnehmer arbeiteten draußen. Die Kontrollgruppe setzte sich aus Angestellten der Skigebiete ohne Intervention zusammen. Beim ersten Follow-up zeigten sich in einer dichotomen Skala 14% weniger Sonnenbrände gegenüber der Baseline im Winter 2001. Bei der Kontrollgruppe waren es 8% weniger (OR = 1,63, $p < 0,05$). Die Anzahl der Sonnenbrände war in der Interventionsgruppe geringer als in der Kontrollgruppe (Unterschied: 0,25%, $p < 0,05$). Beim Sonnenschutzverhalten zeigten sich beim zweiten Follow-up Unterschiede. Die Teilnehmer der Interventionsgruppe trugen nun häufiger Sonnenbrillen (OR = 1,26, $p < 0,01$), verwendeten häufiger Sonnencreme (OR = 1,43, $p < 0,01$) und vermieden eher die Sonne während der Arbeit (OR = 1,17, $p = 0,08$). Insgesamt wies die Interventionsgruppe einen höheren Wert für Sonnenschutzverhalten auf als die Kontrollgruppe (IG: 2,57, KG: 2,63, $p = 0,04$). Beim Sonnenschutz ergaben sich bei den Follow-Ups keine signifikanten Effekte. Insgesamt waren die Ergebnisse abhängig vom Skigebiet und dessen Ausmaß der Umsetzung der Go Sun Smart (GSS)-Maßnahmen. Durch die Studie hat sich herausgestellt, dass Angestellte mehr Sonnenbrände erleiden und weniger Maßnahmen zum Sonnenschutz ergreifen bei Skigebieten, die weniger GSS-Materialien umgesetzt haben. Das GSS-Programm senkte übermäßige UV-Exposition von Angestellten in Skigebieten kurzfristig. Mittelfristige Effekte des GSS-Programms zur Hautkrebsprävention in Skigebieten sind mindestens genauso groß wie die kurzfristigen, besonders hinsichtlich des Sonnenschutzverhaltens. Im Sommer sind die Effekte dabei größer als im Winter.

Die Studie von Ruppert et al. [658] befasste sich, wie weiter oben bereits genauer beschrieben, mit der Wirksamkeit beruflicher Präventionsmaßnahmen zum Thema Hautkrebs unter an Outdoor-Plätzen beschäftigten Berufsschülern in Deutschland. Neben den bereits beschriebenen Ergebnissen konnte drei Monate nach der Basiserhebung des Weiteren ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Sonnenschutzmitteln und dem Geschlecht (weiblich) sowie dem Alter (> 22 Jahre) festgestellt werden. Die Einstellung der Teilnehmer zu Sonnenschutz wurde zu diesem Zeitpunkt als gut bewertet.

Houdmont et al. [667] befassten sich im Rahmen einer kontrollierten Studie mit dem Sonnenschutz von Arbeitern auf dem Bau in Großbritannien. In die Studie eingeschlossen wurden insgesamt 1.279 Teilnehmer. Bei 120 Teilnehmern erfolgte ein Follow-up. In der Interventionsgruppe befanden sich insgesamt 70 Outdoor-Arbeiter und in der Kontrollgruppe 50. Die Intervention erfolgte während der Arbeitszeit mithilfe einer 12-minütigen DVD mit dem Titel `Sun Safety in Construction: A Workplace Health Guidance Film´. Der Kontrollgruppe wurde die DVD nicht vorgespielt. Zu Beginn der Studie sowie beim Follow-Up nach ungefähr einem Jahr wurde von den Teilnehmern ein Fragebogen ausgefüllt. Mithilfe des Fragebogens wurden die Teilnehmer

zu zehn Sonnenschutzmaßnahmen befragt und es erfolgte eine Bewertung der persönlichen Nutzung mit einer von fünf Aussagen, angelehnt an die Stadien des Transtheoretischen Modells (TTM) (Stadien: Absichtslosigkeit, Absichtsbildung, Vorbereitung, Handlung, Aufrechterhaltung, Abschluss).

In Bezug auf das Wissen zum Sonnenschutz gab es keine signifikanten Ergebnisse für die fünf Items. Beim Sonnenschutzverhalten hingegen gab es einen Aufstieg im Transtheoretischen Modell bei neun Maßnahmen bei der Interventionsgruppe im Vergleich zu zwei bei der Kontrollgruppe. Zu den neun Sonnenschutzmaßnahmen, die sich innerhalb der Interventionsgruppe verbessert haben, gehören die Nutzung einer Abdeckung bei Arbeit in der Sonne (33% Veränderung, $p < 0.001$), die regelmäßige Kontrolle von Muttermalen (27% Veränderung, $p < 0.001$), eine Jobrotation, um die Arbeitszeit in der Sonne zu minimieren (24% Veränderung, $p< 0.001$), das Tragen von Sonnenbrillen (22% Veränderung, $p < 0.001$), das Minimieren des Arbeitens in direkter Mittagssonne (21% Veränderung, $p < 0.01$), die Nutzung von Sonnencreme (17% Veränderung, $p < 0.05$), das Tragen von langarmiger, lockerer Kleidung (14% Veränderung, $p < 0.01$), die tägliche Kontrolle des UV-Index (10% Veränderung, $p < 0.05$) sowie das Tragen eines Helms mit Nackenschutz (9% Veränderung, $p < 0.05$).

7.5	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **A**	Personenbezogene Maßnahme: Notwendige Mittel (z. B. Kopfbedeckung mit Krempe und Nackenschutz, Sonnenschutzbrille, bedeckende Kleidung, Sonnenschutzmittel) zum Schutz vor UV-Strahlung sollen am Arbeitsplatz bereitgestellt werden.	
Evidenzlevel **1+, 2++** SIGN	[660], [659], [667], [662], [504]	
	Starker Konsens	

Die Studie von Ruppert et al. [658] befasste sich, wie weiter oben bereits genauer beschrieben, mit der Wirksamkeit beruflicher Präventionsmaßnahmen zum Thema Hautkrebs bei an Outdoor-Plätzen beschäftigten Berufsschülern in Deutschland. Neben den bereits beschriebenen Ergebnissen konnte ebenfalls ein Zusammenhang zwischen der Bereitstellung und der Verwendung von Sonnenbrillen am Arbeitsplatz festgestellt werden (Phi: 0,45).

Hinsichtlich der Effekte der Bereitstellung von Sonnenschutz im Arbeitskontext liefern verschiedene Studien Ergebnisse und belegen, dass die Bereitstellung der Produkte das Anwendungsverhalten verändert. In der Studie von Mayer et al. [662] erfolgten Interventionen ebenfalls im Rahmen des Projektes SUNWISE. Auf der Verhältnisebene wurde unter anderem Sonnencreme mit dem Sun Protection Factor 30 zur Verfügung gestellt. Endpunkt stellte hier die Menge der verwendeten Sonnencreme bei einer ausgestellten Gemeinschafts-Pumpflasche dar. Vor Beginn der Studie wurde Sonnencreme innerhalb der Interventionsgruppe von 26,9% und innerhalb der Kontrollgruppe

von 23,5% immer verwendet. Nach drei Monaten war das Odds Ratio für den regelmäßigen Gebrauch von Sonnencreme 2,8-fach höher in der Interventionsgruppe (95 % CI: 2,2-3,5). In der Interventionsgruppe verwendeten nun 39,4% immer Sonnencreme und in der Kontrollgruppe 23,1%. Nach einem Jahr nutzten in der Interventionsgruppe 41,6% immer Sonnencreme und in der Kontrollgruppe 28,1%. Beim letzten Follow-up nach zwei Jahren verwendeten aus der Interventionsgruppe 39,2% (OR = 2,9; 95 % CI: 2,3-3,6) immer Sonnencreme und aus der Kontrollgruppe 26,3%.

Stock et al. [504] untersuchten, wie weiter oben bereits näher erläutert, insgesamt 148 männliche Straßenarbeiter des Iowa Department of Transportation (DOT). 81% der Teilnehmer verwendeten zu Beginn der Studie nie bis gelegentlich Sonnencreme. Die im Rahmen der Intervention gezeigten Videos beinhalteten unter anderem Informationen zum Hautschutz in Bezug auf die Nutzung von Sonnencreme, der Erklärung des Lichtschutzfaktors, der Erklärung des Lichtschutzfaktors, der Empfehlung zu einer Verwendung eines Sun Protection Factors von mindestens 15 sowie häufige Fehler bei der Verwendung von Sonnencreme. Zum Zeitpunkt nach der Intervention gab es beim Sonnenschutzverhalten einen signifikanten Unterschied zwischen den Interventionsgruppen und der Kontrollgruppe (Fs > 7,55, ps < 0,01, ds > 0,81). Des Weiteren konnte eine positive Einstellung der Interventionsgruppen zum Sonnenschutz festgestellt werden (F (1,146) = 11,49, p = 0,001, d = 0,86, Ms = 3,6 vs. 3,1). Zwei Monate nach den Interventionen wurde eine häufigere Anwendung von Sonnenschutz durch die Interventionsgruppen festgestellt (F (1,144) = 6,04, p < 0,02, d = 0,68, Ms = 0,78 vs. 1,02). Beim letzten Follow-Up ein Jahr nach erfolgter Intervention wies die Kontrollgruppe das geringste Sonnenschutzverhalten auf.

Buller et al. [659] und Andersen [660] untersuchten die Langzeiteffekte der erwähnten Go Sun Smart (GSS) Kampagne in ausgewählten Skigebieten im Winter 2001. Endpunkte zum Sonnenschutzverhalten stellten hier unter anderem die Häufigkeit der Benutzung von Sonnencreme und Lippenbalsam dar. Beim zweiten Follow-up im Herbst 2002 verwendete die Interventionsgruppe häufiger Sonnencreme (OR = 1.43, p < 0.01) im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Ruppert et al. [658] untersuchten, wie weiter oben näher erläutert, die Wirksamkeit beruflicher Hautkrebspräventionsmaßnahmen unter an Outdoor-Plätzen beschäftigten Berufsschülern in Deutschland. Unter anderem konnte drei Monate nach der Basiserhebung beziehungsweise nach erfolgter Intervention ein signifikanter Zusammenhang vom Einsatz von Sonnenschutzmitteln mit dem Geschlecht (weiblich) und dem Alter (> 22 Jahre) festgestellt werden. Die Einstellung der Teilnehmer zu Sonnenschutz wurde zu diesem Zeitpunkt als gut bewertet.

Die Studie von Houdmont et al. [667] beinhaltete eine Intervention in Form einer kurzen DVD zum Thema Sonnenschutz auf dem Bau, welche während der Arbeitszeit vorgespielt wurde. Infolgedessen verwendeten mehr Teilnehmer der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe Sonnencreme (17% Veränderung, p < 0.05).

7.6	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Organisatorische Maßnahme: Zur Minderung der UV-Exposition soll eine Organisation der Arbeitszeit inkl. der Pausen (z. B. Meiden von Außenarbeiten in der Mittagszeit) erfolgen.	
	Starker Konsens	

Eine Studie von Thieden et al. [668] konnte zeigen, dass die Verschiebung der Pausenzeiten bei irischen Gärtnern hin zu Zeiten mit höchster UV-Strahlung zu einer mit einem Dosimeter gemessenen reduzierten UV-Exposition geführt hat.

7.7	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	Personenbezogene Maßnahme: Haut und Augen von Beschäftigten im Freien sollen vor Sonnenstrahlung geschützt werden. Der Körper soll mit geeigneter Kleidung maximal bedeckt werden, d. h. in Form von langarmiger Kleidung und Kopfbedeckung mit Nackenschutz. Konkretisierende Empfehlungen zu geeigneter Kleidung und Sonnenbrille sind in Empfehlung 5.1, Empfehlung 5.7und Empfehlung 5.8 zu finden.	
Evidenzlevel **1+, 2++** SIGN	[659], [661], [662], [667]	
	Starker Konsens	

Wie oben bereits näher erläutert führten [661] ein Systematisches Review von insgesamt 22 Studien zum Thema Sonnenschutz unter Farmern und Farmarbeitern durch. Zwei dieser eingeschlossenen Studien führten Interventionen mit dem Ziel des Wechsels zu einer geeigneten Kopfbedeckung durch, beispielsweise durch Kombination aus Informationen und Handlung beziehungsweise Ermutigung. 25% der Teilnehmer der Interventionsgruppe aus Studie eins wechselten infolgedessen von einer Baseballkappe zu einem Hut mit breiter Kante [663]. In Studie zwei trugen nach erfolgter Intervention ebenfalls mehr Teilnehmer Hüte mit breiter Kante sowie protektive Kleidung als vorher ($p = 0,01$) [664]. Eine andere Studie intervenierte durch ein 6-monatiges Informationsprogramm zum Sonnenschutz sowie zur (Früh-) Erkennung und stellte Kopfbedeckungen zur Verfügung. Die Interventionsgruppe wies nach dem Programm ein erhöhtes Sonnenschutzverhalten auf ($p < 0,01$) [665].

Wie weiter oben näher erläutert beinhaltete die Studie von Houdmont et al. [667] eine Intervention in Form einer kurzen DVD zum Thema Sonnenschutz auf dem Bau, welche während der Arbeitszeit vorgespielt wurde. In Folge dessen nutzten mehr Arbeiter der Interventions-gruppe eine Abdeckung bei Arbeit in der Sonne (33%

Veränderung, p < 0.001). Des Weiteren trugen mehr Teilnehmer der Intervention eine Sonnenbrille (22% Veränderung, p < 0.001) sowie langarmige, lockere Kleidung (14% Veränderung, p < 0.001) und einen Helm mit Nackenschutz (9% Veränderung, p < 0.05).

Buller et al. [659] und Andersen et al. [660] untersuchten wie weiter oben bereits näher erläutert die Langzeiteffekte der sogenannten Go Sun Smart (GSS) Kampagne in ausgewählten Skigebieten im Winter 2001. Endpunkte zum Sonnenschutzverhalten stellten hier unter anderem die Häufigkeit der Benutzung von protektiver Kleidung, Hüten sowie Sonnen- beziehungsweise Schutzbrillen dar. Beim zweiten Follow-up im Herbst 2002 trug die Interventions-gruppe häufiger Sonnenbrillen (OR = 1,26, p < 0,01) und wies im Allgemeinen einen höheren Gesamtwert für Sonnenschutzverhalten auf (2,57) im Vergleich zur Kontrollgruppe (2,63) (p = 0,04).

In der Studie von Mayer et al. [662] erfolgten Interventionen im Rahmen des Projektes SUNWISE. Auf der Verhältnisebene wurden unter anderem Sonnenschutzhüte zur Verfügung gestellt. In der Interventionsgruppe nutzten zu Beginn der Studie 27,3% immer einen Sonnenschutzhut. Nach 3 Monaten waren es 42,7%, nach einem Jahr 41,1% und nach zwei Jahren 40,0%. In der Kontrollgruppe benutzten zu Beginn 21,0% immer einen Sonnenschutzhut, nach 3 Monaten 21,4%, nach einem Jahr 24,0% und nach zwei Jahren 22,3%.

7.8	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **A**	Personenbezogene Maßnahme: Körperstellen, die durch Textil nicht bedeckt werden können, sollen mit geeigneten Sonnenschutzmitteln eingecremt werden. Die Anwendung von Sonnenschutzmitteln wird in den Empfehlung 5.10 bis Empfehlung 5.13, Empfehlung 5.16, Empfehlung 5.17 und Empfehlung 5.19 genauer beschrieben.	
Evidenzlevel **2 - 4** Oxford 2011	2: Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 3: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose Sonnenschutzmittel + Sonnenbrand: Endpunkte Erythemscore/Colorimetrie 4: Sonnenschutzmittel + Hautkrebs: Endpunkte Melanom, NMSC, AK, Solare Keratose [350], [352], [353], [354], [340], [341], [342], [343], [344], [345], [346], [348], [349], [351], [347]	
	Starker Konsens	

Wie Kapitel 5.1.4 entnommen werden kann, werden Sonnenschutzmittel als nachgeordnete UV-Schutzstrategie empfohlen, haben aber ihre Bedeutsamkeit für nicht durch Kleidung bedeckte Körperstellen – dieses gilt für die Allgemeinbevölkerung und auch im Arbeitskontext.

Auch die konkretisierenden Empfehlungen der Anwendung von Sonnenschutzmitteln im Arbeitskontext entsprechen den Empfehlungen für den allgemeinen Gebrauch (siehe Empfehlung 5.10 bis Empfehlung 5.19). Darüber hinaus können im beruflichen Kontext neben den zulassungsrelevanten Faktoren (Wasserfestigkeit, UVB- und UVA-Schutz) weitere Faktoren eine Rolle spielen, die sowohl hinsichtlich einer Steigerung der Akzeptanz als auch hinsichtlich des Arbeitsschutzes relevant sind. So darf die

Nutzung von Sonnenschutzmitteln (oder von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) im Allgemeinen) nicht zu einer Gefährdung der Anwender führen [669]. Beispielsweise kann es durch die Nutzung von Sonnenschutzmitteln im beruflichen Kontext zu arbeitsschutzrelevanten Gefährdungen, z. B. aufgrund einer verringerten Griffigkeit durch Produktrückstände im Bereich der Handinnenflächen, zu Augenreizungen oder zu einer verstärkten Anhaftung von Staub oder Schmutz kommen. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden Prüfkriterien entwickelt, die für den Arbeitsschutz relevante Parameter zusammenfassen und bewerten sollen [670]. Dazu gehören unter anderem mögliche Augenreizungen, die Staub- und Schmutzanhaftung, die Griffigkeit sowie das Tragegefühl. Aktuelle Bestrebungen zielen darauf ab, die definierten sekundären Leistungskriterien in einen etablierten Prüfgrundsatz zu überführen, sodass perspektivisch dem Bedarf nach arbeitsschutzrelevanten Bewertungen von Sonnenschutzmitteln entsprochen werden kann. Eine eindeutige Kennzeichnung ermöglicht die gezielte Auswahl geeigneter Produkte.

7.3 Vermittlung von Informationen und Motivation der Beschäftigten für Schutzmaßnahmen

Laut ArbSchG [656] hat der Arbeitgeber „die Beschäftigten über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit während ihrer Arbeitszeit ausreichend und angemessen zu unterweisen.

Die Unterweisung umfasst Anweisungen und Erläuterungen, die eigens auf den Arbeitsplatz oder den Aufgabenbereich der Beschäftigten ausgerichtet sind. Die Unterweisung muss bei der Einstellung, bei Veränderungen im Aufgabenbereich, der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten erfolgen. Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden“ (ArbschG, §12, Absatz 1).

Die ASR 5.1 führt zudem explizit aus, dass alle Beschäftigten an Arbeitsstätten im Freien im Rahmen einer Unterweisung über die Risiken durch UV-Strahlung zu informieren sind.
Gemäß § 3 ASIG (Arbeitssicherheitsgesetz) soll der Betriebsarzt den Arbeitgeber bei seinen Aufgaben unterstützen. Dies umfasst auch eine Beteiligung an der Unterweisung. Diese Beteiligung ist eine wertvolle Unterstützung bei der Vermittlung von Schutz- und Präventionsmaßnahmen.

Verknüpfte Empfehlungen

7.9, 7.10	Verknüpfte Empfehlungen: Evidenzbasiert		geprüft 2026: 7.9, 7.10
A	7.9	Schutz- und Präventionsmaßnahmen sollen persönlich vermittelt werden.	**1+, 1-** SIGN [659], [658], [661], [662], [504], [660]
0	7.10	Dabei kann eine visuelle Unterstützung bzw. Erinnerung an das gewünschte Zielverhalten z. B. in Form von Postern, Bildern oder Videos erfolgen.	**1+, 1-** SIGN

Starker Konsens: 7.9, 7.10

Kearney et al. [661] führten ein Systematisches Review zum Sonnenschutz unter Farmern und Farmarbeitern durch. Die aufklärerischen Interventionen innerhalb der 22 verschiedenen Studien haben dabei signifikante Verbesserungen in Wissen, Einstellungen und Verhalten erbracht. Face-to-face Kontakte waren dabei am effektivsten.

Die in einer Studie von Mayer et al. [662] durchgeführten Interventionen stellten sich mit Blick auf die weiter oben bereits näher erläuterten Ergebnisse als erfolgreich dar, um das Sonnenschutzverhalten zu steigern. Die leichte Umsetzbarkeit in Institutionen stellte sich ebenfalls als positiv heraus. Besagte Interventionen waren auf der

Verhältnisebene das zur Verfügung stellen von Sonnenschutzhüten und Sonnencreme mit dem Sun Protection Factor 30 mit der Unterstützung durch visuelle Hinweise zur Durchführung von Sonnenschutzmaßnahmen, beispielsweise in Form von Postern, Wasserflaschen, Schlüsselanhängern, Mousepads oder Magneten. Auf der Verhaltensebene wurden sechs Lehrveranstaltungen mit je einer Dauer von fünf bis zehn Minuten über einen Zeitraum von zwei Jahren durchgeführt mit zugeschnittenen Botschaften über Sonnenschutzmaßnahmen und Expositionsverhalten.

Stock et al. [504] schlussfolgerten aufgrund vorausgegangener Untersuchungen, die weiter oben bereits näher geschildert wurden, dass ein Video zur Hautalterung keinen signifikanten Unterschied für das langfristige Sonnenschutzverhalten mit sich bringt. Als für Straßenarbeiter am effektivsten stellte sich eine Intervention mit UV-Foto und/ oder Informationen zum Thema Hautkrebs dar.

Andersen et al. [660] und Buller et al. [659] untersuchten in einer randomisierten kontrollierten Studie, beginnend im Winter 2001, die Langzeiteffekte der Go Sun Smart (GSS) Kampagne. Im Rahmen dieser Kampagne empfohlen Botschaften in Skigebieten im Westen der USA und in Kanada Sonnenschutzmaßnahmen für draußen und drinnen Arbeitende und Gäste, beispielsweise durch Poster, Newsletter und eine Website. Das GSS-Programm senkte übermäßige UV-Exposition beziehungsweise Sonnenbrände von Angestellten in den betroffenen Skigebieten kurzfristig. Mittelfristige Effekte des GSS-Programms zur Hautkrebsprävention sind mindestens genauso groß, wie die kurzfristigen, besonders hinsichtlich des Sonnenschutzverhaltens. Im Sommer sind die Effekte dabei größer als im Winter. (Weitere Studien zum Beispiel in anderen Arbeitsbereichen, über längere Zeiträume, in Ländern mit größerer UV-Belastung, sind zur Generalisierung notwendig.)

Auf Basis vorausgegangener Untersuchungen, welche weiter oben schon näher erläutert wurden, schlussfolgerten Ruppert et al. [658], dass in einem frühen Alter mit Präventionsmaßnahmen und Gesundheitserziehung zum Hautkrebsschutz bei im Freien Beschäftigten begonnen werden sollte. Informationen und Schulungen zu UV-Strahlung und -schutz sollten ab dem ersten Ausbildungsjahr durchgeführt werden. Eine Vortragsintervention sei dabei effektiver als ein Video. Zudem stelle die Verhältnisprävention einen wichtigen Faktor dar. Arbeitgeber sollten Sonnenschutzmaßnahmen zur Verfügung stellen.

7.3.1 Prozentsatz der Outdoor Worker die der Angebotsvorsorge unterliegen

Die zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung zur Änderung der Arbeitsmedizinischen Vorsorge beschreibt ausschließlich die Einführung einer Angebotsvorsorge. Eine Pflichtvorsorge wird nicht eingeführt (vgl. Kapitel 7.4).

Der Bundesrat erklärt in der Erläuterung zur Bundesdrucksache 237/19(B), dass ein Viertel der Beschäftigten zwar im Freien tätig, aber keiner intensiven Belastung durch natürliche UV-Strahlung von regelmäßig einer Stunde oder mehr je Tag ausgesetzt ist. Dementsprechend würden etwa 1,8 Millionen Beschäftigte unter den Vorsorgeanlass fallen.

Zudem hat der Gesetzgeber vorgeschrieben, dass die Angebotsvorsorge alle drei Jahre anzubieten ist. Dementsprechend ist der Vorsorgeanlass jährlich mit einer Fallzahl von 500.000 Beschäftigten zu beziffern.

Aus dem Messprojekt der DGUV zur Exposition von Beschäftigten gegenüber solarer UV-Strahlung mit GENESIS-UV können detaillierte Daten abgeleitet werden. Wendet man die Erklärung des Bundesrates, dass etwa ein Viertel der Beschäftigten im Freien nicht unter den Vorsorgeanlass fällt, auf die unter Kapitel 7.1.1 genannten Zahlen an, dann ergibt sich daraus, dass etwa 4,5 Millionen Beschäftigte unter den Vorsorgeanlass fallen. Verteilt sich dies auf drei Jahre, dann ist der Vorsorgeanlass jährlich mit einer Fallzahl von 1,5 Millionen Beschäftigten zu beziffern [671].

7.4 Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Beschäftigten im Freien

Arbeitsmedizinische Vorsorge soll einen Beitrag zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit und zur Fortentwicklung des betrieblichen Gesundheitsschutzes leisten. Sie dient der Feststellung, ob bei Ausübung einer bestimmten Tätigkeit eine erhöhte gesundheitliche Gefährdung besteht, der individuellen Beratung zu Schutzmaßnahmen und der Früherkennung arbeitsbedingter Gesundheitsstörungen. Insofern handelt es sich um ein Instrument der Primär- und Sekundärprävention (gezielte Beratung zu Schutzmaßnahmen, Früherkennung (auch von Risikofaktoren) und ggf. Frühintervention). Wesentliches Element der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist die individuelle Beratung. Bei entsprechender Indikation erfolgt ein Untersuchungsangebot, das der Beschäftigte annehmen oder ablehnen kann.

Für die arbeitsmedizinische Vorsorge dürfen nur Ärztinnen oder Ärzte mit der Fachärztbezeichnung Arbeitsmedizin oder der Zusatzbezeichnung Betriebsmedizin beauftragt werden. In der Regel soll die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt des Unternehmens die Vorsorge durchführen.

Die grundsätzlichen Anforderungen an die arbeitsmedizinische Vorsorge sind in der ArbMedVV und den AMR geregelt. Es wird zwischen der Veranlassung einer Pflicht- und Angebotsvorsorge unterschieden:

§ 4 ArbMedVV – Pflichtvorsorge

Der Arbeitgeber hat nach Maßgabe des Anhangs Pflichtvorsorge für die Beschäftigten zu veranlassen. Pflichtvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen veranlasst werden. Der Arbeitgeber darf eine Tätigkeit nur ausüben lassen, wenn der oder die Beschäftigte an der Pflichtvorsorge teilgenommen hat.

§ 5 ArbMedVV – Angebotsvorsorge

Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten Angebotsvorsorge nach Maßgabe des Anhangs anzubieten. Angebotsvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen angeboten werden. Das Ausschlagen eines Angebots entbindet den Arbeitgeber nicht von der Verpflichtung, weiter regelmäßig Angebotsvorsorge anzubieten.

Die zweite Änderung der ArbMedVV, die am 18. Juli 2019 in Kraft getreten ist, sieht bei Tätigkeiten im Freien nur eine Angebotsvorsorge vor. Der Arbeitgeber muss Beschäftigten, die intensiver Belastung durch natürliche UV-Strahlung von regelmäßig einer Stunde oder mehr je Tag ausgesetzt sind, arbeitsmedizinische Vorsorge anbieten. Außerdem muss er die Belastung durch gefährliche Sonnenexposition so gering wie möglich halten.

Die AMR 13.3 „Tätigkeiten im Freien mit intensiver Belastung durch natürliche UV-Strahlung von regelmäßig einer Stunde oder mehr je Tag“, die am 24. September 2019 im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBI) bekannt gemacht wurde, konkretisiert die Tätigkeiten im Freien mit intensiver Belastung durch natürliche UV-Strahlung anhand der folgenden Kriterien:

Für Tätigkeiten in Deutschland müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

(1) Bei Tätigkeiten im Freien

- „im Zeitraum April bis September
- zwischen 10 Uhr und 15 Uhr Mitteleuropäische Zeit (MEZ) (entspricht 11 Uhr bis 16 Uhr Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ))
- ab einer Dauer von insgesamt mindestens einer Stunde pro Arbeitstag
- an mindestens 50 Arbeitstagen.

(2) Bei Tätigkeiten im Schatten (zum Beispiel durch Einhausung oder andere Verschattungsmaßnahmen), die dort dauerhaft und ununterbrochen ausgeübt werden, ist eine Angebotsvorsorge aufgrund der geringeren Intensität der UV-Strahlung erst ab einer Dauer von insgesamt mindestens zwei Stunden anzubieten. Die übrigen in Absatz 1 genannten Kriterien bleiben davon unberührt.

(3) Bei Tätigkeiten im Freien auf verschneiten Flächen oberhalb von mehr als 1000 Metern über Meeresspiegel verlängert sich der in Absatz 1 genannte Zeitraum auf die Dauer eines Kalenderjahres. Die übrigen in Absatz 1 genannten Kriterien bleiben davon unberührt (GMBl Nr. 36, 24. September 2019, S. 697)."

Für Tätigkeiten außerhalb Deutschlands in der Äquatorialregion zwischen 30. Grad nördlicher Breite und 35. Grad südlicher Breite gelten folgenden Voraussetzungen für das Angebot einer Angebotsvorsorge seitens Arbeitgeber:

(1) Bei Tätigkeiten im Freien

- ganzjährig
- zwischen 10 Uhr und 15 Uhr Ortszeit
- ab einer Dauer von insgesamt mindestens einer Stunde pro Arbeitstag
- an mindestens acht Arbeitstagen.

(2) Bei Tätigkeiten im Schatten (zum Beispiel durch Einhausung oder andere Verschattungsmaßnahmen), die dort dauerhaft und ununterbrochen ausgeübt werden, ist eine Angebotsvorsorge aufgrund der geringeren Intensität der UV-Strahlung erst ab einer Dauer von insgesamt mindestens zwei Stunden anzubieten. Die übrigen in Absatz 1 genannten Kriterien bleiben davon unberührt.

(3) Für Tätigkeiten außerhalb Deutschlands im gesamten Bereich der nördlichen Halbkugel größer 30. Grad nördlicher Breite sowie im gesamten Bereich der südlichen Halbkugel größer 35. Grad südlicher Breite gelten die in Abschnitt 4.2 genannten Kriterien entsprechend, wobei anstelle der MEZ die Ortszeit maßgeblich ist und für die südliche Halbkugel die Monate Oktober bis März zu berücksichtigen sind“ (GMBl Nr. 36, 24. September 2019, S. 697). Das Angebot des Arbeitgebers zu Angebotsvorsorge muss regelmäßig und auch bei Ausschlagen eines früheren Angebots seitens des/der Beschäftigten erfolgen. Die Maximalfristen, die in der AMR Nr. 2.1 Fristen für die Veranlassung/das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2016) geregelt sind, sind demnach bei Tätigkeiten im Freien wie folgt:

1. Die erste Vorsorge muss innerhalb von drei Monaten vor Aufnahme der Tätigkeit veranlasst oder angeboten werden.

2. Die zweite Vorsorge muss spätestens zwölf Monate nach Aufnahme der Tätigkeit veranlasst bzw. angeboten werden

3. Jede weitere Vorsorge muss spätestens 36 Monate nach der vorangegangenen Vorsorge angeboten werden.

Kürzere Fristen sind möglich, wenn sie aus arbeitsmedizinischer Sicht für notwendig gehalten werden und können in der Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden. Die Angabe, wann eine erneute arbeitsmedizinische Vorsorge aus ärztlicher Sicht angezeigt ist, ist Bestandteil der Vorsorgebescheinigung im Sinne des § 6 Absatz 3 Nummer 3 ArbMedVV (siehe AMR 6.3), die dem Arbeitgeber und dem oder der Beschäftigten ausgestellt wird. In den ersten Jahren der Beschäftigung stehen Edukation und das Erkennen individueller Risikofaktoren im Vordergrund. Der Hautkrebsfrüherkennung kommt mit zunehmender Expositionsdauer mehr Bedeutung zu.

Um die Organisation der Vorsorgen und eine individuelle Aufklärung und Beratung zu allen arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren zu ermöglichen, sollen alle Vorsorgeanlässe in einem Termin beim Betriebsarzt gebündelt werden.

7.11	**Konsensbasierte Empfehlung**	**geprüft 2026**
EK	Die Tatsache, dass die UV-Strahlungsbelastung für Außenbeschäftigte in Deutschland das höchste berufsbedingte Krebsrisiko darstellt, soll der Anlass für den Verordnungsgeber sein, eine Pflichtvorsorge bei allen hochexponierten Personen vorzuschreiben.	
	Konsens	

UV-Exposition ist für Beschäftigte in Deutschland mit großem Abstand mit dem höchsten berufsbedingten Krebsrisiko verbunden [672]. Dies sollte eigentlich Anlass für den Verordnungsgeber sein, eine Pflichtvorsorge bei allen hoch exponierten Personen vorzuschreiben, da durch eine individuelle Beratung Verhaltensänderungen, insbesondere bei früh einsetzender Beratung, erreicht werden können.

7.5 Meldewege, Kosten und Kostenträger arbeitsbedingter Hautkrebs

7.5.1 Meldeweg bei Verdacht auf das Vorliegen einer Berufskrankheit

Der Verdacht auf das Vorliegen einer BK kann auf verschiedenen Wegen an den jeweils zuständigen Träger der gesetzlichen Unfallversicherung (Berufsgenossenschaften und Unfallkassen) gemeldet werden.

Unternehmer sind nach § 193 Abs. 2 Sozialgesetzbuch VII (SGB VII) gesetzlich zu einer BK-Meldung verpflichtet, wenn sie nach ihrem persönlichen Kenntnisstand Anhaltspunkte für das Vorliegen einer entsprechenden BK haben. Für die Meldung genügt es bereits, dass die aufgetretene Krankheit mit Einwirkungen am Arbeitsplatz in einem Zusammenhang stehen könnte.

Versicherte können sich bei einem Verdacht auf das Vorliegen einer BK direkt an den zuständigen UV-Träger wenden.

Ärzte sind nach § 202 SGB VII gesetzlich zur Anzeige einer BK verpflichtet, und zwar auch dann, wenn die versicherte Person widerspricht. Es kann nur davon abgesehen werden, wenn Gewissheit besteht, dass die Erkrankung bereits gemeldet ist.

Die ärztliche BK-Anzeige ist zu erstatten, wenn der begründete Verdacht besteht, dass eine BK im Sinne der sog. „BK-Liste“ (Anlage 1 der BKV) vorliegt. Bei der BK-Nr. 5103 (Plattenepithelkarzinome oder multiple aktinische Keratosen der Haut durch natürliche UV-Strahlung) ist der Verdacht begründet, wenn an arbeitsbedingt exponierten Körperstellen diagnostiziert wurden:

- ein Plattenepithelkarzinom oder
- ein Morbus Bowen / Bowen-Karzinom oder
- die Vorstufen, die aktinischen Keratosen.

Die Vorstufen müssen dabei multipel im Sinne der BK-Nr. 5103 auftreten, das heißt mit einer Zahl von mehr als 5 innerhalb eines Jahres oder einer Feldkanzerisierung größer 4 cm^2.

Darüber hinaus muss eine relevante arbeitsbedingte UV-Exposition durch Arbeiten im Freien bestanden haben. Hierfür reicht zum Zeitpunkt der Meldung eine grobe Schätzung. Der Richtwert ist ein Verhältnis von privater und arbeitsbedingter UV-Exposition (s.a. Konvention in Kapitel 7.4.4). Da die private Dosis mit jedem Lebensjahr steigt, steigt auch die für eine BK-Anerkennung erforderliche arbeitsbedingte UV-Expositionsdauer. Als langjährige Einwirkung im Sinne dieser BK gelten z. B. für ein Alter von

- 50 Jahren - 15 Jahre Arbeiten im Freien
- 60 Jahren - 18 Jahre Arbeiten im Freien
- 70 Jahren - 21 Jahre Arbeiten im Freien
- 80 Jahren - 24 Jahre Arbeiten im Freien

Die BK-Anzeige soll mit dem gesetzlich vorgeschriebenen Formular F6000 „Ärztliche Anzeige bei Verdacht auf eine Berufskrankheit“ erfolgen. Sie ist unverzüglich zu erstatten, das heißt ohne schuldhaftes Zögern. Die Meldung wird vom UV-Träger gesondert vergütet (UV-GOÄ-Nr. 141).

Die Versicherten sind über den Inhalt zu informieren und über den UV-Träger, dem die BK-Anzeige übersandt wird. Der zuständige UV-Träger richtet sich nach der letzten gefährdenden Tätigkeit der Versicherten und ist:

- bei Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft eine Berufsgenossenschaft (nach Branchen gegliedert),
- bei Unternehmen der öffentlichen Hand eine der regional gegliederten Unfallkassen und
- bei Tätigkeiten in der Landwirtschaft und im Gartenbau die Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG).

Für Beamte (z. B. im Polizeidienst oder bei der Bundeswehr) gelten besondere Regelungen und der BK-Verdacht ist in der Regel vom Erkrankten an den Dienstherrn zu melden. Näheres ist in den jeweiligen Beamtenversorgungsgesetzen der Länder/des Bundes geregelt.

7.5.2 Kostenträger für Kosten der Diagnostik, Therapie und Nachsorge von arbeitsbedingtem Hautkrebs

Der Kostenträger für die Diagnostik und Therapie von arbeitsbedingten Hautkrebserkrankungen ist bis zur Anerkennung als BK die Krankenversicherung (gesetzlich oder privat).

Besteht ein Verdacht auf das Vorliegen einer BK, ist dieser an den zuständigen Träger der gesetzlichen Unfallversicherung zu melden. Die Meldung wird vom UV-Träger gesondert vergütet (UV-GOÄ-Nr. 141).

Nach der Anerkennung einer BK übernimmt der UV-Träger alle erforderlichen Leistungen, um mit allen geeigneten Mitteln die Folgen der BK zu bessern. Der behandelnde Arzt/die behandelnde Ärztin erhalten einen Behandlungsauftrag, in dem weitere Einzelheiten zu ärztlichen Berichten, zur Nachsorge und zur Kostenübernahme ärztlicher Leistungen geregelt sind. Weitere ausführliche Informationen hierzu enthält der DGUV Leitfaden „Honorare in der Berufsdermatologie“ [641].

7.5.3 Kosten der arbeitsmedizinischen Vorsorge des arbeitsbedingten Hautkrebses

Anlässlich der Zweiten Verordnung zur Änderung der ArbMedVV wurde der Erfüllungsaufwand für die Bürger, für die Wirtschaft und für die Verwaltung erhoben. Während sich für die Bürger sowie für die Verwaltung des Bundes keine zusätzlichen Kosten ergeben, sind für die Wirtschaft jährliche Mehrkosten in Höhe von 16,55 Mio. Euro zu erwarten. Sie umfassen

- Personalkosten für den Ausfall des Beschäftigten von rund 6,96 Mio. Euro,
- Sachkosten für die Inanspruchnahme von Betriebsärzten von rund 7,56 Mio. Euro sowie
- Bürokratiekosten für den Aufwand des Arbeitgebers für die Beschaffung und Bereitstellung von Informationen zur Vorsorge von rund 2,03 Mio. Euro [671].

7.5.4 Kosten der Behandlung des arbeitsbedingten Hautkrebses

Die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland (Berufsgenossenschaften und Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand ohne die Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau) hatten Leistungsaufwendungen für die medizinische Rehabilitation von Fällen der BK-Nr. 5103 im Jahr 2024 in Höhe von 5,818,0 Mio. Euro und im Jahr 2023 in Höhe von 3,316,0 Mio. Euro (Quelle: [673], [671]). Hieraus ergeben sich Kosten je Fall in Höhe von 664 Euro (2024) und 640 Euro (2023).

Weitere mit der Erkrankung unmittelbar zusammenhängende Kosten, wie zum Beispiel durch Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben bei einem notwendigen Arbeitsplatzwechsel, entstehen bei der BK-Nr. 5103 in der Regel nicht. Das durchschnittliche Alter bei BK-Verdachtsanzeige war mit 72 Jahren (im Jahr 2024) zu einem Zeitpunkt, an dem Versicherte in der Regel nicht mehr erwerbstätig sind.

8 Sekundäre Prävention

8.1 Allgemeines zur Hautkrebsfrüherkennung

8.1.1 Definition sekundäre Prävention, Früherkennung und Screening

Die Sekundärprävention zielt auf die Früherkennung und Verhinderung der Progredienz einer Erkrankung. Sekundärprävention ist als Überbegriff zu bezeichnen, der inhaltlich zentral mit dem Begriff und den Möglichkeiten der Früherkennung verknüpft ist. Bei der Früherkennung von Krankheiten steht das rechtzeitige Erkennen einer Erkrankung, einer Störung bzw. Fehlbildung oder eines sonstigen Gesundheitsschadens im Vordergrund. Um für die Früherkennung geeignet zu sein, ist es daher notwendig, dass Krankheiten eine lange symptomfreie Phase haben, in der Vorstufen oder frühe Stadien der Erkrankung bereits nachweisbar sind. Die Sekundärprävention hat zum Ziel, Krankheiten bereits im frühen Stadium zu erkennen, um dadurch Mortalität, Morbidität und eine damit einhergehende Beeinträchtigung der Lebensqualität zu reduzieren oder zu verhindern.

Screening ist eine Schlüsselkomponente der Früherkennung. Der Begriff "Screening" kommt aus dem Englischen und bedeutet so viel wie "Filteruntersuchung". Ein Screening soll Vorstufen, Frühstadien und Risikofaktoren einer Erkrankung feststellen. Im Screening werden „unerkannte Krankheiten oder Defekte mithilfe schneller und in großem Maßstab durchgeführter Tests erkannt […]. Screening-Tests unterscheiden zwischen offensichtlich gesunden und möglicherweise erkrankten Menschen.“ [674]. Nicht jede Früherkennungsuntersuchung wird in Form eines systematischen Screenings durchgeführt. Ein Screening ist Teil eines übergeordneten Programms, welches die Zielpopulation, Untersuchungsmethode sowie Testverfahren in Bezug auf die Zielerkrankung vorab definiert. Ein solches Screeningprogramm zeichnet sich durch „die Ansprache aller Personen einer definierten Zielgruppe und Vorgaben zur Qualitätssicherung von der ersten Einladung bis zur Bewertung der Endpunkte aus“ [675]. Es entspricht festgelegten und überprüfbaren Qualitätsstandards, indem die durchführenden Ärzte nicht nur eine standardisierte Untersuchungsmethode anwenden, sondern auch ihre Untersuchungsergebnisse dokumentieren und das Screening somit evaluierbar machen.

HKS schließt die Rekrutierung von offenbar gesunden Teilnehmern, Erhebung der Anamnese und die visuelle Ganzkörperinspektion (Screening-Test) zur Früherkennung von malignen Hauttumoren ein. In der Regel soll in diesem Zusammenhang auch zu Risikofaktoren und Prävention von Hautkrebs beraten werden.

Der Begriff **Vorsorge**, welcher ebenfalls häufig im Rahmen der sekundären Prävention verwendet wird, ist ein Begriff, der juristisch im Sinne der Absicherung eines Risikos durch z.B. eine Versicherung Verwendung findet. Allerdings ist dieser Begriff missverständlich, da der Eindruck entstehen könnte, regelmäßige Teilnahme verhindere das Auftreten einer Krebserkrankung. Weiterführende Informationen zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge sind in Kapitel 7.4 zu finden.

Früherkennung (Sekundärprävention) hingegen dient der möglichst frühzeitigen Diagnose einer Erkrankung, bevor klinische Symptome auftreten. Typische Beispiele sind das Mammographie-Screening zur Brustkrebsfrüherkennung oder die

Darmspiegelung zur Detektion von Karzinomen im Frühstadium. Diese Maßnahmen verhindern die Erkrankung nicht, sondern sollen durch frühzeitige Behandlung den Krankheitsverlauf günstig beeinflussen.

Im Rahmen der sekundären Prävention ist daher der Begriff Früherkennung zu verwenden, so wie diese auch in der Krebsfrüherkennungsrichtlinie des G-BA umgesetzt ist.

8.1.2 Ziele eines Screenings / Grundlegende Prinzipien von Screening-Maßnahmen

Das Kernkonzept von Screening ist die Annahme, dass durch die Diagnose einer Erkrankung (z.B. Krebs) in einem frühen Stadium eine Behandlung eher erfolgreich ist und das Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko sinkt. Diese Annahme setzt implizit voraus, dass sich bei unbehandelten Krankheiten die Prognose im weiteren Verlauf verschlechtert. Im Fall von MM und PEK ist eine geringere Tumordicke (d.h. eine Hautläsion in einem weniger fortgeschrittenen Stadium) der wichtigste prognostische Faktor für verbessertes Überleben (siehe z.B. für das Plattenepithelkarzinom [676]). Für Patienten mit einem BZK bedeutet die Entdeckung der Krankheit im Frühstadium eine verbesserte Lebensqualität aufgrund geringerer notwendiger therapeutischer Maßnahmen.

Damit eine Krebsentität für ein Screening in Frage kommt, ist eine (lange) „präklinische Phase“, in der eine Früherkennung möglich ist, eine essentielle Voraussetzung [677]. Die Krankheit beginnt zu einem bestimmten Zeitpunkt, ohne dass sie schon nachweisbar ist. Erst später lässt sich die Krankheit diagnostizieren, z.B. wenn ein solider Tumor eine minimale d.h. sichtbare Größe erreicht hat. Die Phase, bevor man eine Erkrankung auch ohne ein Screening diagnostizieren würde, ist als präklinische Phase oder auch „sojourn time“ bekannt [678]. Demzufolge kann ein Screening nur während dieser präklinischen Phase zu einer früheren Diagnose führen. Die Zeitspanne, um welche die Diagnose vorverlegt wird, nennt man „lead time“. Weder die „lead time“ noch die präklinische Phase lassen sich bei einzelnen Individuen feststellen. Die Verteilung dieser beiden Zeitspannen lässt sich allerdings für eine Bevölkerung, welche gescreent wurde, schätzen. Dabei erwartet man, dass in einer gescreenten Gruppe das Durchschnittsalter zum Diagnosezeitpunkt niedriger ist (um den Wert der jeweiligen „lead time“) als in einer Vergleichsgruppe ohne Screening [678].

Seit der Einführung systematischer Früherkennungsmaßnahmen hat sich die Diskussion um die Zielgrößen (Endpunkte) von Krebsfrüherkennungsprogrammen deutlich weiterentwickelt. Während Schwartz et al. [679] eine verlängerte Lebensdauer und eine erhöhte Lebensqualität als Maßstab für die Effektivität des gesetzlichen Krebsfrüherkennungsprogramms (KFU) beschrieben, gilt heute die Senkung der krankheitsspezifischen Mortalität als zentrales Ziel.

Darüber hinaus werden in modernen Programmen weitere Ergebnis- und Prozessparameter berücksichtigt. Hierzu zählen insbesondere die Reduktion fortgeschrittener Krankheitsstadien, die Verbesserung der Stadienverteilung bei Diagnosestellung, die Erhöhung der Lebenserwartung, die Verringerung krankheitsbedingter Morbidität sowie die Minimierung unerwünschter Effekte wie Überdiagnosen, falsch-positive Befunde oder unnötige invasive Untersuchungen (z. B. Biopsien).

Zudem gewinnen Lebensqualität, Kosten- und Ressourceneffizienz sowie die informierte Entscheidungsfindung der Bevölkerung zunehmend an Bedeutung. Eine

sachgerechte Information über Nutzen, Risiken und Grenzen von Screeningmaßnahmen wird heute als wesentlicher Bestandteil qualitätsgesicherter Früherkennungsprogramme angesehen [680].

In Deutschland sind diese Ziele im Krebsfrüherkennungs- und -registergesetz (KFRG), in den Richtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) sowie in den Vorgaben des Nationalen Krebsplans und den EU-Leitlinien zur Krebsfrüherkennung verankert. Neben der Mortalitätsreduktion werden dabei auch Teilnahmeraten, Intervallkarzinome, Überdiagnoseraten und psychosoziale Folgen regelmäßig als Qualitätsindikatoren herangezogen [681], [680].

Neue Entwicklungen – etwa die Einführung des Lungenkrebs-Screenings mittels Niedrigdosis-CT für Risikogruppen – verdeutlichen, dass sich die Diskussion über Ziele und Endpunkte von Screeningprogrammen dynamisch fortsetzt und künftig zunehmend um Aspekte der personalisierbaren Prävention und der digital gestützten Evaluation ergänzt werden wird. Die Zielgruppe setzt sich aus Personen zusammen, die sich subjektiv gesund fühlen und auch überwiegend gesund sind. Nicht zur Zielgruppe gehören Personen, die wegen Beschwerden oder mit Symptomen zur Untersuchung kommen oder die sich in der Nachsorge befinden. Daher sind in einem Screening wenige positive Testergebnisse zu erwarten.

Nach Morrison et al. [682] teilt ein Screening die Teilnehmer in „Personen mit einer niedrigen Wahrscheinlichkeit erkrankt zu sein“ und „Personen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit erkrankt zu sein“ ein, wobei die zweite Gruppe einer Anschlussdiagnostik (Verdachtsdiagnostik und / oder Bestätigungsdiagnostik, siehe Kapitel 8.3) zur Diagnosesicherung zuzuführen ist. Demnach bezieht sich ein Screening weder auf Diagnostik noch auf Behandlung. Wenn zur Diagnostik einer selbstentdeckten Hautläsion die Untersuchung auf den gesamten Körper ausgedehnt wird, kann man auch hier von einem „Screening“ sprechen.

Nach den Screening-Kriterien von Wilson und Jungner (1968) soll ein Screening auf Krebserkrankungen folgende Punkte abdecken [677]:

1. Die Zielerkrankung sollte ein wichtiges Gesundheitsproblem sein,
2. Der natürliche Verlauf der Erkrankung sollte hinreichend verstanden sein,
3. Ein erkennbares Frühstadium sollte vorhanden sein,
4. Die Behandlung sollte im Frühstadium wirksamer als im Spätstadium sein,
5. Ein wirksamer Test zur Erkennung von Frühstadien sollte vorhanden sein,
6. Der Test sollte akzeptabel sein,
7. Die Untersuchungsintervalle sollten bekannt sein/festgelegt sein,
8. Angemessene Ausstattung des Gesundheitswesens, um den aus dem Screening entstehenden Mehraufwand zu decken,
9. Sowohl die körperlichen als auch die psychischen Risiken sollten geringer als der Nutzen sein,
10. Die Kosten sollten in einem ausgewogenen Verhältnis zum Nutzen stehen.

Diese Kriterien sind zeitlos, haben jedoch eine starke medizinisch-epidemiologische Ausrichtung. Diese wurden von Andermann et al. [683] auf Basis aktuellerer Diskussion überarbeitet und erweitern den Fokus:

- Das Screening-Programm sollte auf einen erkannten Bedarf/ein gesellschaftliches Problem eingehen.
- Die Ziele des Screenings sollten zu Beginn festgelegt werden.
- Es sollte eine definierte Zielgruppe geben.
- Es sollte wissenschaftliche Belege für die Wirksamkeit des Screening-Programms geben.
- Das Programm sollte als Bestandteile Aussagen zu der Ausbildung der Kliniker, den verwendeten Tests, den klinische Abläufe und dem Programmmanagement beinhalten.
- Es sollte eine Qualitätssicherung mit einem Mechanismus zur Minimierung des potenziellen Screening-Risikos geben.
- Das Programm sollte eine informierte Entscheidung, Vertraulichkeit und Achtung der Autonomie des Individuums gewährleisten.
- Das Programm sollte die Gerechtigkeit sicherstellen und den Zugang zum Screening für die gesamte Zielgruppe ermöglichen.
- Die Programmevaluierung sollte von Anfang an geplant sein.
- Der Gesamtnutzen des Screenings sollte den Schaden überwiegen.

Damit wird Screening nicht nur aus medizinischer Sicht bewertet, sondern auch unter ethischen, organisatorischen und sozialen Aspekten. In Deutschland, Europaweit und bei WHO-Empfehlungen gelten die Andermann- Kriterien heute als Standard, insbesondere für neue Programme oder die Evaluation bestehender Programme. Wilson & Jungers Kriterien bleiben grundlegend, werden jedoch als medizinische Minimalanforderung gesehen, während Andermann die praktische Umsetzung in modernen Gesundheitssystemen reflektiert.

Hautkrebs erfüllt die meisten, wenn nicht alle der relevanten Screening-Kriterien und gilt daher grundsätzlich als screeningtauglich. Zur vollständigen Bewertung aller zehn Kriterien sind jedoch weitere Evidenzdaten erforderlich, insbesondere zu potenziellen Schäden eines Hautkrebs-Screenings, zur Kosteneffektivität sowie zum optimalen Untersuchungsintervall. In einem Screening-Programm werden die Untersuchungen in der Regel von speziell geschulten Ärztinnen und Ärzten durchgeführt. Grundsätzlich kann ein Screening entweder populationsweit erfolgen (bevölkerungsbezogenes bzw. Massenscreening), ohne eine Differenzierung nach Untergruppen vorzunehmen, oder gezielt auf bestimmte Bevölkerungssegmente ausgerichtet sein (Risikogruppenscreening). Letzteres wird bei Personengruppen mit einer erhöhten Erkrankungswahrscheinlichkeit, beispielsweise für Hautkrebs, angewendet [677].

Da der positiv prädiktive Wert (PPV, siehe unten) von der Prävalenz einer Erkrankung in der untersuchten Population abhängt und diese in Risikogruppen definitionsgemäß höher ist, erreichen Screening-Programme üblicherweise die höchste Effizienz und Effektivität, wenn sie auf Hochrisikopopulationen ausgerichtet sind. In diesen Gruppen ist der PPV im Vergleich zu Nichtrisikogruppen signifikant verbessert, was zu einer höheren diagnostischen Produktivität des Screenings führt.

Ein Screening-Programm kann systematisch durchgeführt werden, womit ein hochgradig organisiertes Programm mit einer standardisierten und qualitätsgesicherten Screening-Untersuchung gemeint ist. Im Gegensatz dazu wird ein dezentrales unsystematisches Screening auch als „opportunistisches“ oder „graues“ Screening

bezeichnet [677]. Wegen des Fehlens einer standardisierten Screening-Prozedur lassen sich Evaluationen opportunistischer Screenings nur unter Schwierigkeit durchführen.

Ein systematisches Screening-Programm umfasst eine Reihe definierter, standardisierter Komponenten, die auf eine hohe diagnostische Qualität, Effektivität und Akzeptanz ausgerichtet sind [681], [684], [678]; (vgl. [685], [681], [684], [678]). Die wesentlichen Elemente sind:

Zielpopulation
Die präzise Definition der Zielgruppe bildet die Grundlage jedes Screening-Programms. Sie legt fest, welche Bevölkerungssegmente aufgrund von Alter, Geschlecht, genetischer Prädisposition oder weiteren Risikofaktoren in das Programm eingeschlossen werden. Eine differenzierte Risikostratifizierung ermöglicht zunehmend eine personalisierte Ausrichtung von Screening-Maßnahmen.

Rekrutierungs- und Teilnahmestrategie
Zur Gewährleistung einer hohen Teilnahmequote und zur Minimierung von Selektionsverzerrungen ist eine systematische Einladung und Erinnerung der Zielpersonen erforderlich. Hierzu zählen personalisierte Einladungs- und Erinnerungsschreiben, Informationskampagnen über Massen- und soziale Medien sowie zunehmend digitale Kommunikationswege (z. B. Online-Portale, Apps). Zentrale Voraussetzung ist die Bereitstellung verständlicher und ausgewogener Informationen, die eine informierte Entscheidung über die Teilnahme ermöglichen.

Screening-Test
Der eingesetzte Test muss wissenschaftlich validiert sein und über eine hinreichende Sensitivität, Spezifität, Reproduzierbarkeit und Akzeptanz verfügen. Seine Anwendung sollte auf evidenzbasierten Kriterien beruhen und einer kontinuierlichen Qualitätssicherung unterliegen. Bei neuen Testverfahren (z. B. molekulargenetischen oder KI-basierten Ansätzen) sind zusätzliche Validierungs- und Sicherheitsprüfungen erforderlich.

Qualifikation und Training des Personals
Alle beteiligten Ärztinnen, Ärzte und Fachkräfte müssen über eine standardisierte Ausbildung, Ergebnisevaluation regelmäßige Fortbildungen und zertifizierte Qualifikationen verfügen. Hierdurch wird die Einheitlichkeit der Durchführung, Befundung und Kommunikation gewährleistet.

Screening-Intervall
Das zeitliche Intervall zwischen den Untersuchungen orientiert sich an der natürlichen Krankheitsprogression, den Testcharakteristika sowie aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen. Eine regelmäßige Reevaluation der Intervalle ist Bestandteil der Qualitätssicherung.

Nachverfolgung und Abklärung positiver Befunde
Für auffällige Screening-Ergebnisse muss ein standardisiertes, qualitätsgesichertes Abklärungsverfahren etabliert sein. Dazu gehören die zeitnahe Diagnostik, die Dokumentation der Ergebnisse sowie die Sicherstellung einer adäquaten therapeutischen Weiterbetreuung.

Evaluation und Qualitätssicherung
Die fortlaufende Evaluation eines Screening-Programms ist essenziell, um seine Effektivität, Effizienz und Sicherheit nachzuweisen. Sie umfasst:

- Prozessevaluation (z. B. Teilnahmerate, Nachverfolgungsrate, Fehlerraten, zeitliche Abläufe)
- Evaluation der Qualifizierung (z. B. Schulung, Zertifizierung, Auditierungen)
- Evaluation der Kommunikations- und Rekrutierungsstrategien

Zudem ist eine kontinuierliche externe Qualitätssicherung (z. B. durch Referenzzentren, Ringvergleiche, Audits) erforderlich

Ethische, rechtliche und datenschutzrechtliche Rahmenbedingungen

Die Teilnahme am Screening muss auf einer informierten, freiwilligen Entscheidung beruhen. Alle Teilnehmenden sind über Nutzen, Risiken, mögliche Überdiagnosen sowie über die Konsequenzen positiver oder negativer Befunde aufzuklären. Datenschutz und Datenintegrität sind durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zu gewährleisten.

Berichtswesen und Transparenz
Ein strukturiertes Berichtssystem dient der öffentlichen Rechenschaftslegung und der wissenschaftlichen Nachvollziehbarkeit. Regelmäßige Jahresberichte mit standardisierten Leistungsindikatoren (z. B. Teilnahmequote, Detektionsrate, PPV, Falsch-Positiv-Rate) sind zu veröffentlichen.

Dynamische Anpassung und Innovation
Screening-Programme müssen regelmäßig auf Basis neuer wissenschaftlicher Evidenz, technologischer Entwicklungen und epidemiologischer Trends überprüft und angepasst werden. Dies schließt die Implementierung innovativer diagnostischer Verfahren, digitaler Datenverarbeitungssysteme sowie risikoadaptierter Ansätze ein.

Zusammenfassend gilt: Ein modernes, evidenzbasiertes Screening-Programm ist ein komplexes, mehrstufiges System, das nicht nur auf die Früherkennung von Krankheiten zielt, sondern auch auf Qualität, Sicherheit, informierte Teilhabe und Transparenz. Die Integration von Evaluation, Qualitätssicherung und ethischer Reflexion ist hierbei unverzichtbar, um einen nachhaltigen Nutzen für die Bevölkerung zu gewährleisten.

8.1.3 Kenngrößen eines Screenings

Ein Screening-Test dient ausschließlich dazu, innerhalb einer bestimmten Zielgruppe verdächtige Befunde zu identifizieren. Dabei bilden sich vier Gruppen: die Richtig-Positiven (Erkrankte und als solche erkannt), die Falsch-Positiven (Gesunde, jedoch als krank diagnostiziert), die Falsch-Negativen (Erkrankte, jedoch für gesund befunden) sowie die Richtig-Negativen (Gesunde und als solche erkannt).

Die **Sensitivität** (Empfindlichkeit) eines Tests gibt den Anteil der tatsächlich erkrankten Personen an, die durch das Screening korrekt als krank identifiziert werden. Sie beschreibt somit die Fähigkeit des Tests, Erkrankte zu erkennen. Ein Test mit hoher Sensitivität weist nur wenige falsch-negative Ergebnisse auf und eignet sich daher insbesondere zur Anwendung in Situationen, in denen das Übersehen einer Erkrankung schwerwiegende Konsequenzen hätte.

Die **Spezifität** eines diagnostischen Testverfahrens gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass tatsächlich Gesunde, die nicht an der betreffenden Erkrankung leiden, im Test auch als gesund erkannt werden. Sie spiegelt somit die Fähigkeit eines Tests wider, Gesunde von Kranken zu unterscheiden. Ein hoher Spezifitätswert ist wünschenswert, um die Zahl falsch-positiver Ergebnisse und damit unnötige weiterführende Diagnostik oder psychische Belastungen für Betroffene zu minimieren.

Der **positive prädiktive Wert** (PPV) oder positive Vorhersagewert gibt an, wie viele Personen, bei denen eine bestimmte Krankheit mittels eines Testverfahrens festgestellt wurde, auch tatsächlich krank sind. Der PPV hängt nicht nur von Sensitivität und Spezifität, sondern in erheblichem Maße auch von der Prävalenz der Erkrankung in der untersuchten Population ab. Bei seltenen Erkrankungen kann der PPV trotz hoher Testgüte relativ niedrig sein, da in absoluten Zahlen mehr falsch-positive als richtig-positive Ergebnisse auftreten [686].

Der **negative prädiktive Wert** (NPV) oder negative Vorhersagewert gibt an, wie viele Personen, bei denen eine bestimmte Krankheit mittels eines Testverfahrens nicht festgestellt wurde, auch tatsächlich gesund sind. Ein hoher NPV zeigt, dass ein negatives Testergebnis mit hoher Wahrscheinlichkeit das Fehlen der Erkrankung anzeigt. Wie der PPV wird auch der NPV durch die Prävalenz der Erkrankung beeinflusst – mit zunehmender Prävalenz sinkt der NPV.

Sensitivität und Spezifität beschreiben die testimmanente Güte eines diagnostischen Verfahrens und sind unabhängig von der Krankheitsprävalenz. Im Gegensatz dazu sind der positiv und negativ prädiktive Wert prävalenzabhängige Maße, die die klinische Aussagekraft eines Testergebnisses in einer bestimmten Population widerspiegeln.
Eine umfassende Bewertung eines Screeningtests erfordert daher stets die gemeinsame Betrachtung dieser Kenngrößen, um sowohl die Zuverlässigkeit als auch die praktische Relevanz der Testergebnisse adäquat beurteilen zu können.

Krebs ist eine fortschreitende Erkrankung und ein Screening zielt allgemeinhin darauf ab, eine Krebserkrankung zu einem früheren Zeitpunkt zu entdecken als man sie in der Regelversorgung diagnostizieren würde - insbesondere, bevor der Tumor ein invasives Stadium erreicht hat.

Ein Screening-Test ist wie fast jeder diagnostische Test selten 100 % sensitiv (d.h. alle Individuen, welche die Erkrankung haben, werden als „richtig-positive“ entdeckt), weil es sich eben nicht um einen diagnostischen Test handelt. Normalerweise existiert kein „Goldstandard“ für den Vergleich des Krankheitsstatus. Bei den meisten Teilnehmern des HKS handelt es sich um „richtig-negative“ (negatives Testergebnis und frei von der Krankheit) oder um „falsch-positive“, d.h. ein positives Testergebnis, obwohl die Krankheit nicht vorhanden ist. Nur bei einem Bruchteil der gescreenten Personen handelt es sich um „richtig-positive“, d. h. sie haben einen positiven Test und sind von der Erkrankung betroffen.

8.1.4 Screening im Rahmen von Krebsfrüherkennungsuntersuchungen

Die Teilnahme an Krebsfrüherkennungsuntersuchungen in Deutschland richtet sich nach Alter, Geschlecht und definierten Untersuchungsintervallen. Grundlage bilden die Krebsfrüherkennungs-Richtlinie (KFE-RL) sowie die organisierten Programme des

Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA). Ziel ist die frühzeitige Erkennung prämaligner und maligner Läsionen zur Reduktion krebsspezifischer Morbidität und Mortalität.

Gebärmutterhalskarzinom (Zervixkarzinom)

Frauen ab dem 20. Lebensjahr haben Anspruch auf eine jährliche gynäkologische Untersuchung.

- Im Alter von 20 bis 34 Jahren erfolgt zusätzlich ein jährlicher zytologischer Abstrich (Pap-Test).
- Ab dem 35. Lebensjahr wird ein Kombinationstest (Ko-Test) aus Pap-Abstrich und HPV-Test alle drei Jahre angeboten. Die Maßnahme ist Teil des organisierten Zervixkarzinom-Screeningprogramms nach § 25 Abs. 2 SGB V.

Kolorektales Karzinom

Versicherte ab dem 50. Lebensjahr können am organisierten Darmkrebsscreening teilnehmen.

- Es besteht Anspruch auf zwei Koloskopien im Mindestabstand von zehn Jahren, oder alternativ
- auf einen immunologischen Test auf okkultes Blut im Stuhl (iFOBT) im zweijährlichen Intervall.

Die bisherige geschlechtsspezifische Altersgrenze (Männer ab 50, Frauen ab 55) wurde im Jahr 2025 aufgehoben, sodass nun einheitliche Teilnahmebedingungen gelten.

Mammakarzinom

Das organisierte Mammographie-Screening-Programm richtet sich an Frauen zwischen 50 und 75 Jahren.

- Die Untersuchung wird im zweijährlichen Intervall durchgeführt,
- der Mindestabstand beträgt 22 Monate zwischen zwei Untersuchungen.

Seit Juli 2024 wurde die obere Altersgrenze von 69 auf 75 Jahre angehoben. Frauen zwischen 70 und 75 Jahren können sich derzeit eigeninitiativ anmelden, bis das Einladungsverfahren flächendeckend etabliert ist.

Prostatakarzinom

Männer ab dem 45. Lebensjahr haben Anspruch auf eine jährliche ärztliche Untersuchung zur Früherkennung, einschließlich digital-rektaler Palpation.
Der PSA-Test ist keine Regelleistung der gesetzlichen Krankenversicherung, sondern eine individuelle Gesundheitsleistung (IGeL). Der Nutzen des PSA-Screenings zur Mortalitätssenkung ist wissenschaftlich weiterhin Gegenstand der Diskussion.

Lungenkarzinom

Seit September 2025 besteht für langjährige, aktive und ehemalige Raucherinnen und Raucher zwischen 50 und 75 Jahren) Anspruch auf ein Lungenkrebs-Screening mittels Niedrigdosis-Computertomographie (LD-CT) pro Jahr. Dieses neue Programm soll die Lungenkrebssterblichkeit in Hochrisikopopulationen senken und ist das erste seiner Art in Europa.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Krebsfrüherkennung in Deutschland sind in verschiedenen Gesetzen, Richtlinien und europäischen Empfehlungen verankert. Sie bilden die Grundlage für die Durchführung, Qualitätssicherung und Evaluation der Früherkennungsprogramme.

- Gesetz zur Verbesserung der Rechte von Patientinnen und Patienten (Patientenrechtegesetz):
    - Inkrafttreten: Februar 2013
    - Das Patientenrechtegesetz normiert den Behandlungsvertrag im Bürgerlichen Gesetzbuch (§§ 630a ff. BGB) und konkretisiert die Pflichten der Behandelnden, insbesondere Aufklärung, Information und Dokumentation. Es stärkt die Rechte von Patientinnen und Patienten gegenüber Leistungserbringern und Kostenträgern, regelt die Verfahren bei Behandlungsfehlern und fördert die Beteiligung der Patientenvertretungen in der Selbstverwaltung des Gesundheitswesens.
    - Rechtsgrundlage: BGBl. I 2013, S. 277
- Gesetz zur Stärkung der Gesundheitsförderung und der Prävention (Präventionsgesetz – PrävG)
    - Inkrafttreten: Juli 2015
    - Mit dem Präventionsgesetz wurde das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch (SGB V) insbesondere in §§ 20 ff. SGB V geändert. Es stärkt die Zusammenarbeit von Sozialversicherungsträgern, Ländern und Kommunen in der Gesundheitsförderung und Prävention. Ziel ist die Verbesserung der Lebensweltenprävention und die Ausweitung von Früherkennungsuntersuchungen über alle Altersgruppen hinweg. Zudem werden Maßnahmen zum Impfschutz und zur Gesundheitsberichterstattung geregelt.
    - Rechtsgrundlage: BGBl. I 2015, S. 1368
- Gesetz zur Weiterentwicklung der Krebsfrüherkennung und zur Qualitätssicherung durch klinische Krebsregister (Krebsfrüherkennungs- und -registergesetz – KFRG)
    - Inkrafttreten: April 2013
    - Das KFRG schuf die rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen für den Aufbau flächendeckender klinischer Krebsregister in allen Bundesländern. Es zielt auf eine systematische Erfassung, Auswertung und Rückmeldung onkologischer Versorgungsdaten ab und stärkt die Qualitätssicherung in der Krebsfrüherkennung und -behandlung. Zugleich wurde § 25a SGB V eingeführt, der die rechtliche Grundlage für organisierte Krebsfrüherkennungsprogramme (oKFE-RL) bildet.
    - Ergänzend: Durch das Gesetz zur Zusammenführung von Krebsregisterdaten (August 2021) wurden das Bundeskrebsregisterdatengesetz (BKRG) und § 65c SGB V angepasst, um eine datenschutzkonforme Zusammenführung und Nutzung klinischer Registerdaten zu ermöglichen.
    - Rechtsgrundlage: BGBl. I 2013, S. 730; BGBl. I 2021, S. 3510
- Empfehlungen des Rates der Europäischen Union zur Krebsfrüherkennung
    - Verabschiedung: Dezember 2003 (2003/878/EG)
    - Diese Empfehlung fordert die Mitgliedstaaten auf, bevölkerungsbezogene Screeningprogramme zur Früherkennung von Brust-, Zervix- und

kolorektalem Karzinom nach einheitlichen Qualitätsstandards zu implementieren. Die Empfehlungen wurden 2022 durch einen Beschluss der EU-Kommission erweitert und beziehen nun auch Lungen-, Prostata- und Magenkarzinome in die langfristige Screeningstrategie der EU ein.
    - Rechtsgrundlage: ABl. EU L 327 vom 16. 12. 2003; aktualisiert 2022

- Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Früherkennung von Krebserkrankungen (Krebsfrüherkennungs-Richtlinie, KFE-RL)

    - Inkrafttreten: Juni 2009; zuletzt geändert: 18. Juni 2025 (Inkrafttreten am 5. September 2025)
    - Die KFE-RL regelt die ärztlichen Maßnahmen zur Früherkennung von Krebserkrankungen, insbesondere Anspruchsvoraussetzungen, Altersgrenzen, Untersuchungsintervalle, Dokumentationspflichten und Qualitätssicherung. Sie definiert den Leistungsumfang der gesetzlichen Krankenversicherung im Bereich der Krebsfrüherkennung.
    - Wesentliche jüngste Änderung (2025) ist die Einführung des Lungenkrebs-Screenings mittels Niedrigdosis-CT für definierte Risikogruppen.

- Richtlinie für organisierte Krebsfrüherkennungsprogramme (oKFE-RL)

    - Inkrafttreten: 1. Januar 2020
    - Die oKFE-RL konkretisiert die Anforderungen an organisierte Screeningprogramme gemäß § 25a SGB V. Sie legt verbindlich fest:

        - Einladungs- und Informationsverfahren,
        - Datenschutz- und Widerspruchsrechte,
        - Durchführung, Dokumentation und Qualitätssicherung der Untersuchung,
        - Evaluation und Programmbeurteilung.
        - Aktuell regelt sie die organisierten Programme zur Brustkrebs-, Zervixkarzinom- und Darmkrebsfrüherkennung

8.1.5 Nutzen und Schaden

Hautkrebs-Screening (HKS) zielt darauf ab, malignen Hauttumoren, insbesondere malignen Melanomen (MM), Basalzellkarzinomen (BZK) und Plattenepithelkarzinomen (PEK), frühzeitig zu erkennen, um Morbidität und Mortalität zu reduzieren. Grundsätzlich muss bei allen Screeningprogrammen eine **Nutzen-Schaden-Abwägung** vorgenommen werden. Hierfür ist es notwendig, die potentiellen Schäden und den potentiellen Nutzen einer Screeningmaßnahme zu identifizieren und in diese Einschätzung sowohl direkte klinische Effekte als auch psychosoziale und ökonomische Aspekte einfließen zu lassen. Insgesamt sollte ein Screening darauf abzielen, Lebenserwartung, krankheitsfreie Jahre oder qualitätsadjustierte Lebensjahre (QALY) zu erhöhen und dabei kosteneffektiv zu sein, womit die mit der Untersuchung verbundenen Kosten in einem akzeptablen Verhältnis zum gesundheitlichen Nutzen stehen (siehe hierzu Kapitel 9.2).

Potentieller Nutzen des Hautkrebs-Screenings:

Laut Krebsfrüherkennungs-Richtlinie ist das Ziel der Früherkennungsuntersuchung auf Hautkrebs die frühzeitige Entdeckung des Malignen Melanoms, des Basalzellkarzinoms sowie des Spinozellulären Karzinoms [681]. Dadurch sollen die Behandlungsoptionen verbessert und letztlich Sterblichkeit und Morbidität reduziert werden. Das Ziel der Mortalitätsreduktion ist damit impliziert und die Effektivität des Screenings wird sowohl in empirischen Analysen als auch in politischen Diskussionen anhand dieses Parameters beurteilt.
Neben der Mortalitätsreduktion zielt das Screening darauf ab, die Morbidität zu beeinflussen. Hierbei werden vor allem Veränderungen in Tumorcharakteristika und Krankheitsschwere angestrebt, die beispielweise durch Änderungen der stadienspezifischen Inzidenz, der Erhöhung des Anteils von in situ-Tumoren und einer Reduktion fortgeschrittener Tumoren sowie einer Reduktion des Anteils von prognostisch ungünstigen Fällen messbar werden.
Als weiterer potentieller Nutzen des Screeningprogramms kann die Erhöhung des Bewusstseins für Hautkrebsrisiken und die Förderung präventiver Verhaltensweisen genannt werden. Zudem können Teilnehmende mit „richtig-negativen“ Testergebnis vom HKS profitieren, weil die ärztliche Bestätigung von Gesundheit als positiv aufgenommen wird. Ein weiterer Vorteil bietet der sichere, kostengünstige und nicht-invasive Screening-Test mittels Ganzkörperuntersuchung. Der weder für die Patienten schmerzhaft noch für die Ärzte übermäßig zeitaufwendig. Bisher sind keine Nachteile bekannt, die direkt durch eine Ganzkörperuntersuchung direkt entstehen, abgesehen davon, dass es dem Teilnehmer unangenehm sein kann, sich für ein Screening komplett zu entkleiden.

Potentieller Schaden eines Hautkrebs-Screenings:

Falsch-positive Befunde und Überdiagnose
Ein oft diskutierter Schaden besteht in falsch-positiven Befunden, die zu unnötigen Biopsien und Exzisionen gutartiger Läsionen führen. Die Number Needed to Excise (NNE) variiert stark je nach Untersucherfahrung und dem Einsatz der Dermatoskopie. Diese falsch-positiven Ergebnisse können zu überflüssigen weiterführenden Tests und/oder Untersuchungen führen, die den Patienten schädigen können. Unnötige Biopsien können Komplikationen verursachen und zusätzlich zu unansehnlichen und zahlreichen Narben führen. Wenn diese Narben an sichtbaren Körperteilen, wie z.B. im Gesicht auftreten, kann das beim Patienten psychologischen Stress verursachen. Zudem wird auch das Gesundheitssystem unnötigerweise belastet.
Die Lebensqualität kann durch Sorge und Stress in der Wartezeit auf das endgültige (negative) Untersuchungsergebnis beeinträchtigt sein. Gerichtliche Schritte können von solchen Personen eingeleitet werden, die von Komplikationen während der nachfolgenden Prozeduren betroffen waren. Das kann das Vertrauen der Öffentlichkeit in ein Screening vermindern.

8.1	Evidenzbasiertes Statement	modifiziert 2026
ST	Negative Folgen eines Hautkrebs-Screenings bestehen in Exzisionen mit gutartiger Histologie (falsch-positive Tests). Die in Studien beschriebene Number-Needed-to-Excise reicht hierbei von 3,25 bis 179, d. h. zwischen 3,25 und 179 Exzisionen sind nötig, um einen malignen Hauttumor histologisch zu bestätigen.	
Evidenzlevel **2+**	[687], [688], [689], [690]	
	Konsens	

Viele Studien zeigten, dass sich verdächtige Hautläsionen als benigne Läsionen herausstellen. Der Anteil von histopathologisch bestätigten gutartigen Läsionen reicht von 70 % bis fast 90 % [687], [689], [690], [688].

- Nur ein geringer Anteil der Patienten erhält ein „richtig-positives“ Screening-Ergebnis. Eine Weitergabe dieses Wissens durch die Ärzte an ihre Patienten könnte den Druck und die Angst der Patienten mit möglicherweise „falsch-positiven“ Testergebnissen verringern.
- Zu der Anzahl der benötigten Exzisionen (NNE), um einen malignen Hauttumor zu finden, werden unterschiedliche Angaben gemacht. Beispielsweise zeigte eine Studie zu einem HKS eine Exzisionsrate pro neudiagnostiziertem MM von 179:1, was auf eine geringe diagnostische Spezifität hinweist [688]. Im Gegensatz dazu mussten im deutschen SCREEN-Projekt nur 27 Exzisionen durchgeführt werden, um ein MM zu entdecken, während die NNE für BZK bei 8:1 und PEK bei 41:1 lag [687]. Im SCREEN-Projekt erhielten die Dermatologen und andere qualifizierte Ärzte ein zusätzliches Training zur Früherkennung [687], was in der Studie von Schmitt et al. nicht der Fall war [688]. Das mag zu der niedrigeren NNE geführt haben und unterstreicht die Wichtigkeit von speziellen Schulungsmaßnahmen und Fortbildungen für Ärzte, die am HKS teilnehmen.

Schließlich wird man während eines Screenings auch sehr langsam wachsende Tumoren entdecken, bei denen es, theoretisch / statistisch gesehen, unwahrscheinlich ist, dass sie jemals den Patienten geschädigt hätten oder zu irgendeinem Zeitpunkt für den Patienten lebensbedrohlich geworden wären. Dieses wird als Überdiagnose definiert. In solchen Fällen können diagnostische und therapeutische Maßnahmen einen größeren Einfluss auf die Lebensqualität ausüben und höhere Kosten verursachen als die Erkrankung selbst, ohne frühzeitige Diagnose. Aus medizin-ethischer Perspektive sind Ärztinnen und Ärzte verpflichtet, gemäß den Prinzipien der Schadensvermeidung (*non-maleficence*) und der Fürsorge (*beneficence*) zu handeln. Vor diesem Hintergrund kann die chirurgische Entfernung eines Karzinoms, das möglicherweise niemals klinisch relevant geworden wäre, als potenziell schädlich betrachtet werden. Da Screeningprogramme darauf abzielen, Tumore in einem frühen, symptomfreien Stadium zu identifizieren, bleibt häufig unklar, welchen Einfluss der Tumor im weiteren Verlauf tatsächlich auf die Gesundheit des Patienten gehabt hätte. Dieses Spannungsfeld

führt zu einem ethischen Dilemma: Ärztinnen und Ärzte handeln sowohl im Sinne der individuellen Fürsorge und des Patientenwohls als auch im Rahmen evidenzbasierter Screeningstrategien, wenn Tumore frühzeitig entfernt werden, um potenziellen zukünftigen Schaden zu verhindern. Gleichzeitig werden solche Interventionen epidemiologisch als Überdiagnosen klassifiziert.

Falsch-negative Testergebnisse und Intervallkarzinome

Falsch-negative Ergebnisse können zu einer trügerischen Sicherheit führen; so sagt der Patient möglicherweise Arzttermine ab, weil das frühere Screening nahegelegt hat, dass alles in Ordnung sei. In diesem Fall bleibt der Tumor so lange unentdeckt, bis er sich von selbst bemerkbar macht oder in der nächsten Screening-Runde entdeckt wird. Dann ist es möglicherweise für eine Behandlung zu spät oder der Tumor ist in einem weiter fortgeschrittenen Stadium, als es eventuell bei einer klinischen Diagnose ohne Screeningangebot der Fall gewesen wäre. Das kann zu einer erhöhten Morbidität, teuren Therapien und reduzierter Lebensqualität durch die verspätete Diagnose führen. In dem extremen Fall von MM, welches mit einer potenziell hohen Metastasierungswahrscheinlichkeit einhergeht, kann ein falsch-negatives Testergebnis möglicherweise zum Tod führen. Osborne et al. [691] berichten über die Treffsicherheit zur Diagnose von „falsch-negativen“ in unterschiedlichen Kliniken. Sie fanden heraus, dass die Anzahl der „falsch-negativen“ in spezialisierten Hautkliniken („pigmented lesion clinics“) am niedrigsten war. Sie schließen daraus, dass die Erfahrung von Dermatologen, die in solch spezialisierten Kliniken tätig sind, für die verbesserte diagnostische Präzision verantwortlich sein mag [691].
Gerichtliche Schritte können von solchen Personen eingeleitet werden, die von späten Hautkrebsstadien betroffen sind, obwohl sie an einem HKS teilgenommen haben. Auch das kann das Vertrauen der Öffentlichkeit in Screening-Maßnahmen vermindern.
Intervallkarzinome, also Tumoren, welche zwischen zwei Screening-Untersuchungen entdeckt werden [686], können auch trotz eines wirksamen Screening-Programms auftreten. Hierbei handelt es sich nicht um falsch-negative Ergebnisse. Intervallkarzinome treten entweder auf, weil das Screening-Intervall zu lang ist oder weil der Patient von einem besonders schnell wachsenden Tumor betroffen ist. Auch die übersehenen Tumoren (falsch-negativer Test) werden zu den Intervallkarzinomen gezählt. Eine Unterscheidung zwischen den zwischenzeitlich entstandenen und den übersehenen Tumoren ist beim HKS nicht möglich.

„Falsch-negative“ Testergebnisse können jedoch auch dafür genutzt werden, um das angemessene Screening-Intervall für das HKS festzulegen. Das würde die potenziellen negativen Konsequenzen „falsch-negativer“ Ergebnisse reduzieren, jedoch die „falsch-positiven“ erhöhen. Ein Screening-Intervall, welches zu kurz ist, z.B. alle drei Monate für Hochrisikopersonen, könnte langfristigen psychologischen Stress verursachen und die Lebensqualität einer Person nachteilig beeinflussen.

Psychosoziale und kosmetische Schäden
Screening-assoziierte Biopsien können negative kosmetische Ergebnisse und potenziell psychologische Belastungen mit sich bringen, die als weiterer potentieller Schaden eines Screenings berücksichtigt werden müssen.

Patienten mit „richtig-positiven“ Ergebnissen können durch die Diagnose unter Druck gesetzt werden, weil ihre Krankheitsphase durch die frühere Diagnose aufgrund des Screenings verlängert wird und erst abgewartet werden muss, ob sie von der umgehenden Behandlung profitieren [689], [678]. Des Weiteren können Verspätungen in der Überweisung verdächtiger Läsionen (durch eine Konsultation beim Dermatologen

oder weiterführende Prozeduren) potenzielle Schäden erhöhen, z. B. durch Zunahme der Tumordicke von MM und einem Rückgang der Überlebensraten an MM [692].

Forschungsbedarf
Ein wichtiges Instrument der Kosten-Nutzen-Beurteilung sind Kosten-Nutzen- und Kosten-Effektivitätsanalysen, die untersuchen, ob ein Screening in einem Gesundheitssystem sinnvoll eingesetzt werden kann. Hierbei werden die mit einem Screening verbundenen Kosten mit den gesundheitlichen Effekten, meist quantifiziert über Lebensjahre (LY) oder qualitätsadjustierte Lebensjahre (QALY) verglichen. Bei Hautkrebs-Screenings besteht die Herausforderung darin, nicht nur medizinische Endpunkte (z. B. Mortalität) zu betrachten, sondern auch die direkte und indirekte gesundheitssystembezogene Kostenbelastung sowie potenzielle Schäden durch Screening (z. B. Überdiagnose, Übertherapie und falsch-positive Ergebnisse). Für das HKS in Deutschland ist eine solche Kosteneffektivitätsanalyse noch ausstehend und dringend erforderlich (siehe hierzu auch Kapitel 0).
Darüber hinaus, konzentrieren sich die meisten Studien zu negativen Konsequenzen von HKS auf unnötige Biopsien und die NNE. Weitere Forschung zu anderen Faktoren, welche einen Einfluss auf potenzielle Schäden haben, ist notwendig.

Die folgenden Punkte sollten berücksichtigt werden:

- Untersuchung von Risikofaktoren für „falsch-positive“ und „falsch-negative“ Ergebnisse sowohl in Risikogruppen als auch bei Personen ohne Risikomerkmale,
- Überdiagnosen im HKS müssen untersucht werden,
- Studien zu Intervallkarzinomen, um das optimale Screening-Intervall festzulegen und „falsch-negative“ Ergebnisse zu reduzieren,
- die NNE von geschulten vs. ungeschulten Ärzten und die daraus resultierenden Konsequenzen für die Patienten,
- die kommunikativen Fähigkeiten von Ärzten und medizinischem Assistenzpersonal, um die Teilnehmer über potenziellen Nutzen und Risiken des HKS aufzuklären,
- die negativen psychologischen Effekte, welche mit der Unsicherheit von möglichen „falsch-negativen“ und „falsch-positiven“ Ergebnissen eines HKS assoziiert sind,
- negative Auswirkungen von Screenings für die Ärzte (Zeitaufwand usw.).

8.1.6 Methoden der Hautkrebsfrüherkennung

8.1.6.1 Routinemäßige Selbstuntersuchungen der Haut

8.2	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Die Hautselbstuntersuchung soll empfohlen werden.	
	Konsens	

In Bezug auf individuelle Maßnahmen könnte die routinemäßige Selbstuntersuchung der Haut (SSE, skin self examination) eine erfolgversprechende Methode zur Früherkennung maligner Hauttumoren sein, da sie kostenlos und frei von Unannehmlichkeiten ist.

Hinsichtlich der durchschnittlichen Melanomdicke konnten Titus et al. [693], die den Effekt einer Hautselbstuntersuchung in New Hampshire untersuchten, keinen signifikant positiven Effekt (0,68 mm versus 0,91 mm) beobachten. Eine Assoziation zwischen der Melanomdicke (≥1mm versus <1mm) und Hautselbstuntersuchung konnte zwar für eine einzelne Subgruppe (Selbstuntersuchung 1-11x/Jahr: OR 0,39, 95% CI 0,18-0,81), nicht aber insgesamt gezeigt werden (OR: 0,68 95% CI: 0,42-1,10) [693]. Bei der Statistik fällt multiples Testen auf und für die Gruppierung der Häufigkeit der Selbstuntersuchungen fehlt eine Rationale. Darüber hinaus berichten sie eine mögliche Verringerung des Melanomrisikos durch eine Hautselbstuntersuchung, wenn diese 1 bis 11-mal pro Jahr durchgeführt wurde (OR: 0,74; 95% CI 0,54-1,02). Es zeigte sich insgesamt jedoch keine Assoziation zwischen der Häufigkeit der Hautselbstuntersuchung und der Wahrscheinlichkeit ein Melanom zu detektieren (OR: 0,91, 95% CI 0,71-1,16). Außerdem fanden die Autoren eine reduzierte

Wahrscheinlichkeit einer Melanomdiagnose bei Patienten, die ihre Haut selbst untersucht hatten und über einen Arztbesuch während des letzten Jahres berichteten (OR: 0,54, 95% CI 0,38-0,79).

Paddock et al. [694] konnten in einer 20-Jahres-Überlebensstudie bei Patienten, die 1987-1989 in Connecticut die Erstdiagnose Melanom erhielten, keine Assoziation zwischen der Hautselbstuntersuchung und der Melanommortalität nachweisen (adj. Hazard Ratio: 1,12, 95% CI 0,61–2,06 Selbstuntersuchung versus keine Selbstuntersuchung).

Die Treffsicherheit durch den Gebrauch von „mole mapping diagrams“ wurde in From eines RCT überprüft und war in der Interventionsgruppe erfolgreicher als in der Kontrollgruppe. Die Autoren beschreiben, dass eine erhöhte Treffsicherheit zur Identifikation neuer Hautläsionen durch die Nutzung von „mole mapping diagrams“ das Potential habe, die Mortalität durch Melanome zu reduzieren und dass es sich um eine einfache und kostengünstige Maßnahme handelt [695].

Weitere Studien weisen darauf hin, dass eine Fotodokumentation in Verbindung mit SSE die diagnostische Güte von SSE erhöhen kann, was zu einer reduzierten Exzisionrate führt [696]; [697].

Muhn et al. (2000) hingegen schlossen aus ihrer Studie, dass SSE nur eine mäßig effektive Methode ist, um Veränderungen in der Größe existierender Hautläsionen festzustellen. Sie untersuchten die Fähigkeit von Hochrisikopersonen, Veränderungen in der Größe ihrer Muttermale auf dem Rücken zu erkennen. Zu Beginn der Studie wurden diese Hochrisikopatienten in der Durchführung der SSE geschult. Die Autoren berichten, dass ein großer Anteil der Studienteilnehmer (25 %) keine Veränderungen entdeckte, oder fälschlicherweise Veränderungen entdeckte, wenn keine vorhanden waren (38 %) [698].

Die Evidenz in Bezug auf SSE ist jedoch hinsichtlich Qualität und Quantität limitiert und es ist nach wie vor unklar, ob SSE zu einem verbesserten Outcome in Bezug auf Morbidität und Mortalität führt.

Jedoch ist die Abgrenzung einer Gruppe „Haut-Selbstuntersuchung“ von einer weiteren Gruppe „Nicht Untersuchung“ schwierig. Zur Diagnostik beim Arzt sei es nun Dermatologe, Allgemeinarzt oder ein anderer Facharzt führt in der Regel die Detektion einer suspekten Hauteffloreszenz durch den Patienten selbst oder einen Angehörigen. Unabhängig davon müssen immer Personen betrachtet werden, die ohnehin regelmäßig zur Krebsfrüherkennungsuntersuchung oder zur Gesundheitsuntersuchung gehen.

Diese Ausführungen legen die Schwierigkeit einer wissenschaftlichen Betrachtung und Einordnung der Selbstuntersuchung dar. Dazu sollte bei solchen Studien der Studienendpunkt realistisch bei der Detektion des Hautkrebses (MM, PEK, BZK) durch den Pathologen gesetzt sein, alle späteren Endpunkte sind wissenschaftlich fragwürdig.

Wird die SSE mit der empfohlenen Selbstuntersuchung der S3 Leitlinie Brustkrebs und mit der S3 Leitlinie der malignen Hodentumoren verglichen, fällt ein wesentlicher Unterschied auf: Hier muss der Proband selbst tasten und nicht einfach nur anschauen. In beiden Leitlinien wird die Selbstuntersuchung mit Anleitungsempfehlungen angeraten. Die Studienlage dazu ist ebenfalls nicht eindeutig. In der aktuellen deutschen S3-Leitlinie „Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms“ (Version 3.4, 2023) wird die Haut-Selbstuntersuchung insbesondere in der Nachsorge von Melanom-Patient:innen empfohlen, in Kombination mit ärztlicher Kontrolle und ggf. Fotodokumentation. Für die Allgemeinbevölkerung wird SSE dagegen nicht als Screening-Instrument mit gesichertem Nutzen empfohlen. Auch die europäischen EADO-Leitlinie (Update 2024) unterstützen diese differenzierte Sichtweise.

Bei fehlender Evidenz vorhandener Studien wird trotz der grundsätzlichen Problematik der beschriebenen Studien, zur Hautselbstuntersuchung mit Anleitung (z. B. mithilfe digitaler Total-Body-Fotografie oder mole mapping diagrams) geraten. Dies gilt vor allem als Maßnahme zur Steigerung des Bewusstseins, der Früherkennung auffälliger Veränderungen und der Adhärenz an ärztliche Kontrollen – weniger als evidenzbasierte Mortalitätsprävention.

8.1.6.2 Die visuelle Ganzkörperuntersuchung

8.3	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	Zum Screening von Hautkrebs soll eine Ganzkörperinspektion durchgeführt werden.	
Evidenzlevel **2++**	[687], [699], [700], [701]	
	Starker Konsens	

8.4	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Bei der Ganzkörperinspektion soll der Untersuchungsraum ausreichend hell sein und der Untersucher so nah an den zu Screenenden herantreten, dass er mit dem bloßen Auge auch kleine Hautveränderungen erkennen kann.	
	Starker Konsens	

Die Ganzkörperinspektion ohne weitere Hilfsmittel am entkleideten Menschen stellt eine seit Jahrzehnten durchgeführte, einfache und kostengünstige Untersuchungsmethode dar, mit der Hautkrebs im Rahmen eines Screenings entdeckt werden kann [687].

Um bei dieser Methode optimale Ergebnisse zu erreichen, gibt es verschiedene variable Faktoren, deren Bedeutung und Gewichtung allerdings bislang nicht in Studien getestet wurden.

Zu diesen gehört die Ausleuchtung des Untersuchungsraums. Die Erfahrung zeigt, dass Tageslicht und helles weißes oder gelbes künstliches Licht von Vorteil sind. Die Beleuchtungsstärke der Allgemeinbeleuchtung von normalen Untersuchungsräumen liegt nach DIN 12464-1 zwischen 300 und 500 Lux. Bei der Ganzkörperinspektion erscheint daher eine Beleuchtungsstärke der Allgemeinbeleuchtung von mindestens 500 Lux als sinnvoll, während für detaillierte Untersuchungen der Haut etwa 1.000 Lux notwendig sind. Ein weiterer Faktor ist der Abstand des Untersuchers zum Untersuchenden. Um mit bloßem Auge auch kleine Hautveränderungen erkennen und beurteilen zu können, wird ein naher Sichtabstand empfohlen. Allerdings fehlen Studien, bei welcher Sehstärke welcher Abstand mindestens notwendig ist.

Ganz wesentlich bei der Ganzkörperinspektion ist die Erfahrung des Untersuchers. Als Messparameter gelten hierbei die Sensitivität und die Spezifität bei der Erkennung von Hautkrebs, wobei in unterschiedlichen Studien die Erkennung von Melanomen, die Erkennung von hellem Hautkrebs (NMSC) oder die Unterscheidung zwischen gut- und bösartigen Läsionen gemessen wurde.

Die Datenlage bezüglich der Sensitivität und Spezifität der Diagnostik von melanozytärem und nicht-melanozytärem Hautkrebs und seinen Vorstufen mittels Ganzkörperinspektion ist nur sehr beschränkt. Die Diagnostik von nicht-melanozytärem Hautkrebs (NMSC) mittels Ganzkörperuntersuchung hat eine Sensitivität von 56-90 % und eine Spezifität von 75-90 %. In einer Querschnittsstudie mit australischen Hausärzten betrug die Sensitivität bei der Diagnosestellung von verschiedenen Hautkrebsarten mittels Ganzkörperinspektion 100 % für Melanome (n=1), 89 % für Basalzellkarzinome (n=62), 80 % für dysplastische Nävi (n=30), 58 % für benigne Nävi (n=69), 42 % für Plattenepithelkarzinome (n=18) und 10 % für aktinische Keratosen (n=31), während die Spezifität für diese Entitäten bei 76-99 % lag. Bei der Melanom-Diagnostik mittels klinischer Inspektion liegt die Sensitivität von nicht dermatologisch ausgebildeten Ärzten bei 86-95 % und die Spezifität bei 49-77 %. Ein Training in der Melanom-Diagnostik brachte bei Allgemeinmedizinern keine wesentliche Erhöhung der Sensitivität und Spezifität.

In einer systematischen Übersichtsarbeit haben Mogensen et al.[701] alle Studien zwischen 1990 und 2006 ausgewertet, die sich mit der diagnostischen Genauigkeit von hellem Hautkrebs (NMSC) bei der Anwendung verschiedener diagnostischer Testverfahren und Technologien beschäftigt haben. Insgesamt wurden 48 Studien eingeschlossen. Bei der rein klinischen Untersuchung lag unterschiedlichen Studien zufolge die Sensitivität für die Diagnosestellung von NMSC zwischen 56-90 % und die Spezifität zwischen 75-90 %, wobei die besten Werte für Basalzellkarzinome vorlagen (Sensitivität 66-89 %) [701].

In einer australischen monozentrischen Studie mit 199 konsekutiven Patienten mit 287 histologisch untersuchten Läsionen war die Sensitivität (und Spezifität) der einweisenden Hausärzte für die Diagnose Basalzellkarzinom 89 % (76 %), dysplastischer Nävus 80 % (93 %), Plattenepithelkarzinome 42 % (93 %), aktinische Keratose 10 % (98 %) und benigner Nävus 58 % (99 %) [699].

Kai et al. [702] nahmen eine klinische Einteilung der gescreenten Teilnehmer in drei Kategorien (A: kein/sehr geringes; B: geringes Krebsrisiko, ggf. Nachbeobachtung; C: hohes Krebsrisiko, weitere Untersuchung) vor. Für Patienten in Kategorie C konnte eine Sensitivität des Screenings von 92,7% und eine Spezifität von 95% für Hautkrebs verschiedener Entitäten gezeigt werden. Die Recall-Rate betrug 6,6%, die Fündigkeitsquote 1,9% und der positiv prädiktive Wert 26%.

Bei einem Vergleich von 31 Allgemeinmedizinern mit Trainingskurs und 32 Allgemeinmedizinern ohne vorherige Schulung, die bei 109 Personen ein Melanomscreening durchführten, war die Sensitivität mit 98 % bzw. 95 % und die Spezifität mit 52 % bzw. 49 % nicht signifikant unterschiedlich [703]. Die Ergebnisse sind allerdings nur eingeschränkt übertragbar, da die Auswahl der Allgemeinmediziner nicht repräsentativ war und diese vorher informiert worden waren, dass bei einigen Studienteilnehmern verdächtige Hautläsionen bestanden. Bei chirurgischen Onkologen mit mehrjähriger Erfahrung in der Melanomdiagnostik betrug bei rein klinischer Inspektion von verdächtigen pigmentierten Hautläsionen die Sensitivität 86 % und die Spezifität 77 % [704].

In einer einarmigen, prospektiven Kohortenstudie wurden 256 Patienten mit erhöhtem Hautkrebsrisiko einer Untersuchung durch speziell geschulte Krankenschwestern unterzogen, die beurteilen sollten, ob verdächtige Hautkrebsläsionen vorliegen oder nicht [700]. Die Ergebnisse wurden mit einer anschließenden Beurteilung durch plastische Chirurgen verglichen. Von den Krankenschwestern korrekt erkannt wurden 95 % der verdächtigen Läsionen, während 16 % falsch positiv diagnostiziert wurden. Aufgrund einiger Einschränkungen am Design dieser Studie können die Ergebnisse nur eingeschränkt interpretiert werden.

In einer systematischen Übersichtsarbeit wurden alle Studien aus dem Zeitraum 1966 bis 1999 analysiert, welche die Sensitivität und Spezifität bei der Diagnosestellung von Melanomen durch Dermatologen im Vergleich zu ärztlichen Primärversorgern untersuchten. In den Studien wurden die korrekte Erkennung von Melanomen gegenüber Nicht-Melanomen (diagnostische Genauigkeit) oder/und die korrekte Festlegung gemessen, ob eine Läsion maligne sein könnte und damit einer Biopsie unterzogen wird bzw. eine Überweisung zu einem Melanomexperten zur Konsequenz hat (Biopsie- oder Überweisungsgenauigkeit). Insgesamt wurden 32 Studien in die finale Analyse eingeschlossen. Hinsichtlich diagnostischer Genauigkeit lag die Sensitivität für Dermatologen in allen prospektiven Studien zwischen 81 % und 100 % und für ärztliche Primärversorger zwischen 42 % und 100 %. Die Spezifität wurde in keiner Studie

für Dermatologen und nur in einer Studie für ärztliche Primärversorger (98 %) berechnet. Hinsichtlich Biopsie- und Überweisungsgenauigkeit lag die Sensitivität für Dermatologen zwischen 82 % und 100 % und für ärztliche Primärversorger zwischen 70 % und 91 %. Die Spezifität lag zwischen 70 % und 89 % für Dermatologen und 51 % bis 87 % für Hausärzte. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass die Daten nicht geeignet sind, um Unterschiede bei der diagnostischen Genauigkeit und der Biopsie- oder Überweisungsgenauigkeit zwischen Dermatologen und ärztlichen Primärversorgern festzustellen [705]

8.1.7 Risikoadaptiertes Hautkrebs-Screening

Risikoadaptierte Screeningansätze zielen auf die gezielte Untersuchung vulnerabler Bevölkerungsgruppen mit erhöhtem Erkrankungsrisiko ab. Ziel ist es, die Effizienz des Screenings zu steigern, Überdiagnosen und unnötige Belastungen zu reduzieren sowie vorhandene Ressourcen zielgerichtet einzusetzen. Analog zum Paradigma der personalisierten Medizin verfolgt dieser Ansatz eine Individualisierung präventiver Maßnahmen.

Voraussetzung hierfür ist eine valide und reliabel operationalisierbare Risikostratifikation. Darüber hinaus sind implementierungsrelevante Aspekte, insbesondere die individuelle Risikobestimmung, die Definition risikoadaptierter Screeningprozeduren sowie die Festlegung geeigneter Screeningintervalle, evidenzbasiert zu begründen.

Ein risikoadaptiertes Hautkrebs-Screening (rHKS) erscheint im Vergleich zu einem bevölkerungsbezogenen Screening potenziell effizienter, etwa im Hinblick auf die Detektionsrate pro untersuchter Person oder das Verhältnis von Nutzen zu möglichen Schäden. Auch aus kosteneffektivitätsanalytischer Perspektive lässt sich auf Basis von systematischen Recherchen ein günstigeres Kosteneffektivitätsverhältnis für Screening bei Risikopersonen feststellen (Kapitel 0, und Statement 9.3). Die Übertragbarkeit und praktische Umsetzbarkeit eines solchen Ansatzes auf Bevölkerungsebene sind jedoch bislang nicht abschließend geklärt.

Wie in Kapitel 0 dargestellt, existieren zahlreiche Risikofaktoren für die Entstehung von Hautkrebs. Diese lassen sich in konstitutionelle (z. B. Hauttyp) und erworbene Risikofaktoren (z. B. UV-Expositionsverhalten) unterteilen. Die Entwicklung von Risikoscores basiert auf der Auswahl relevanter und möglichst gut operationalisierbarer Risikofaktoren, die eine differenzierte Risikostratifizierung ermöglichen. Validierte Risikoscores quantifizieren anhand demografischer, klinischer und verhaltensbezogener Parameter die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Hautkrebs und bilden damit die Grundlage für personalisierte Präventions- und Screeningstrategien.

Es gibt zahlreiche Risikovorhersagemodelle, insbesondere für das Melanom, in denen verschiedene Faktoren zur Ermittlung des Gesamtrisikos herangezogen werden (einen aktuellen Überblick liefert das Review von Kaiser et al. [706]). Diese sind meist jedoch als theoretische Modelle konzipiert, die nicht unmittelbar für eine Risikostratifizierung für ein risikoadaptiertes Screening eingesetzt werden können.

International existieren bisher einige Risikoinstrumente für die Bevölkerung, die häufig auf selbstauszufüllenden Fragebögen basieren, einen individuellen Risikowert berechnen. Ein Beispiel ist das Melanoma Risk Assessment Tool des Melanoma Institute Australia (Australien), das ein Instrument für ein Erstmelanom und ein gesondertes für ein Zweitmelanom speziell für die australische Bevölkerung bereitstellt. Das Melanoma Risk Assessment Tool des National Cancer Institute der USA basiert auf Dater

einer Fall-Kontroll-Studie [707] und wurde bisher nicht in größeren Popluationen getestet. Es ist für die Anwendung im klinischen Setting entwickelt und berücksichtigt neben demographischen Aspekten und Fragen zur Hautcharakteristik eine durch einen Health Professional durchgeführte Hautuntersuchung.

Das aktuellste und am besten validierteste Instrument stellt der QSkin-Risikoscore aus Australien dar. Dieser wurde auf Basis der großen Australischen Kohortenstudien QSKin unter Einbezug von über 40.000 Befragten entwickelt und ermittelt das Melanomrisiko (Fokus 1. primäres Melanom) mittels 16 selbstausfüllbaren Items. Das Risiko-Vorhersagemodell für invasives Melanom zeigte eine gute bis sehr gute Diskriminationsleistung mit einer C-Statistik von etwa 0,78–0,83. Insgesamt war das Modell zudem gut kalibriert und eignet sich zur Risikostratifizierung bei einem gezielten Screening [708]. Wie diese, sind die meisten vorhandenen Instrumente jedoch auf das Melanom ausgerichtet und berücksichtigen nicht den nicht-melanozytären Hautkrebs. Ein spezifisch für die deutsche Bevölkerung entwickelter und validierter Risikoscore liegt bislang nicht vor.

Im Kontext eines risikoadaptierten Screenings bestehen weiterhin offene Fragen. Hierzu zählen insbesondere die Festlegung geeigneter Schwellenwerte (Cut-offs) zur Definition von (Hoch-)Risikogruppen sowie die standardisierte Operationalisierung und praktische Umsetzung eines solchen Instruments auf populationsbezogener Ebene.

Forschungsbedarf

Insgesamt zeigt sich, dass die Evidenz zum risikoadaptierten HKS begrenzt ist und verschiedene Forschungslücken identifiziert werden können. Um ein qualitativ hochwertiges risikoadaptiertes HKS zu implementieren, sind zudem interdisziplinäre Forschungen notwendig.

Allem voran müssen validierte, belastbare Risikoscores entwickelt werden, die in der Praxis eingesetzt werden können. Ebenso sollten zuverlässige risikoabhängige Untersuchungsintervalle identifiziert werden.

Zudem sind psychologische und ethische Gesichtspunkte eines rHKS weitere zu erforschende Aspekte. Es ist beispielsweise unklar, wie sich eine Stratifizierung von Risikogruppen auf das UV-Schutz-Verhalten der jeweiligen Risikogruppen auswirken kann. Dies gilt sowohl für Personen mit niedrigem Risiko, welche dann dem UV-Schutz eine geringere Bedeutung aufgrund fehlender persönlicher Relevanz zumessen, als auch Personen mit einem hohen Risiko. Hier können gesundheitsbezogene Ängste verstärkt werden. Darüber hinaus stellt sich die Frage nach der Akzeptanz eines rHKS in der Bevölkerung. Qualitative oder mixed method-Forschungsansätze können hierzu tiefere Einblicke ermöglichen. Mit Blick auf ethische Fragestellungen kann eine mögliche Ungleichheit im Zugang zu Gesundheitsdienstleistungen von Interesse sein.

Weiterhin sollten im Bereich der Versorgungsforschung Studien zur Implementierung des rHKS in die Versorgungspraxis durchgeführt werden. So müssen zunächst Risikopersonen im Rahmen des etablierten Versorgungssystems identifiziert werden. Dazu müssen zum einen Fachexperten geschult und Risikopersonen über ein Dokumentationssystem erfasst werden. Zum anderen müssen zielgruppenspezifische Einladungs- und Remindersysteme entwickelt werden, um die Teilnahmebereitschaft am rHKS zu erhöhen. Mit Blick auf die Individualisierung der Prävention sind hier Präferenzen spezifischer Zielgruppen zu erfassen und in den Einladungsprozess zu integrieren. Eine Erhöhung der Teilnahmeraten würde auch die Prüfung der bevölkerungsbezogenen Effekte auf die Stadienverteilung, Morbidität und Mortalität von Hautkrebs deutlich verbessern.

8.2 Das bevölkerungsbezogene Hautkrebs-Screening in Deutschland

8.2.1 Anspruchsumfang und Bestandteile

Seit dem 01. Juli 2008 ist das Hautkrebs-Screening (HKS) Bestandteil der gesetzlichen Krebsfrüherkennung (geregelt durch die Krebsfrüherkennungsrichtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses). Gesetzlich Versicherte ab 35 Jahren haben alle zwei Jahre Anspruch auf die Teilnahme. Eine erneute Früherkennungsuntersuchung auf Hautkrebs ist jeweils erst nach Ablauf des auf die vorangegangene Untersuchung folgenden Kalenderjahres möglich. Das HKS ist als zweistufiges Massenscreening konzipiert. Entweder wird der Teilnehmer von einem Hausarzt untersucht und bei Hautkrebsverdacht an einen Dermatologen überwiesen, der die standardisierte visuelle Ganzkörperuntersuchung noch einmal durchführt, oder der Dermatologe führt das HKS direkt durch.

Die folgende Abbildung veranschaulicht den Ablauf des Screenings:

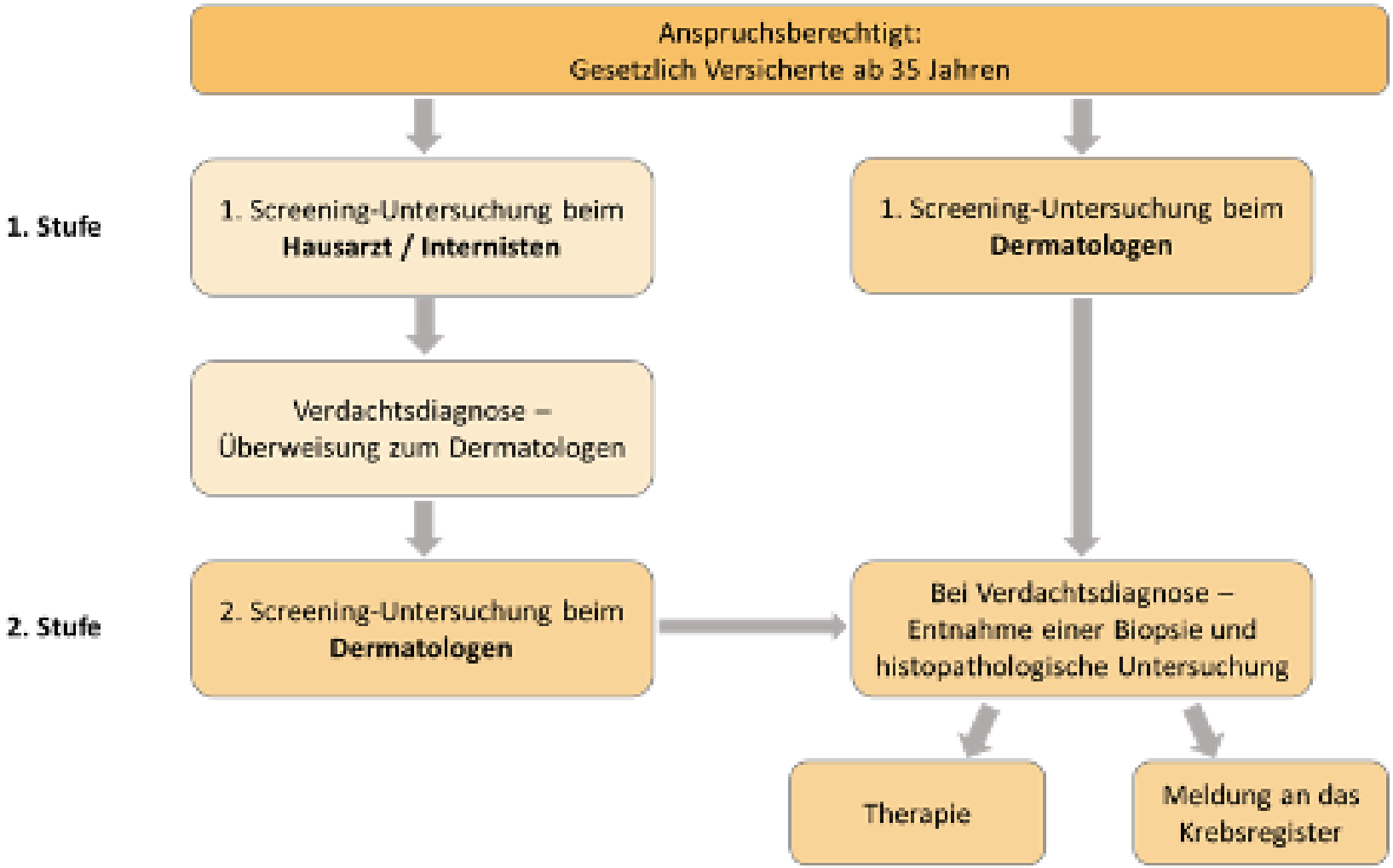


Abbildung 11: Schematische Darstellung des multidisziplinären zweistufigen Ansatzes der bevölkerungsbezogenen Früherkennung von Hautkrebs

Die Leistung „Früherkennungsuntersuchung auf Hautkrebs“ darf nur von im Rahmen der vertragsärztlichen Versorgung tätigen Ärzten erbracht werden, die eine entsprechende Genehmigung der zuständigen Kassenärztlichen Vereinigung vorweisen können.

Folgende Arztgruppen können diese Genehmigung nach Absolvieren eines gemäß Krebsfrüherkennungsrichtlinie zertifizierten Lehrgangserhalten: Hausärztlich tätige Fachärzte für Allgemeinmedizin, Internisten, Praktische Ärzte, Ärzte ohne Gebietsbezeichnung, Fachärzte für Haut- und Geschlechtskrankheiten.

8.2.1.1 Anamnese und Selbstuntersuchung

8.5	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Es soll zu Beginn des Screenings eine Anamnese zu Hautveränderungen und zu Ergebnissen einer Haut-Selbstuntersuchung erfolgen.	
	Konsens	

Bei Patienten mit atypischen Nävi, die ihre Haut im Rumpfbereich selbst untersuchten, betrug die Sensitivität für veränderte oder neue Pigmentmale 60,2 % und die Spezifität 96,2 % [697]. Unter Hinzunahme von digitalen Fotoaufnahmen von der Erstuntersuchung erhöhte sich die Sensitivität auf 72,4 % und die Spezifität auf 98,4 %.

Bezüglich der Anamnese gibt es nur Studiendaten, die aussagen, dass sie gut reproduzierbar ist: Bei einem wiederholten Interview von 236 Personen, 116 davon Patienten mit einer Vorgeschichte von BZK oder PEK fand sich nach einem Zeitraum von 18-26 Monaten eine gute Reproduzierbarkeit der Antworten hinsichtlich Pigmentierungseigenschaften, Sonnenexposition und Sonnenbrände in der Kindheit, während die Anzahl an Sonnenbränden die geringste Übereinstimmung fand [709]. Bei einem Vergleich der Diagnosestellung von schwierig einzuordnenden pigmentierten Läsionen durch sechs Dermatologen, die nur Fotos vom klinischen und dermatoskopischen Befund vorgelegt bekamen, zeigten sich niedrige Werte bei der korrekten Diagnose von Melanomen ohne (38,3 %) und mit Dermatoskopie (40,8 %) und nur 70 % der MM und BZK wurden zur chirurgischen Therapie überwiesen [710]. Die Autoren spekulierten, dass das Ausbleiben einer direkten Untersuchung am Patienten einen negativen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben könnte.

Die Anamnese dient auch der Feststellung, ob der Patient aktuell im beruflichen Bereich einer hohen UV-Exposition ausgesetzt ist oder war. Besteht nach der Berufsanamnese Verdacht auf Berufserkrankung ist dieser beim zuständigen Unfallversicherungsträger im Rahmen einer Berufskankheiten-Anzeige zu melden (Vgl. hierzu Kapitel 0).

Forschungsbedarf

In der Zusammenschau fehlen Studien, die die Genauigkeit der Diagnose des Untersuchers beim HKS mit und ohne Zuhilfenahme von Anamnese und Selbstuntersuchung der Patienten vergleichen.

8.2.1.2 Die standardisierte Ganzkörperuntersuchung

Zum HKS gehört die standardisierte, visuelle Ganzkörperuntersuchung, bei der die gesamte Haut ohne visuelle Hilfsmittel blickdiagnostisch untersucht wird. Dazu gehört auch die Untersuchung der Kopfhaut, der Mundschleimhaut, sowie die After- und Dammregion mit den äußeren Genitalien bei Männern und Frauen.

8.6	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Zum Hautkrebs-Screening soll gemäß Krebsfrüherkennungs-Richtlinie eine ärztliche standardisierte Ganzkörperinspektion der Haut durchgeführt werden.	
	Starker Konsens	

Die Durchführung einer standardisierten Ganzkörperuntersuchung ist die derzeit wichtigste und zuverlässigste Methode, um Hautkrebs zu entdecken (siehe Kapitel 8.1.6.2 und Empfehlung 8.3). Bei der standardisierten, visuellen Ganzkörperuntersuchung wird die gesamte Haut ohne visuelle Hilfsmittel blickdiagnostisch untersucht. Die Ganzkörperuntersuchung wird in einem hell erleuchteten Raum (siehe Empfehlung 8.4) auf einer Untersuchungsliege und einer Unterlage, auf welcher der Patient stehen kann, durchgeführt. Nach der Entkleidung des Patienten und eventuell Abnahme einer Brille werden folgende Körperteile untersucht: die Kopfhaut durch die gescheitelten Haare, Ohren, Augenlider, Mundschleimhaut, Lippen, Zahnfleisch, Hals, Oberkörper, Axillen, Arme, Hände und interdigitale Bereiche, submammäre Region bei Frauen, perianale Region, Beine, externes Genital, Füße einschließlich Fußsohlen und Zehenzwischenräume.

Eine solche Untersuchung der Haut kann von Dermatologen oder anderen Ärzten durchgeführt werden, die entsprechend qualifiziert sind und ist nach den Vorgaben der Krebsfrüherkennungs-Richtlinie (KFE-RL) [681] durchzuführen.

Die Entscheidung zur Durchführung einer Ganzkörperuntersuchung muss bei dem Patienten verbleiben. Das bedeutet, dass die Person nach einer umfangreichen Aufklärung über potenziellen Nutzen und Schaden des Screenings selbst entscheidet, ob sie eine Ganzkörperuntersuchung durchführen lässt oder nicht.

8.2.1.3 Präventive Beratung

Ein weiterer Bestandteil des Screenings ist die präventive Beratung (vgl. hierzu Kapitel 5.1), in der der Patient zu Risikofaktoren und UV-Schutzverhalten, angepasst an seine individuelle Situation, beraten wird. Das ist abhängig von den angeborenen und erworbenen Risikofaktoren des Patienten, also z.B. zu welchem Hauttyp er gehört, und seinem bisherigen Umgang mit der UV-Strahlung. Dann soll der Patient zur Selbstuntersuchung angeleitet werden, mit dem Hinweis, dass das HKS nur alle zwei Jahre in Anspruch genommen werden kann.

8.2.1.4 Untersuchungsintervalle

8.7	Konsensbasiertes Statement	geprüft 2026
EK	Zu Intervallen zwischen Screeninguntersuchungen auf Hautkrebs für Personen ohne erhöhtes Risiko kann zurzeit, aufgrund der Evidenzlage, keine Aussage getroffen werden.	
	Starker Konsens	

8.8	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Für Menschen mit erhöhtem Risiko für Hautkrebs sollte der Arzt, zusammen mit dem zu Screenenden, ein – nach Einschätzung des individuellen Risikoprofils – angemessenes Zeitintervall bis zur nächsten Vorstellung festlegen.	
	Starker Konsens	

Das Zeitintervall zwischen Screening-Untersuchungen auf Hautkrebs sollte so gewählt werden, dass die Kriterien eines Screenings erfüllt werden: Identifikation früher Stadien, Stadienverschiebung und Reduktion von Mortalität als auch Morbidität.

Unter Berücksichtigung der altersspezifischen Inzidenz von MM, BZK und PEK und ihres jeweiligen (und unterschiedlichen) klinischen Verlaufs wurde das Untersuchungsintervall im bundesweiten HKS für Personen ohne Risikomerkmale auf zwei Jahre festgelegt. Abgesehen von dieser Praxis in Deutschland gibt es nur unzureichende Evidenz in Bezug auf optimale Screening-Intervalle sowohl für Personen mit einem erhöhten Hautkrebsrisiko als auch für Personen ohne spezielle Risikofaktoren.

Nach Spix und Blettner [678] muss sowohl die Untersuchungshäufigkeit (das Screening-Intervall) als auch der Screening-Test und die Zielgruppe aus der Bevölkerung festgelegt werden (siehe auch Einleitung dieses Kapitels [678]). Die Literatur liefert jedoch keine Evidenz für bestätigte Festlegungen, wie die beste Effektivität eines Screening-Programms zu erreichen wäre. Der Hauptgrund dafür ist das Fehlen von Evidenz zum HKS von Hochrisikopersonen und Personen ohne Risikomerkmale. Die zur Verfügung stehenden Leitlinien [711]; [712]; [713]; [714] bieten dazu keine Informationen.

Forschungsbedarf

Eine Evaluation des HKS in Deutschland sollte unter Berücksichtigung des klinischen Langzeitverlaufs in Bezug auf das Screening-Intervall für Personen mit erhöhtem Hautkrebsrisiko und Personen ohne Risikomerkmale erfolgen, um optimale Screening-Intervalle zu bestimmen. Dabei muss eine Untersuchung zu Intervallkarzinomen enthalten sein. Bevorzugt sollte diese Untersuchung als randomisiert kontrollierte Studie erfolgen, um die möglichen Screening-Intervalle festzulegen (z. B. ein Jahr für Personen mit erhöhtem Hautkrebsrisiko in einer Region im Vergleich zu einem anderen Intervall, z. B. drei oder vier Jahre in einer anderen Region).

8.2.2 Evaluation und Evidenzgrundlage

8.2.2.1 Beurteilung populationsbezogener Hautkrebs-Screenings (international)

Deutschland ist das einzige Land mit einem routinemäßigen, gesetzlich verankerten bevölkerungsweiten Hautkrebs-Screening. Die Frage, ob ein populationsbezogenes Hautkrebs-Screening angeboten werden soll, wird aktuell in mehreren Ländern (USA, AUS/NZ, Niederlande) diskutiert und es wurden verschiedene systematische Aufarbeitungen beauftragt.

Die aktuellste systematische Evidenzbewertung wurden von der United States Preventive Services Task Force (USPSTF) durchgeführt [715], [716]. Ziel der Aktualisierung der Empfehlung aus 2016 [717] im Jahr 2023 war es, den Nutzen und potenzielle Schäden eines klinischen Hautkrebs-Screenings bei asymptomatischen Jugendlichen und Erwachsenen zu beurteilen. Hierfür wurden systematische Literaturrecherchen in den Datenbanken MEDLINE, Embase, Cochrane für Studien bis Anfang 2022 durchgeführt und dabei asymptomatische Personen im Jugend- und Erwachsenenalter ohne bekannten Hautkrebs oder Vorläuferläsionen eingeschlossen. Die betrachteten Endpunkte waren: Morbidität, Mortalität, Tumorstadium oder Dicke zum Zeitpunkt der Diagnose, diagnostische Genauigkeit der visuellen Ganzkörperuntersuchung, mögliche Schäden durch Screening und Folgeuntersuchungen. Es wurden sowohl populationsbezogene Programme (wobei auch drei nicht-randomisierte Studien zum deutschen Hautkrebs-Screening und der Machbarkeitsstudie SCREEN eingeschlossen wurden) als auch diagnostische Genauigkeitsstudien berücksichtigt. Es konnten keine randomisierten kontrollierten Studien mit direkten Endpunkten wie Mortalität oder Nutzen durch Screening inkludiert werden.

In Summe kam die USPSTF zu dem Ergebnis, dass die derzeit verfügbare Evidenz nicht ausreicht, um den Nutzen gegenüber den möglichen Schäden eines routinemäßigen Hautkrebs-Screenings durch klinische visuelle Untersuchung zu beurteilen. Sie vergab daher eine „I-Statement"-Empfehlung (*insufficient evidence*). Diese Einschätzung wird insbesondere mit dem Fehlen qualitativ hochwertiger Studien begründet, die eine Reduktion der Hautkrebs-Mortalität oder klinisch relevanter Morbidität durch ein routinemäßiges Screening belegen. Darüber hinaus werden die begrenzte Evidenz zur diagnostischen Genauigkeit der visuellen Untersuchung sowie die unzureichende Datenlage zur Quantifizierung potenzieller Schäden, etwa durch Überdiagnosen, unnötige Eingriffe oder psychologische Belastungen, hervorgehoben. Ferner betont die USPSTF, dass die Evidenzlage insbesondere im Hinblick auf unterschiedliche Bevölkerungsgruppen mit variierender Hautpigmentierung, auf Risikobewertungsinstrumente sowie auf soziale Determinanten von Gesundheit unzureichend ist.

Damit steht die amerikanische Empfehlung im Einklang mit den Einschätzungen weiterer Länder, die einem populationsbezogenen Hautkrebs-Screening kritisch gegenüberstehen. Im Rahmen des australischen Positionsstatements „Early detection of skin cancer" des "Cancer Council Australia's National Skin Cancer Committee" und unterstützt von "Cancer Council Australia's principal Public Health Committee" von 2020 [718] wird ein bevölkerungsbezogenes Screening für Melanome oder andere Hautkrebsarten nicht empfohlen, da keine ausreichenden Belege für eine Mortalitätsreduktion gesehen werden. Stattdessen wird empfohlen, Personen mit erhöhtem individuellem Risiko gezielt und regelmäßig zu untersuchen.

Auch der Health Council of the Netherlands sprach sich nach einer erneuten Evaluation im Jahr 2022 gegen die Einführung eines nationalen Hautkrebs-Screenings für die Allgemeinbevölkerung aus . Begründet wird dies mit dem Fehlen ausreichender wissenschaftlicher Belege für ein günstiges Nutzen-Risiko-Verhältnis, insbesondere hinsichtlich einer möglichen Senkung von Mortalität oder Morbidität.

8.2.2.2 Evaluation und Evidenzgrundlage des deutschen gesetzlichen Hautkrebs-Screening

8.9	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **B**	Im Rahmen der Prävention von Hautkrebs sollte ein Hautkrebs-Screening gemäß KFE-RL angeboten werden.	
Evidenzlevel **2 - 4** Oxford 2011	2: [Mangione, CM et al. 2023] 3: [Garbe, C et al. 2023] 4: [Hübner, J et al. 2023], [Stang, A et al. 2022], [Wolf, S et al. 2023], [Ziegler, P et al. 2022], [Boniol, M. et al. 2015], [Eisemann, N. et al. 2014], [Eisemann, N. et al. 2014], [Hubner, J. et al. 2017], [Katalinic, A. et al. 2012], [Katalinic, A. et al. 2015], [Schubert, A. et al. 2012], [Stang, A. et al. 2016], [Stang, A. et al. 2018], [Trautmann, F. et al. 2016], [Kaiser, M. et al. 2018], [Breitbart, E. W. et al. 2012], [Augustin, J et al. 2024] [719], [720], [687], [721], [722], [723], [724], [725], [726], [727], [728], [729], [730], [731], [732], [716], [733], [734], [735], [736], [737]	
	Konsens	

8.10	Sondervotum	neu 2026
	Sondervotum der DEGAM und der DGHNO Die Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Familienmedizin (DEGAM) bewertet sowie die Deutsche Gesellschaft Deutsche Gesellschaft für HNO-Heilkunde (DGHNO), Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. bewerten die Evidenz für den Nutzen eines generellen Hautkrebs-Screenings im Vergleich zu einem opportunistischen Screening, in Übereinstimmung mit internationalen Institutionen weiterhin als unzureichend. Seit der Einführung des Hautkrebs-Screening ist die Mortalität am Hautkrebs in Deutschland nicht gesunken. Daher soll kein anlassloses Hautkrebs-Screening angeboten werden. Im Einzelfall kann eine Früherkennung auf Hautkrebs nach ausgewogener Aufklärung über Vor- und Nachteile durchgeführt werden, insbesondere bei Menschen mit erhöhtem Risiko.	
	[719], [720], [687], [721], [722], [723], [724], [725], [726], [727], [728], [729]	

8.11	Evidenzbasiertes Statement	neu 2026
ST	Auf Basis der derzeitigen Datenlage zeigen sich für das aktuell praktizierte bundesweite Hautkrebs-Screening keine populationsbezogenen Effekte im Sinne einer Senkung der Hautkrebsmorbidität und -mortalität.	
Evidenzlevel **2 - 4** Oxford 2011	2: [Mangione, CM et al. 2023] 3: [Garbe, C et al. 2023] 4: [Hübner, J et al. 2023], [Stang, A et al. 2022], [Wolf, S et al. 2023], [Ziegler, P et al. 2022], [Boniol, M. et al. 2015], [Eisemann, N. et al. 2014], [Eisemann, N. et al. 2014], [Hubner, J. et al. 2017], [Katalinic, A. et al. 2012], [Katalinic, A. et al. 2015], [Schubert, A. et al. 2012], [Stang, A. et al. 2016], [Stang, A. et al. 2018], [Trautmann, F. et al. 2016], [Kaiser, M. et al. 2018], [Breitbart, E. W. et al. 2012], [Augustin, J et al. 2024] [720], [687], [721], [722], [724], [725], [727], [728], [730], [731], [732], [716], [733], [734], [735], [736], [738], [737]	
	Konsens	

8.12	Sondervotum	neu 2026
	Sondervotum der DEGAM Die DEGAM unterstützt Statement 8.11 nicht. Es ist nicht falsch, kann aber leicht fehlinterpretiert werden. Die Aussage, dass sich keine „populationsbezogenen" Effekte im Sinne einer Senkung der Hautkrebsmorbidität und -mortalität zeigen, legt zwei Vermutungen nahe. Es könnte vermutet werden, dass nur Studien eingeschlossen wurden, die Effekte auf Populationsebene untersuchen. Dass auf dieser Basis kein Nutzen nachgewiesen wurde, könnte zumindest teilweise auf die relativ geringe Teilnahmerate in Kombination mit Selbstselektionseffekten zurückzuführen sein. Oder es könnte vermutet werden, dass auf nicht-populationsbezogener, also individueller Ebene Effekte im Sinne einer Senkung der Hautkrebsmorbidität und -mortalität gezeigt werden konnten. In beiden Fällen wäre die Botschaft, dass mehr Menschen am Hautkrebsscreening teilnehmen sollen, damit der Nutzen des Hautkrebsscreenings auch auf Bevölkerungsebene sichtbar wird. Beide Vermutungen sind jedoch unzutreffend. Fünf der eingeschlossenen Studien haben Effekte auf individueller Ebene untersucht (Trautmann et al., 2016; Krensel et al., 2021 Datzmann et al., 2022; Garbe et al., 2023; Stang et al., 2022). Auch diese Studien konnten – wie im Hintergrundtext ausgeführt – keine belastbare Evidenz für einen Nutzen des Hautkrebsscreenings erbringen. Das kann auch an den methodischen Herausforderungen der Evaluation liegen. Auch wird die Möglichkeit, dass das Hautkrebsscreening für Teilnehmende einen geringen Nutzen hat, der in einem RCT nachweisbar wäre, nicht grundsätzlich bestritten. Auf Basis der ausgewerteten Studien ist das jedoch nicht nachweisbar. Zur Vermeidung von Fehlinterpretationen spricht sich die DEGAM für eine Formulierung aus, die den Evidenzkörper der ausgewerteten Studien ausschöpft und die Beschränkung auf populationsbezogene Effekte vermeidet. Im Übrigen wird eine Formulierung bevorzugt, die im Zusammenhang von Nutzenbewertungen gebräuchlich ist: Evidenzbasiertes Statement Für das aktuell praktizierte bundesweite Hautkrebsscreening ist ein Nutzen im Sinne einer Senkung der Hautkrebsmorbidität und -mortalität nicht belegt.	

8.2.2.2.1 Rationale und Empfehlungsgrundlage

In früheren Versionen der vorliegenden Leitlinie wurde eine schwache Empfehlung für ein risikounabhängiges Hautkrebs-Screening der Allgemeinbevölkerung gegeben. Die Empfehlung stützte sich im Wesentlichen auf Ergebnisse der 2003/2004 in Schleswig-Holstein durchgeführten Machbarkeitsstudie „SCREEN" (Skin Cancer Research to Provide Evidence for Effectiveness of Screening in Northern Germany). In dem einjährigen Pilotprojekt wurden 360.288 gesetzlich versicherte Frauen und Männer (ca. 19% der eligiblen Bevölkerung) mittels visueller Ganzkörperuntersuchung gescreent. Vorausgegangen waren mehrjährige vorbereitende Aktivitäten, die insbesondere öffentlichkeitswirksame Maßnahmen und Schulungen für teilnahmewillige Ärzte beinhalteten. Im Unterschied zum aktuellen bundesweiten Screening waren neben Dermatologen und hausärztlich tätigen Allgemeinmedizinern und Internisten auch Gynäkologen, Urologen und Chirurgen zur Teilnahme berechtigt. Eine weitere Abweichung zum laufenden Screening besteht darin, dass sich die Intervention an Versicherte bereits ab einem Alter von 20 Jahren richtete. Ferner waren primärscreenende Nicht-

Dermatologen nicht nur im Falle eines krebsverdächtigen Befundes, sondern auch bei Vorliegen eines der definierten Risikofaktoren verpflichtet, zur erneuten Untersuchung an einen Facharzt für Dermatologie zu überweisen.

Evaluationen des SCREEN-Projekts ergeben eine schwache Evidenz dafür, dass das bevölkerungsweite Angebot einer standardisierten visuellen Ganzkörperuntersuchung durch geschulte Ärztinnen und Ärzte die hautkrebsbedingte Morbidität und Mortalität senken kann. Die Evidenz zum SCREEN wird von der Leitliniengruppe wegen seiner konzeptionellen Ähnlichkeit mit dem primär interessierenden bundesweiten Richtlinienscreening weiterhin als Basis angesehen. Allerdings liefert sie für die Frage, ob das aktuelle bundesweite Screening die hautkrebsbedingte Morbidität und Mortalität senkt, nur indirekte Evidenz. Ihre Relevanz schwindet in dem Ausmaß, in dem Evidenz zum aktuellen bundesweiten Hautkrebs-Screening verfügbar wird.

Für die Aktualisierung der Empfehlung wurde dieselbe Recherchestrategie angewandt wie bei der ersten Leitlinienaktualisierung. Es wurden Publikationen recherchiert, die das Hautkrebsgeschehen (Mortalität, Inzidenz, Stadienverschiebung, Intervallkarzinome, Tumordicke, PROMs) im Zusammenhang mit dem deutschen gesetzlichen Hautkrebs-Screening sowie der SCREEN-Studie fokussieren (Details zum Rechercheprozess siehe Leitlinienreport). Insgesamt konnten durch die aktualisierte Recherche 10 weitere Publikationen eingeschlossenen werden (ein systematisches Review, eine Fall-Kontroll-Studie, drei Kohortenstudien, drei ökologische Studien, eine Querschnittsstudie und eine Simulationsstudie).

Die eingeschlossenen Studien sind in Bezug auf Studienpopulation, Studiendesign und Endpunkte sehr heterogen. In der Gesamtschau zeichnet sich 17 Jahre nach Einführung des bundesweiten Hautkrebs-Screenings ab, dass es die Erwartungen, die durch die Machbarkeitsstudie SCREEN geweckt wurden, nicht erfüllt. Insbesondere ist kein Effekt auf die Hautkrebssterblichkeit festzustellen. Es ist auch kein Rückgang fortgeschrittener Melanome auf Bevölkerungsebene erkennbar. Melanome treten einer Studie zufolge im Intervall zwischen zwei Screenings nicht seltener auf als ohne Screening zu erwarten. Einige Studien ergaben, dass screeningdetektierte Tumoren gegenüber solchen, die klinisch auffällig geworden sind, in Bezug auf bestimmte Eigenschaften prognostische Vorteile haben. Ein patientenrelevanter Nutzen kann daraus allerdings nicht abgeleitet werden, weil unklar ist, inwieweit unvermeidliche Überdiagnosen dafür verantwortlich sind. Etwas günstiger ist die Bewertung der Evidenz für nicht-melanozytären Hautkrebs. Maßgeblich ist insoweit die reduzierte Zahl der Intervallkarzinome.

Die recherchierte Evidenz zum aktuell praktizierten Richtlinienscreening führt zu dem Schluss, dass dieses allenfalls geringen Nutzen hat. Diesem Nutzen stehen Schäden gegenüber, die zum Teil unvermeidlich sind, insbesondere in Form von Überdiagnosen und falsch positiven Befunden. Im Rahmen der notwendigen Abwägung ist auch zu berücksichtigen, dass durch das Massenscreening knappe haus- und fachärztliche Ressourcen gebunden werden, die für die Krankenversorgung nicht zu Verfügung stehen.

Die Diskrepanz zwischen den Evaluationsergebnissen für das SCREEN-Projekt und dem aktuell praktizierten bundesweiten Hautkrebs-Screening wurde in der Leitliniengruppe intensiv diskutiert. Es wurde angenommen, dass Unterschiede in der Wirksamkeit eher auf Qualitätsdefiziten der aktuellen Versorgungspraxis beruhen als auf konzeptionellen Unterschieden. Im Übrigen bestehen Limitationen und Begrenztheiten der Evaluierbarkeit des bundesweiten Hautkrebs-Screenings (siehe hierzu

beispielsweise [739] weswegen an der schwachen Empfehlung für die Durchführung eines Screenings trotz der schlechten Evidenzlage festgehalten wird.

Die Limitationen und Begrenztheiten der Evaluation des HKS werden in Inkonsistenzen der Dokumentationsdaten sichtbar. Z. B. fehlt ein Versichertenpseudonym, wodurch der zweistufige Screeningprozess nicht auf individueller Ebene verknüpft werden kann. Auch die Dokumentation des Screenings stellt eine potenzielle Fehlerquelle dar: Es gibt danach eine höhere Anzahl von Ärzten mit HKS-Zertifikat als überhaupt Zulassungen erteilt wurden. Die Bestimmung der Screeningexposition anhand von Abrechnungsdaten ist eingeschränkt, da die Screening-Ziffern nicht nur beim verdachtslosen Screening vergeben werden, sondern auch bei Ganzköperuntersuchungen, die anlässlich der Abklärung von Auffälligkeiten durchgeführt werden [740]. Hinzukommen vielfach bestehende Sonderverträge der Krankenkassen, durch die Krankenkassen ihren Versicherten Haukrebs-Checks bereits vor dem Alter von 35 Jahren (teilweise ab 15 Jahren) erstatten und/oder ein jährliches Screening anbieten, sowie Ganzkörperuntersuchungen, die als individuelle Gesundheitsleistungen (IGeL) mit den Patienten vereinbart werden. Beides findet keinen Eingang in die HKS-Statistik.

Über die Qualität des Screenings wird durch Patientenbefragungen sichtbar, dass die in der Krebsfrüherkennungs-Richtlinie definierte Ganzkörperuntersuchung und ärztliche Beratung häufig nicht richtlinienkonform durchgeführt werden und Unterschiede in der Durchführungsqualität des Screenings zwischen den beteiligten Arztgruppen existieren [441]. Zwar untersuchten Dermatologen alle Körperstellen signifikant häufiger als andere berechtigte Arztgruppen, aber auch von ihnen wurde beispielsweise der Genitalbereich lediglich zu 74 % untersucht. Ergänzt werden diese Ergebnisse durch eine Befragung von Hausärzten, die den Bedarf nach regelmäßigen Schulungs- und Trainingsmöglichkeiten für die Hausärzten belegt [741].

Vor diesem Hintergrund kommt die Leitliniengruppe zu dem Schluss, dass sich die Empfehlung für oder gegen ein Hautkrebs-Screening nicht an der Bewertung der aktuellen Versorgungspraxis (effectiveness) orientieren sollte, sondern an dem potenziellen Nutzen, der durch das SCREEN-Projekt und eine Simulationsstudie nahegelegt wird. Die schwache Empfehlung der Vorversionen dieser Leitlinie wird daher beibehalten. Die Notwendigkeit, die Untersuchung entsprechend gemäß der Krebsfrüherkennungsrichtlinie [681] formulierten Standards durchzuführen, wurde ergänzt.

8.2.2.2.2 Evidenzbeschreibung

Die folgende Evidenzbeschreibung stellt eine Erweiterung der im Rahmen der 1. Aktualisierung durchgeführten systematischen Recherche (Identifikation von elf Beobachtungsstudien, die auf der Auswertung von Register, Krankenkassen oder Paneldaten beruhen, mit Schwerpunkt auf bevölkerungsbezogenen Maßnahmen zur Hautkrebsfrüherkennung in Deutschland dar. Es wurde eine Update-Recherche (Zeitraum 09/2018-01/2025) durchgeführt, die 10 aktuelle Publikationen identifizierte (Details zum Rechercheprozess siehe Leitlinienreport). Das Verzerrungsrisiko der Studien wird als hoch bis kritisch hoch bewertet.

Folgeevaluationen des SCREEN Projekts

Im zeitlichen Zusammenhang mit dem SCREEN-Projekt und den vorbereitenden Aktivitäten wurden in Schleswig-Holstein epidemiologische Trendänderungen beobachtet, die im Falle einer wirksamen bevölkerungsbezogenen Früherkennung zu erwarten sind:

Inzidenz

Initial kam es zu einem ausgeprägten Anstieg der Hautkrebsinzidenz. Im Vergleich zu 1999 lag die altersstandardisierte Inzidenz des invasiven Melanoms (ICD-10: C43) 2003/2004 um ca. 20% höher [720], um danach unter das Niveau vor dem Screening zurückzufallen [722], [737]. Im Saarland als Vergleichsregion ohne systematische Hautkrebsfrüherkennung zeigten sich in demselben Zeitraum kaum Änderungen bei der C43-Inzidenz [687], [737]. Besonders starke Inzidenzzuwächse waren im SCREEN-Projekt beim in situ-Melanom (ICD-10: D03) zu verzeichnen [687], [737]. Beim invasiven nicht-melanozytären Hautkrebs (C44) war die Neuerkrankungsrate im Zeitraum Juli 2003-Juni 2004 um 47% (Frauen) bzw. 34% (Männer) höher als 1998-2000 [722]. Ein Inzidenzanstieg der Zielerkrankung in der Anfangsphase eines Screeningprogramms ist – soweit er nicht durch säkulare Trends erklärbar ist – typische Folge der Maßnahme. Er zeigt an, dass im Screening Erkrankungen entdeckt wurden, die sonst nicht oder zu einem späteren Zeitpunkt entdeckt worden wären. Dazu tragen auch solche Erkrankungen bei, die unter der hypothetischen Annahme eines schon länger bestehenden Programms in einer früheren Screeningrunde entdeckt worden wären („prävalente“ Fälle). Der initiale Prävalenzpeak ist ebenso wie ein anhaltender, programmbegleitender Inzidenzüberschuss als solcher kein geeigneter Indikator für den intendierten Erfolg des Programms. Ein verbleibender Inzidenzüberschuss deutet auf Erkrankungen hin, die ohne Früherkennung zu Lebzeiten des Betroffenen nie in Erscheinung getreten wären (sog. Überdiagnosen, s.o. Kapitel 8.1.5). Überdiagnosen sind als Folge einer Früherkennung unvermeidbar. Epidemiologisch treten sie im Fall eines dauerhaften Programms als anhaltender Inzidenzüberschuss in Erscheinung, soweit sie nicht durch verhinderte Diagnosen kompensiert werden. Diagnosen werden verhindert, wenn Vorläuferläsionen der Zielerkrankung im Screening entdeckt und entfernt werden, so dass sich die Zielerkrankung (hier: invasives Melanom) nicht entwickelt. Im Fall des einjährigen SCREEN-Projekts ist ein anhaltender Inzidenzüberschuss nicht berechenbar.

Für einen Nutzen des SCREEN-Projekts spricht, dass in der Folgezeit ein signifikanter Rückgang der Melanominzidenzraten im Stadium T2 und T3, bei Frauen auch T4 zu beobachteten war [723]. Bei Zusammenfassung dieser Stadien ergibt sich im Vergleich 2006/07 zu 1999/2000 ein Rückgang der standardisierten Rate um 43% (Frauen) bzw. 40% (Männer).

Intervalltumore

Da SCREEN-Teilnehmerinnen und -teilnehmer einem Abgleich mit dem Krebsregister zugestimmt hatten, konnten Registerdaten genutzt werden, um Häufigkeit und Eigenschaften von Intervalltumoren zu untersuchen. Darunter werden Tumore (meist Karzinome) verstanden, die nach unauffälliger Teilnahme am Screening außerhalb des Programms innerhalb des turnusgemäßen Screeningintervalls auftreten. Sind dies weniger als ohne Screening zu erwarten wäre, spricht dies dafür, dass durch das Screening Diagnosen effektiv vorgezogen werden und nicht nur Überdiagnosen generiert werden. Im Fall des SCREEN-Projekts wurden bei 350.307 unauffällig gescreenten Personen innerhalb von 24 Monaten 258 Melanome registriert, was weniger ist, als auf Basis der Inzidenzraten in der Vor-SCREEN-Ära (1999-2002) zu erwarten gewesen wäre (altersadjustierte relative Inzidenz: 0,93 (95% CI: 0,82-1,05)) [726]. Das nicht signifikante Gesamtergebnis resultiert aus signifikant mehr in situ-Melanomen (relative Inzidenz: 1,61, (95% CI: 1,32-1,95) und signifikant weniger invasiven Melanomen (relative Inzidenz: 0,71 (95 % CI: 0,60-0,84)). Der Anteil der T2-T4-Melanome war mit 16,7% kleiner als im Referenzzeitraum (28,8%).

Mortalität

Im zeitlichen Zusammenhang mit dem SCREEN-Projekt kam es in Schleswig-Holstein zu einem deutlichen Rückgang der dokumentierten Melanommortalität [727], [687], [720], [728]. Gegenüber 1998/99 lag die altersstandardisierte Sterblichkeitsrate 2008/09 bei Frauen um 51% und bei Männern um 47% niedriger, während in angrenzenden Vergleichsregionen (Dänemark, Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg, Niedersachsen und Deutschland ohne Schleswig-Holstein) die Raten stabil waren oder zunahmen [719].

Die Plausibilität des Befundes wurde mit unterschiedlichen Überlegungen in Frage gestellt. Zum einen ist der deutliche Mortalitätsrückgang bei einer SCREEN-Teilnahmerate von nur 19% unerwartet hoch. Zum anderen setzt der Rückgang bereits vor 2003 ein. Zu der unerwartet günstigen Entwicklung können die vorbereitenden Aktivitäten beigetragen haben, die bei Ärzten und in der Bevölkerung das Bewusstsein für Hautkrebsfrüherkennung gestärkt und entsprechende Untersuchungen bereits vor dem eigentlichen Projektstart gefördert haben mögen. Die Stärke des Rückgangs könnte ferner dadurch beeinflusst sein, dass Personen mit überdurchschnittlich hohem Risiko, an Hautkrebs zu sterben, unter den Projektteilnehmenden überrepräsentiert waren [720], [728].

Weniger anfällig für unspezifische Awareness- und Selbstselektionseffekte ist eine Studie, die in früheren Versionen der Leitlinie noch nicht berücksichtigt war. In der Studie wurde die beobachtete Melanomsterblichkeit der Teilnehmer am SCREEN-Projekt in den Jahren 2003-2008 mit der Sterblichkeit verglichen, die in dieser Kohorte auf Basis der Melanomsterblichkeit in der (damals noch) nicht screeningexponierten Bevölkerung des Saarlands zu erwarten wäre [742]. Für die Berechnung beider Raten wurde gefordert, dass sich sowohl der Sterbefall als auch die ursächliche Melanomdiagnose im Zeitraum 2003 bis 2008 ereignet hat (incidence-based mortality approach). Nach 5,5-jährigem Follow-up ergab sich ein alters- und geschlechtsstandardisiertes Mortalitätsverhältnis von 0,59 (95 % CI: 0,40-0,83).

Unklar ist, ob und inwieweit fehlerhafte Codierungen der Todesursache zu dem beobachteten transienten Rückgang der Melanommortalität in Schleswig-Holstein beigetragen haben. In demselben Zeitraum, in dem das stärkste Minus bei der Melanomsterblichkeit registriert wurde (2008-2010), wurde ein deutliches Plus bei der Sterblichkeit infolge bösartiger Neubildungen ungenau bezeichneter, sekundärer und nicht näher bezeichneter Lokalisationen (C76-C80) verzeichnet [728].

Evaluationsergebnisse für das bundesweite Hautkrebs-Screening

Inzidenz

Auch nach Start des bundesweiten HKS im Juli 2008 kam es zu einem Anstieg der Hautkrebsinzidenz. In ökologischen Studien wurde für das invasive Melanom ein Zuwachs der altersstandardisierten Inzidenz um 24% (2006-2010) [727] bzw. 28% (2003/04-2010/11) [720] berichtet. Eine auf Nordrhein-Westfalen beschränkte Auswertung von Krebsregisterdaten ergab für das invasive Melanom von 2007 bis 2014 bei beiden Geschlechtern einen jährlichen prozentualen Zuwachs (annual percentage change, APC) von 3,8% (95% CI: 0,4%-7,3% (Frauen) bzw. 0,1%-7,7% (Männer)) und einen ähnlich starken Zuwachs für nicht-melanozytären Hautkrebs (APC Frauen: 5,2% (95% CI: 2,1%-8,3%,); APC Männer: 3,6% (95% CI: 0,6%-6,7%) [724]. Bei den in situ-Tumoren der Haut fiel der Anstieg kräftiger aus (in situ-Melanom: APC Frauen: 11,2% (9

% CI: 5,2%-17,6%,); APC Männer: 12,0% (95% CI: 5,8%-18,5%); in situ-PEK: APC Frauen: 14,3% (95% CI: 8,0%-20,9%,); APC Männer: 15,1% (9 % CI: 8,4%-22,3%) [724]. Parallel dazu zeigte sich in Nordrhein-Westfalen ein Anstieg von melanomassoziierten Arbeitsunfähigkeitsfällen sowie von Arbeitsunfähigkeitsfällen und Hospitalisierungen bei nicht-melanozytärem Hautkrebs. Ein positiver Zusammenhang zwischen dem bundesweiten HKS und der Häufigkeit einschlägiger Krankenhausentlassdiagnosen (als Surrogat für die Inzidenz; C43 und C44 zusammengefasst) wurde auch in einer Studie mit Paneldaten aus 22 europäischen Ländern über den Zeitraum 2000-2013 gefunden [721]. Nur eine der identifizierten und entsprechend angelegten Studien fand keinen Inzidenzanstieg für Hautkrebs. Dabei handelt es sich um eine Analyse von Krankenkassendaten aus Sachsen, die 6-Monats-Inzidenzen des ersten und zweiten Halbjahres 2008 miteinander verglich [725]. Das negative Ergebnis ist aufgrund der sehr kurzen Beobachtungszeit, den geringen Teilnahmeraten zu Beginn des Programms und der relativ kleinen Studienpopulation wenig aussagekräftig. In einer neueren Studie wurde der Zusammenhang zwischen Früherkennung und Diagnosehäufigkeit mittels räumlicher Analyse auf Kreisebene untersucht [730]. Zugrunde lagen Abrechnungsdaten der vertragsärztlichen Versorgung von 72,3 Millionen gesetzlich Versicherten in den Jahren 2011-2015. Regionen mit signifikant erhöhter Screeninganspruchnahme hatten überproportional häufig eine signifikant erhöhte Prävalenz. Entsprechendes ergab sich für Regionen mit signifikant geringeren Werten.

Tumorcharakteristika und Krankheitsschwere

Sechs eingeschlossene Studien haben untersucht, ob Screening einen Einfluss auf Tumorcharakteristika und Krankheitsschwere hat. Bei zwei von ihnen handelt es sich um ökologische Studien, die Änderungen der stadienspezifischen Melanominzidenz nach Einführung des Screenings untersucht haben. Es zeigte sich jeweils, dass die Inzidenzzunahme bei fortgeschrittenen Stadien geringer ausfällt als bei früheren Stadien: Während die Inzidenz der T1-Melanome in der Studie aus Nordrhein-Westfalen [724] von 2007 bis 2014 altersstandardisiert um jährlich 14,6% (95% CI: 8,4%-21,2%) bei Frauen und um 14,3% (95% CI: 7,0%-22,2%) bei Männern zunahm, betrug der jährliche Zuwachs bei den fortgeschrittenen Melanomen (T2-T4) zwischen 2,9% (95% CI: 0,5%-5,4%) (T3 Frauen) und 6,6% (95% CI: 2.3%-11.1%) (T4 Männer). In einer neueren Studie wurden durchschnittliche stadienspezifische Inzidenzen der Jahre 2018/2019 mit denen aus 2005/2006 verglichen [733]. Ausgewertet wurden Krebsregisterdaten aus vier Bundesländern, die eine durchgehend hohe Vollzähligkeit aufweisen und 21% der Bevölkerung Deutschlands abdecken. Fehlende Stadienangaben wurden durch multiple Imputation ersetzt. Altersstandardisiert ergab sich ein Zunahme der in situ-Melanome um 62%. Invasive Stadien nahmen um 45% (T1), 25% (T2), 13% (T3) bzw. 20% (T4) zu. Ein Rückgang fortgeschrittener Stadien, wie er idealtypisch als Folge der Früherkennung zu erwarten ist, war auch in dieser Studie nicht feststellbar. Die Autoren diskutierten zwei Erklärungsansätze: Das Screening könnte nutzlos sein und in erheblichem Umfang Überdiagnosen generieren, deren Häufigkeit stadienabhängig ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein im Screening entdeckter Tumor ohne die Früherkennung nie klinisch in Erscheinung getreten wäre, ist bei einem frühen Stadium höher als bei einem fortgeschrittenen Stadium. Anders wäre es, wenn die Inzidenzen auch ohne Einführung des Screenings zugenommen hätten, insbesondere aufgrund von gestiegenen Krankheitsrisiken. Im Vergleich zu einem hypothetischen Hintergrundtrend mit Anstieg der Inzidenz um beispielsweise 30% würden die berichteten Zuwächse zwischen 13 und 25% bei den fortgeschrittenen Stadien auf einen (geringen) Nutzen des Screenings hinweisen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass weder durch Extrapolation von Trends aus der Zeit vor dem Screening noch auf der Basis

von Trends in der nicht screeningberechtigten Altersgruppe der unter 35-Jährigen eine belastbare Abschätzung des screeningunabhängigen Hintergrundtrends möglich ist. Entsprechend war es nicht möglich, den Anteil der Überdiagnosen epidemiologisch abzuschätzen. Im Rahmen der Evidenzrecherche wurde eine dreizeitige Querschnittstudie auf der Basis von Patientendaten einer einzelnen Hautarztpraxis gefunden. In der Studie wurde untersucht, ob pandemiebedingt unterbliebene Screeninguntersuchungen im zweiten Quartal 2020 Auswirkungen auf die Eindringtiefe von Hautkrebsen im zweiten Quartal des Folgejahres hatten [736]. Es fand sich, dass die Eindringtiefen bei den in II/2021 gefundenen Plattenepithel- und Basalzellkarzinomen im Vergleich zu den Befunden der zweiten Quartale 2019 und 2020 signifikant erhöht war (Mittelwerte: 2,22 mm vs. 1,20 mm bzw. 1,58 mm vs. 1,00 mm). Bei den Melanomen war der Unterschied größer (1,81 mm vs. 0,6 mm), aber bei geringer Fallzahl (n=13) nicht signifikant.

Drei systematisch identifizierte Studien untersuchten den Zusammenhang zwischen Screening und Tumorcharakteristika bzw. Krankheitsschwere auf der Basis von individuellen Sekundärdaten. In der Studie von Trautmann et al. [725] wurde über den Zeitraum 2008 bis 2012 die Krankheitsschwere der in den Krankenkassendaten enthaltenen 34.295 Hautkrebsfälle untersucht. Prognostisch ungünstige Fälle (definiert als Fälle mit (Lymphknoten- oder Fern-)Metastasen oder Interferon-Behandlung) waren bei Nicht-Screeningteilnehmern (n=10.092) häufiger als bei Screeningteilnehmern (n=15.203), wobei die Unterschiede jeweils nicht signifikant waren.

Eine Studie mit gesundheitsökonomischem Schwerpunkt identifizierte in den Daten einer Krankenkasse in den Jahren 2013-2016 12.790 Versicherte mit einer Hautkrebsdiagnose [743]. Etwa die Hälfte von ihnen (n=6.041) war in zeitlichem Zusammenhang mit einem Hautkrebs-Screening gefunden worden. Weder bei Melanomen noch bei nicht-melanozytären Hautkrebsen fand sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Screeningstatus einerseits und dem Anteil von in situ-Tumoren oder fortgeschrittenen Tumoren anderseits. Auffallend war der unplausibel geringe Anteil von in situ-Melanomen (1,3%), der die Aussagekraft der Datenbasis für diesen Aspekt der Evaluation in Frage stellt.

Anhand von sächsischen Krankenkassendaten der Jahre 2010-2016 identifizierte eine Studie 2.457 Versicherte mit einer inzidenten Melanomdiagnose [738]. Bei 1.801 von ihnen war innerhalb von zwei Jahre vor der Diagnose mindestens ein Hautkrebs-Screening abgerechnet worden. Im Vergleich zu nicht gescreenten Patienten hatten sie signifikant seltener lokoregionäre und Fernmetasen innerhalb von 100 Tagen nach der Diagnose und erhielten signifikant seltener eine systemische Antikrebstherapie innerhalb von 30 Tagen nach der Diagnose.

Eine weitere Studie, die Krankenkassendaten nutzte, wurde außerhalb der systematischen Evidenzrecherche gefunden. Basierend auf Abrechnungsdaten von insgesamt 131.801 Versicherten mit Erstdiagnose eines Melanoms oder nicht-melanozytärem Hautkrebses im Jahr 2014 oder 2015 wurden screeningassoziierte Fälle mit solchen ohne Screeningbezug im Hinblick auf die Behandlungsintensität verglichen [744]. Melanome der Screeninggruppe zeigten im Vergleich zur Nicht-Screeninggruppe eine geringere Behandlungsintensität in Bezug auf tumorassoziierte Operationsintensität, Krankenhaus-Kontaktrate und Kontaktrate im niedergelassenen Bereich. Bei den nicht melanozytären Hauttumoren ergab sich ein uneinheitliches Bild.

Intervalltumore

In einer der identifizierten Studien wurde das Auftreten von Intervalltumore anhand von Krankenkassendaten quantifiziert [732]. Bei 6.563 von 449.172 Versicherten mit dokumentiertem Screening in den Jahren 2012-2013 und ohne Hautkrebsdiagnose im Screening- oder Folgequartal wurde in der Zeit bis zum nächsten Screening (begrenzt auf acht Quartale), ein Hautkrebs diagnostiziert. Verglichen mit zu erwartenden Diagnosen, errechnet aus der Häufigkeit von entsprechenden Diagnosen zwischen 2012 und 2015 bei Versicherten ohne dokumentiertes Screening, wurden signifikant weniger Hautkrebse diagnostiziert (Relative Inzidenz: 0,85 (95% CI: 0,83-0,87)). Das positive Ergebnis beruht im Wesentlichen auf einem selteneren Auftreten von invasiven nicht-melanozytären Tumoren (4.034 vs. 5.251, rel. Inzidenz: 0,77), während die Zahl der in situ-Melanome höher war als erwartet (97 vs. 77, rel. Inzidenz 1,26). Bei invasiven Melanomen und nicht-invasiven nicht-melanozytären Tumoren zeigte sich kein Effekt (rel. Inzidenz: 1,00 bzw. 1,02).

Mortalität

Primäres Ziel des Hautkrebs-Screening ist die Senkung der melanombedingten Mortalität. Zur Evaluation der Zielerreichung standen bei Erstellung der Vorversion der Leitlinie ökologische Studien mit Beobachtungszeiträumen bis 2012 [721], 2013 [727], [720], [728] bzw. 2015 [724] zur Verfügung. Keine konnte einen Rückgang der Melanommortalität nach Einführung des Hautkrebs-Screenings feststellen. Eine der Studien verglich die Entwicklung der melanombedingte Mortalitätsrate in Deutschland mit der in 21 anderen europäischen Staaten ohne Screening [721]. Es zeigt sich, dass die rohe krankheitsspezifische Sterblichkeitsrate in Deutschland (ohne Schleswig-Holstein) zwischen 2000 und 2012 stärker gestiegen ist als in den europäischen Vergleichsregionen. In einer einfachen Regressionsanalyse zur Modellierung der jährlichen Mortalitätsrate erhöhte das Screening die Sterblichkeit signifikant um 0,242/100.000. Der Effekt verringerte sich im voll adjustierten Modell mit Einschluss demografischer und sozioökonomischer Kennzahlen und Arztdichte) auf 0,077/100.000 und war nicht länger signifikant.

Aktuellere Evidenz ergibt sich aus einer Studie, die Daten der Todesursachenstatistik von 1998 bis 2020 ausgewertet hat [733]. Die Joinpoint-Regressionsanalyse ergab, dass die Melanomsterblichkeit ab 2014 jährlich um 1,7% zurückging, während sie vorher um 1,3% pro Jahr gestiegen war. Die Sterblichkeit infolge nicht-melanozytärer Hautkrebse stieg über den gesamt Beobachtungzeitraum um jährlich 2,7 %.

Eine weitere ökologische Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Früherkennung und Hautkrebsmortalität mittels raumzeitlicher Analyse [735]. Auf der Basis von Abrechnungsdaten der vertragsärztlichen Versorgung und Daten der Todesursachenstatistik auf Kreisebene für die Jahre 2011 bis 2015 wurden raumzeitliche Cluster identifiziert, in denen die Inanspruchnahmerate von Früherkennungsuntersuchungen (EBM-Ziffern 01745 und 01746 getrennt und gesamt) beziehungsweise die Hautkrebsmortalitätsrate (C43 und C44 gesamt) hoch oder niedrig waren. In einer nicht adjustierten Regressionsanalyse ergab sich ein negativer Zusammenhang zwischen (überwiegend hautärztlich durchgeführten) Früherkennungen gemäß EBM-Ziffern 01745 und der Hautkrebsmortalität. Für (ausschließlich hausärztlich abgerechnete) Screenings gemäß EBM-Ziffern 01746 und Screenings gesamt zeigte sich kein Zusammenhang. Bei Adjustierung für verschiedene potenzielle Cofounder, z.B. Durchschnittsalter der Bevölkerung und sozioökonomische Regionalmerkmale, hatte keine Früherkennungskategorie signifikanten Einfluss auf die Hautkrebsmortalität.

Zwei Studien untersuchten den Einfluss des Screenings auf die Melanomsterblichkeit anhand von Krankenkassendaten. Die (retrospektive) Kohortenstudie von Datzmann et al. [738] mit Einschluss von 2.475 Melanomfällen verglich 1.801 Fälle mit dokumentiertem Screening mit 674 Fällen ohne Früherkennung über einen Zeitraum von maximal 4 Jahren. Das rohe Mortalitätsrisiko war in der Screeninggruppe um >50% niedriger als in der Nicht-Screeninggruppe (9,5% vs. 22,8%). Die Cox-Regression mit Adjustierung für zahlreiche Kovariaten ergab ein Hazard Ratio von 0,62 (95% CI 0,48–0,80). Um für den Lead-time-Bias zu korrigieren, schlossen die Autoren in einer Sensitivitätsanalyse alle – gescreente und ungescreente – Versicherten mit einer Überlebenzeit von weniger als 360 Tagen aus. Der Überlebensvorteil der gescreenten Patienten verringerte sich (Hazard Ratio: 0,75) und war nicht mehr signifikant.

In einer weiteren Studie mit Krankenkassendaten wurde ein Fall-Kontroll-Studiendesign angewandt. Als Fälle wurden aus einer Zufallsstichprobe 1.037 Versicherte eingeschlossen, die nach einer Melanomdiagnose (in 2014 oder 2015) im Jahr 2015 oder 2016 an der Erkrankung gestorben sind [734]. Pro Fall wurden 10 Kontrollen gezogen, die mindestens bis Ende des Todesjahres des jeweiligen Falls gelebt haben. Fälle und Kontrollen wurden darauf überprüft, ob in Zeiträumen von 3 oder 24 Monaten vor dem Tag, an dem bei dem Fall die Diagnose gestellt worden war, ein Hautkrebs-Screening durchgeführt worden war. Erwartet wurde, dass dies bei den Verstorbenen seltener der Fall war als bei den Kontrollen. Es zeigte sich jedoch ein umgekehrter Zusammenhang: Sowohl innerhalb des 3-Monats- als auch des 24-Monats-Zeitraums waren abgerechnete Screenings bei Fällen häufiger als bei Kontrollen (Frauen: 26,8% vs. 3.9% bzw. 40,1% vs. 24,9%, bei Männern: 36,4% vs. 4,3% bzw. 50,5% vs. 26,8%). Bei konzeptionsgemäßer Interpretation würde das bedeuten, dass die Teilnahme am Hautkrebs-Screening das Risiko, an einem Melanom zu sterben, erhöht. Die Autoren erklären den Befund damit, dass offensichtlich auch solche Untersuchungen als Screening abgerechnet werden, die durch einen im Vorfeld des Screenings entstandenen Hautkrebsverdacht veranlasst worden sind.

Schließlich wurde eine Studie identifiziert, die potenzielle Effekte des bundesweiten Hautkrebs-Screenings mithilfe einer Mikrosimulation modelliert. Vorrangiges Ziel war, die Weiterentwicklung des Hautkrebs-Screenings zu unterstützen, indem Effekte unterschiedlicher Modifikationen des Screenings abgeschätzt werden [731]. Dabei flossen theoretische Überlegungen zu Tumorentwicklung, -entdeckung und -behandlung sowie die vorhandene Datenlage ein. Eine der Annahmen war, das Sensitivität und Spezifität für alle Hautkrebsarten beim fachärztlichen Screening 91,7% bzw. 81,5% erreichen, beim hausärztlichen Screening 85% bzw. 75%. Für das bundesweite zweijährliche Screening mit einer Teilnahmerate von 30% pro Runde ergab sich eine Senkung der altersstandardisierten Mortalität um 13% innerhalb von 10 Jahren nach Einführung des Screenings. Der Rückgang beginnt 2 Jahre nach Einführung.

Gesamtbewertung des bundesweiten Hautkrebs-Screenings

Auf Basis der dargestellten Evidenz ist ein Effekt des bundesweiten Hautkrebs-Screenings auf die Hautkrebssterblichkeit nicht feststellbar. Das insoweit günstigste, wenn auch nach Adjustierung nicht mehr signifikante Ergebnis wurde in der Studie von Datzmann et al. [738] gefunden. Die Qualität der Studie wird im einem systematischen Evidenzbericht im Auftrag der US Preventive Services Task Force als gut beurteilt [716]. Zudem unterschätzt das Auswertungsergebnis den untersuchten Effekt, wenn man – wie von Stang et al. [734] – davon ausgeht, dass ein bedeutender Anteil von Untersuchungen, die als Screening abgerechnet werden, im Zusammenhang mit der diagnostischen Abklärung eines auffälligen Hautbefundes durchgeführt werden.

Dennoch ist das Ergebnis nicht aussagekräftig. Aus dem in zahlreichen Studien nachgewiesenen Inzidenzanstieg mit Einführung des Screenings folgt, dass im Screening Hautkrebse gefunden werden, die ohne das Screening nicht oder zu einem späteren Zeitpunkt diagnostiziert worden wären. Soweit es sich um Überdiagnosen handelt, werden die Erkrankungen per definitionem nicht todesursächlich, während die vorgezogenen Diagnosen in Bezug auf die Überlebenszeit einen Vorteil haben, auch wenn der Tod zum gleichen Zeitpunkt eintritt wie es ohne Screening der Fall gewesen wäre (Lead-time-Bias). Der Ansatz der Autoren, den Lead-time-Bias zu kontrollieren, indem sie Versicherte mit einer Überlebenszeit von weniger als 360 Tagen ausschließen, ist nicht geeignet, die Verzerrung zu beseitigen. Dazu bedarf es belastbarer Erkenntnisse über die Dauer des Zeitraums, in dem eine präklinischer Krebs im Screening zu entdecken ist (sojourn time) [745], [744]. Evidenz dazu fehlt. Weitere Verzerrungen können dadurch bedingt sein, dass Personen, die das Screening nutzen, sich auch sonst gesundheitsförderlicher verhalten als Nicht-Screening-Teilnehmer (Healthy-screenee-Bias), und dass die im Screening gefundenen Tumore weniger aggressiv sind als solche, die klinisch auffällig werden (Length-time-Bias). Auch das Autorenteam um Datzmann [738] schlussfolgert, dass der beobachtete Unterschied bei der Überlebenszeit nicht durch das Screening selbst, sondern durch eine Mischung aus Selektionsbias, Überdiagnosen und Lead-Time-Bias verursacht sein könnte.

Auf Basis der identifizierten ökologischen Studien, die unanfällig für die genannten Verzerrungen sind, lässt sich ebenfalls kein mortalitätssenkender Effekt des bundesweiten Screenings feststellen. Die von Hübner et al. [733] berichtete Trendänderung bei der Melanomsterblichkeit tritt erst 8 Jahre nach Einführung des Screenings ein, während sie in der Simulation von Baltus et al. [731] bereits nach 2 Jahren einsetzt. Für eine entsprechend kurze Latenz sprechen auch die Ergebnisse der Folgeevaluation des SCREEN-Projekts. Die beobachtete Absenkung der Melanommortalitätsrate zeigt zwei Stufen, die jeweils ca. 2 Jahre nach potenziell früherkennungswirksamen Aktivitäten (Pilotphase und Modellprojekt) beginnen [720]. Die zeitlichen Verhältnisse sprechen also eher dafür, dass der Rückgang der Melanomsterblichkeit ab 2014 auf neue Behandlungsmethoden (insbesondere BRAF-, MEK- und Immuncheckpoint-Inhibitoren) zuzuführen ist.

Auch ohne Einfluss auf die Mortalität wäre ein patientenrelevanter Nutzen des Screenings gegeben, wenn die Häufigkeit belastender Therapien sinkt. Tatsächlich weisen mehrere identifizierte Studien mit Einzeldaten darauf hin, dass im oder im zeitlichen Zusammenhang mit einem Screening gefundene Melanome prognostisch günstigere Eigenschaften haben oder weniger intensiv behandelt werden müssen als solche, die ohne Screeningbezug gefunden werden [725], [738], [744]. Die Unterschiede sind teilweise signifikant. Dabei ist jedoch zu beachten, dass ein Vergleich screeningdetektierter mit nicht-screeningdetektierten Tumoren konzeptionell nicht geeignet ist, Beweis für einen Nutzen des Screenings zu erbringen. Auch ohne kausale Effekte des Screenings sind Vorteile screeningassozierter Melanome aufgrund des Length-time-Bias und unvermeidlicher Überdiagnosen zu erwarten. Gegen einen Nutzen des bundesweiten Screenings spricht zum einen, dass die Zahl der im screeningfreien Intervall diagnostizierten Melanome der ohne Screening zu erwarteten Inzidenz entspricht [732], zum anderen, dass kein Rückgang fortgeschrittener T-Stadien auf Bevölkerungsebene zu beobachten ist [733].

Etwas günstiger fällt die Bewertung der Evidenz für nicht-melanozytären Hautkrebs aus. Die Ergebnisse einer monozentrischen Studie, in der Eindringtiefen von screeningdetektierten Hauttumoren vor, während und nach der Covid-19-Pandemie untersucht wurden, entsprechen der Erwartung an ein wirksames Krebsscreening, dass

verlängerte Screeingintervalle zu einer ungünstigeren Verteilung der Tumorausbreitung führen [736]. Nicht anders als beim Melanom könnten auch bei den nicht-melanozytären Hauttumoren Überdiagnosen die Ursache der Größenverschiebung sein. Dies erscheint jedoch weniger wahrscheinlich, da die Zahl der im Intervall aufgetretenen invasiven Karzinome kleiner ist als ohne das Screening zu erwarten wäre. Dies spricht für eine effektive Vorverlegung von Diagnosen, in deren Folge die Häufigkeit stärker belastender Behandlungen abnimmt.

Schlussfolgerung

Auf Basis der eingeschlossenen Studien ist 17 Jahre nach Einführung des bundesweiten Hautkrebs-Screenings nicht erkennbar, dass es die Erwartungen in Bezug auf Senkung der Mortalität und Morbidität, die durch das Pilotprojekt SCREEN geweckt wurden, erfüllen kann. Die recherchierte Evidenz führt zu dem Schluss, dass das aktuelle Screening nur einen geringen, auf Bevölkerungsebene nicht nachweisbaren Nutzen hat. Die Diskrepanz zu den Evaluationsergebnissen des SCREEN-Projekts, insbesondere im Hinblick auf die Zielvariable Hautkrebsmortalität, hat zu kontroversen Deutungen geführt, die sich neben der erwähnten Möglichkeit von fehlkodierten Todesursachen und Änderungen der Populationsdatenbasis (Zensus 2011) auch auf Detailunterschiede bei der Konzeption, Durchführungsqualität, Akzeptanz und Awareness-Effekte der beiden Interventionen beziehen (Beteiligung von Fachärzten unterschiedlicher Disziplinen, Schulungsmaßnahmen, Motivation der Untersucher, Alter der Anspruchsberechtigten, Teilnahmeraten, Selbstselektion von Risikopersonen, Überweisung von Risikopersonen an Fachärzte und Öffentlichkeitsarbeit) [720], [728], [727]. Aufgrund der konzeptionellen Ähnlichkeit des bundesweiten Screenings und des Pilotprojekts erscheint es unwahrscheinlich, dass normative Unterschiede die Hauptursache für die diskrepante Evidenzlage sind. Wirksamkeitsverluste könnten teilweise auf Qualitätsunterschieden zwischen einer Intervention unter Studienbedingungen einerseits (efficacy) und einer Maßnahme der Routineversorgung andererseits (effectiveness) beruhen. Beispielhaft wurden die in der Mikrosimulation von Baltus et al. [731] angenommenen Sensitivität von 91,7% bzw. 85% unter Studienbedingungen erzielt; entsprechende Werte mögen im SCREEN-Projekt erzielt worden sein. Es ist fraglich, ob sie bei zunehmender Arbeitsverdichtung im Praxisalltag realisiert werden.

Forschungsbedarf

Die Priorisierung des Forschungsbedarfs sollte berücksichtigen, wie sich das Hautkrebs-Screening in Zukunft voraussichtlich entwickeln wird. Angesichts des zunehmenden, erfolgreichen Einsatzes neuer, KI-gestützter Methoden [746] muss damit gerechnet werden, dass das gegenwärtig praktizierte gesetzliche Hautkrebs-Screening an Bedeutung verliert. Aufwändige, prospektive Kohortenstudien, die ausschließlich dazu dienen, das Richtlinien-Screening zu bewerten, könnten von der Wirklichkeit überholt werden. Sinnvoller erscheint es zu untersuchen, inwieweit Künstliche Intelligenz genutzt werden kann, die Effizienz und Durchführungsqualität des Hautkrebs-Screenings zu verbessern.

Zur Evaluation des laufenden Screenings bleiben Fall-Kontroll-Studien eine Option – entweder wie in der Vorversion der Leitlinie diskutiert als aufwändige Variante mit Primärdatenerhebung oder mit Krankenkassendaten als Fortentwicklung des Ansatzes von Stang et al. [734]. Ursache für das Scheitern der Analyse war, dass es sich bei abgerechneten Screenings zu einem erheblichen Teil um Untersuchungen handelt, die anlässlich der diagnostischen Abklärung des todesursächlichen Tumors durchgeführt sein dürften. Solche anlassbezogenen Untersuchungen könnten möglicherweise

ausgeschlossen werden, indem nur solche Leistungen berücksichtigt werden, die in einem Zeitfenster mit hinreichendem Abstand von der späteren Diagnose durchgeführt werden. Derjenige Teil des Screeningsnutzens, der durch positive Befunde bei Erstteilnahme vermittelt wird, würde zwar übersehen. Dafür würde andererseits auch ein Nutzen erfasst, der durch prognostische Vorteile von Intervalltumoren bedingt ist.

Eine solche Studie würde wie auch andere Studien mit Krankenkassendaten von einer Verknüpfung mit Krebsregisterdaten profitieren, insbesondere wegen der darin enthaltenen tumorbezogenen Informationen. Das am 26.03.2024 in Kraft getretene Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG) sieht diese Möglichkeit in § 4 vor. Ab wann entsprechende Anträge gestellt werden können, ist allerdings offen.

Zudem ist sinnvoll Studien zur Häufigkeit bekannter Risikofaktoren in der Bevölkerung durchzuführen. Auf dieser Basis könnten die Folgen unterschiedlicher Risikostratifizierungsstrategien entsprechend dem Vorgehen von Baltus et al. [731] oder in Form einer Markov-Analyse (Kosteneffektivitätsanalysen) simuliert werden

Relevante Erkenntnisse in Bezug auf die Qualität des aktuellen Richtlinien-Screening könnten durch Auswertung der Routinedokumentation nach § 34 Krebsfrüherkennungs-Richtlinie (KFE-RL) auf Leistungserbringerebene gewonnen werden. Eine pseudonymisierte Auswertung in Bezug auf Verdachtsdiagnosen, Biopsien/Exzisionen und Befunde könnte Heterogenitäten aufzeigen, die auf mögliche Qualitätsdefizite hinweisen. Weitergehend sollte die Möglichkeiten geprüft werden, diese Daten im Rahmen von Record-Linkage-Projekten mit Krebsregister- oder Krankenkassendaten zu verbinden.

Zur besseren Einschätzung des Nutzen-Schaden-Verhältnisses des Hautkrebs-Screenings sollte eine Benefit-Harm Modellierung durchführt werden.

Änderungsvorschläge für die Dokumentation gemäß § 34 KFE-Richtlinie

Die Eignung der Screeningdokumentation gemäß § 34 KFE-RL zur Evaluation der Qualität und Zielerreichung ist begrenzt. Die Aussagekraft der Auswertungen würde erheblich verbessert, wenn hausärztliche und dermatologische Screeningdokumentationen auf Patientenebene eindeutig miteinander verknüpft werden könnten. Der aktuelle gemäß § 35 KFE-RL in Auftrag gegebene Evaluationsbericht stellt fest, dass die Einführung eines eindeutigen, datenschutzkonformen Patientenpseudonyms wegen des unverhältnismäßig hohen Aufwands derzeit nicht möglich sein wird [747]. Eine Überprüfung dieser Bewertung erscheint angesichts der erheblichen Kosten für das Hautkrebs-Screening geboten.

Darüberhinaus wäre sinnvoll, etablierte Risikofaktoren in die Routinedokumentation gemäß § 34 KFE-RL einzubeziehen. Durch Vergleich mit der Prävalenz dieser Risikofaktoren in der Allgemeinbevölkerung könnten Selbstselektionseffekte abgeschätzt werden.

Nach den Ergebnissen der Studie von Stang et al. [734] muss davon ausgegangen werden, dass viele Untersuchungen, die als Screening abgerechnet werden, aufgrund eines konkreten Verdachts erfolgt sind. Dass in einem solchen Fall die Untersuchung der sonstigen Körperoberfläche nicht als Screening anzusehen ist, ist zumindest nicht zwingend. Häufig wird es so sein, dass die Motivation zum Arztbesuch auf einer besorgniserregenden Hautveränderung und dem Screeningangebot gleichzeitig beruht. Eine saubere Zuordnung von Effekten, die in einer kontrollierten Interventionsstudie mit Intention-to-treat-Auswertung möglich ist, dürfte mit Beobachtungsdaten

ausgeschlossen sein. Eine näherungsweise Abgrenzung könnte gelingen, wenn bei jedem positiven Test dokumentiert würde, ob die jeweilige Hautauffälligkeit der betroffenen Person schon vor dem Screening Sorgen gemacht hat.

8.2.3 Implementierung und Qualitätssicherung des Hautkrebs-Screenings

8.2.3.1 Aus-, Weiter- und Fortbildung

8.2.3.1.1 Fachliche Voraussetzungen

8.13	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Ein Hautkrebs-Screening soll nur von approbierten Ärzten durchgeführt werden, die eine qualitätsgesicherte, gemäß Krebsfrüherkennungsrichtlinie zertifizierte Fortbildung zur Durchführung eines Hautkrebs-Screenings erfolgreich absolviert haben.	
	Starker Konsens	

Zur Sicherstellung eines flächendeckenden und bevölkerungsbezogenen Hautkrebs-Screenings (HKS) hat der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) Hausärzte (hausärztlich tätige Fachärzte für Allgemeinmedizin, Fachärzte für Innere Medizin, praktische Ärzte sowie Ärzte ohne Gebietsbezeichnung) und Dermatologen in die Durchführung einbezogen und ein zweistufiges Screeningverfahren definiert.Unabhängig von diesen gesetzlichen Vorgaben haben sowohl Urologen als auch Gynäkologen gewachsene Erfahrungen bei Früherkennungs- und Screening-Maßnahmen. Das bietet die Möglichkeit, bei ihren fachspezifischen Krebsfrüherkennungsuntersuchungen die Hautkrebsprävention mit zu berücksichtigen. Es ist zu erwarten, dass es Frauen beim Besuch ihres Gynäkologen leichter fallen würde, die komplette Haut – gerade auch im Intimbereich – sorgfältig untersuchen zu lassen. Ähnliches gilt auch für den Urologen. Zudem zeigte das Pilotprojekt des deutschen HKS (SCREEN), durchgeführt von 2003 bis 2004 in Schleswig-Holstein, dass die Ausgestaltung eines bevölkerungsbezogenen HKS mithilfe frauenärztlicher Unterstützung sinnvoll ist [748], [687].

Die Facharztweiterbildung im Gebiet Haut- und Geschlechtskrankheiten bescheinigt in der aktuellen Fassung der Musterweiterbildungsordnung Handlungskompetenzen sowohl in Früherkennungsuntersuchungen sowie Handlungskompetenzen und Fertigkeiten in der Durchführung und Interpretation der Dermatoskopie. Die Anforderung eines zusätzlichen Nachweises über die Teilnahme an einer zertifizierten Fortbildung wird bisher von den Kassenärztlichen Vereinigungen bei Dermatologinnen und Dermatologen unterschiedlich gehandhabt, erscheint aber im Hinblick auf die aktuelle Weiterbildungsordnung als redundant.

Forschungsbedarf

Es besteht weiterer Forschungsbedarf, da zwar Studien existieren, die den Effekt von Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen auf Parameter wie Wissenszuwachs oder diagnostische Genauigkeit evaluieren, jedoch bislang Untersuchungen fehlen, die die fachberuflichen Voraussetzungen für die Beratung und Durchführung eines HKS

systematisch analysieren.
Erforderlich wäre eine Studie, die unterschiedliche fachärztliche Qualifikationsprofile hinsichtlich ihres Einflusses auf epidemiologische Kennzahlen (z. B. Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer prädiktiver Wert) des Screening-Verfahrens sowie auf die kommunikativen Kompetenzen der Ärzte vergleicht.
Auf dieser Grundlage könnten im nächsten Schritt die fachlichen und kommunikativen Anforderungen identifiziert und zu einem Kompetenzprofil verdichtet werden, das eine qualitätsgesicherte Durchführung des HKS gewährleistet.

8.14	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Eine beratende Ansprache oder eine weiterführende Beratung im Rahmen des Hautkrebs-Screenings kann auch von nicht ärztlichen Gesundheitsfachkräften wie medizinische Fachangestellten, Pflegefachpersonen oder Angehörigen anderer Gesundheitsberufe durchgeführt werden. Voraussetzung hierfür sind eine abgeschlossene einschlägige Berufsausbildung und der erfolgreiche Abschluss einer qualitätsgesicherten und, anerkannten Fortbildung zur Beratung im Kontext des Hautkrebs-Screenings.	
	Starker Konsens	

Die persönliche Kommunikation, also das direkte Gespräch zwischen Arzt und Bürger, spielt bei Gesundheitsthemen eine bedeutende Rolle. Im Pilotprojekt des deutschen HKS (SCREEN) wurde in diesem Zusammenhang auch die besondere Bedeutung der Medizinischen Fachangestellten (MFA) deutlich. Diese sprachen die potenziellen Teilnehmer nahezu doppelt so häufig im Vergleich zu Ärzten auf deren Bereitschaft an, sich zum HKS beraten zu lassen. Vor allem für die Förderung der Entscheidungsfindung für oder gegen eine Krebsfrüherkennungsmaßnahme ist die direkte Ansprache und Beratung entscheidend (siehe auch Kapitel 8.4.1) [749]. Dazu haben im Praxisalltag medizinische Fachangestellte vielfach einen direkteren Zugang zu potenziellen Teilnehmern; eine Beratung ist hier ohne Zugangsschwelle möglich. Durch die Teilnahme an einer Fortbildung, die auf den Erwerb von Beratungskompetenzen im Bereich der Hautkrebsfrüherkennung abzielt, sollen die präventive Rolle sowie das Potenzial von Medizinischen Fachangestellten und anderen Gesundheitsfachkräften weiter ausgebaut und optimiert werden.

Forschungsbedarf

Es besteht Forschungsbedarf im Hinblick auf die formative Evaluation von Fortbildungen und Fortbildungsprogrammen zum HKS für nichtärztlich tätige Gesundheitsfachkräfte. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können dazu beitragen, edukative Maßnahmen für diese Berufsgruppen gezielter zu konzipieren, durchzuführen und summativ zu evaluieren.

Im Rahmen weiterer Evaluation sollte auch untersucht werden, ob die Patientencompliance hinsichtlich des Einsatzes von Schutzmaßnahmen durch die direkte Ansprache im Arzt-Patienten Gespräch im Vergleich zur Ansprache durch das Assistenzpersonal oder durch Einsatz von Medien verbessert werden kann.

8.2.3.1.2 Schaffung der fachlichen Voraussetzungen

8.15	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Fortbildungen / Fortbildungsprogramme des Hautkrebs-Screenings für Ärzte und andere Gesundheitsfachkräfte (medizinische Fachangestellte, Pflegeberufe, andere Fachberufe des Gesundheitswesens) sollen flächendeckend angeboten und durch zertifizierte Trainer durchgeführt werden.	
	Starker Konsens	

Eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung eines HKS in der Praxis ist eine qualitätsgesicherte Fortbildung der Ärzte und anderer Health Professionals, damit sie ihrer besonderen Rolle in der Prävention von Krankheiten gerecht werden können.

Deutschland hat mit dem HKS weltweit als erstes Land eine flächendeckend organisierte, standardisierte Krebsfrüherkennungsuntersuchung der Haut eingeführt. Zur Teilnahme an diesem HKS benötigen Ärzte einen Nachweis der erfolgreichen Teilnahme an einem von der Kassenärztlichen Bundesvereinigung anerkannten achtstündigen Fortbildungsprogramms. Unter der Leitung des Zentralinstituts für die Kassenärztliche Versorgung wurde zunächst ein Trainerprogramm durchgeführt: Ausgebildet wurden 132 dermatologische und 151 hausärztliche Trainer, die wiederum Fortbildungen durchgeführt haben bzw. durchführen. Nach eigenen Angaben der Kassenärztlichen Vereinigungen hatten sich bis Ende 2012 rund 44.000 Ärzte (Hausärzte und Dermatologen) für die Durchführung des HKS qualifiziert und 597 Pathologen bzw. Dermatohistopathologen entsprechen den geforderten Qualitätsansprüchen.

Forschungsbedarf

Es besteht Forschungsbedarf hinsichtlich einer systematischen Analyse der bestehenden Fortbildungslandschaft. Im Rahmen einer Ist-Analyse sollte untersucht werden, ob flächendeckende Fortbildungsangebote für die einzelnen Professionen existieren und inwieweit diese den Zielgruppen bekannt sind. Darauf aufbauend ist in einer Soll-Analyse zu definieren, welche Ziele und Qualitätsstandards zukünftig erreicht werden sollen. Bei festgestellten Diskrepanzen zwischen Ist- und Soll-Zustand ist ein Konzept zur Behebung bestehender Defizite zu entwickeln. Abschließend sollten die Effekte, Effektivität und Effizienz der vorhandenen Fortbildungsangebote evaluiert werden.

8.2.3.1.3 Inhalte des Curriculums

Ein Fortbildungsangebot zum HKS für Ärzte sowie andere Health Professionals (medizinische Fachangestellte, Pflegeberufe, andere Gesundheitsberufe) soll theoretisches Wissen und praktische Methodenkompetenz vermitteln. Dazu sollen im Curriculum folgende Inhalte berücksichtigt werden:

- Epidemiologie und Krankheitsbilder
    - Epidemiologie des Hautkrebses (Melanom, Nichtmelanozytärer Hautkrebs – NMSC)
    - Krankheitsbilder und klinische Charakteristika
- Ätiologie und Risikofaktoren

- Ursachen, Risikofaktoren und Risikogruppen
- Prävention und Früherkennung
    - Definition und Abgrenzung der Präventionsstufen (Primär-, Sekundär-, Tertiärprävention)
    - Krebsfrüherkennung als Screeningmaßnahme
    - Nutzen und potenzieller Schaden von Früherkennungs- und Screening-programmen
    - Kriterien zur Bewertung von Früherkennungsmaßnahmen
    - Kenngrößen und Leistungsparameter von Screeningtests
    - Rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen
- Gesetzliche Grundlagen des Hautkrebs-Screenings
- Dokumentation, Abrechnung und Meldung an Krebsregister
- Durchführung des Hautkrebs-Screenings (HKS)
    - Standardisierte Ganzkörperuntersuchung als Screeningtest
    - Gezielte Anamnese
    - Befundmitteilung und Beratung
    - Überweisung bei auffälligem Befund
    - Kommunikation und Beratung
- Grundlagen der Kommunikation im medizinischen Kontext
    - Ansprache potenzieller Teilnehmender am Hautkrebs-Screening
    - Anforderungen an die Beratung im Sinne der informierten Entscheidung
    - Kommunikation zwischen Hausarzt, Dermatologe, Pathologe und Patient
    - Kommunikationswerkzeuge zur ärztlichen Gesprächsführung
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit
    - Schnittstellen und Kooperationsstrukturen zwischen den beteiligten Fach-disziplinen

Unter der koordinierten Leitung der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP) e.V. wurde gemeinsam mit der Kommission Hautkrebs-Screening Deutschland – bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der ADP, DDG, BvDD, ADO, DGDC und ADH – sowie in Kooperation mit dem Deutschen Hausärzteverband, dem Institut für hausärztliche Fortbildung (IhF) und der DEGAM ein Fortbildungsprogramm zur Einführung des Hautkrebs-Screenings (HKS) entwickelt und über den Deutschen Ärzte-Verlag publiziert [750]. Dieses Programm wurde von der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) als inhaltlich mit der Krebsfrüherkennungs-Richtlinie übereinstimmend bewertet [751]. Die im vorliegenden Curriculum dargestellten Inhalte basieren auf Elementen dieses Fortbildungsprogramms, das bereits im Rahmen des Pilotprojekts zum deutschen Hautkrebs-Screening (SCREEN) erfolgreich erprobt und umgesetzt wurde.

8.2.3.1.4 Evaluation von Fortbildungsprogrammen/Curricula

Die Effektivität des achtstündigen Fortbildungsprogramms zum Hautkrebs-Screening (HKS) in Deutschland wurde bislang überwiegend in Form von Prä-Post-Befragungen der teilnehmenden Ärzte untersucht. Eine der zentralen Evaluationsstudien hierzu stammt von Anders et al. [752], die die seit 2015 aktualisierte Schulung zum HKS in Deutschland analysierte. Insgesamt wurden 573 Fragebögen der Schulungsteilnehmer (94 % Hausärzte, 6 % Dermatologen) ausgewertet. Der Fragebogen umfasste 34 Items

zu Wissen über Screening und Früherkennung, Hautkrebs und HKS sowie zur diagnostischen Genauigkeit. Zudem wurde das subjektive Selbstvertrauen in Diagnosestellung und Beratung mittels Likert-Skalen erfasst.
Die Auswertung zeigte einen signifikanten Wissenszuwachs zu Screening, Früherkennung und Hautkrebs sowie eine signifikante Verbesserung der diagnostischen Genauigkeit. Die Anzahl korrekt identifizierter Diagnosen stieg von durchschnittlich 3,9 auf 5,3 ($p < 0,001$). Hausärzte identifizierten zwar insgesamt weniger Läsionen korrekt als Dermatologen (7,5 vs. 10,0; $p < 0,001$), profitierten jedoch am stärksten von der Fortbildung. Beim Basalzellkarzinom (BZK) stieg die korrekte Diagnoserate von 55,1 % auf 83,1 % ($p < 0,001$). Auch das Selbstvertrauen der Teilnehmer in der präventiven Beratung erhöhte sich signifikant (Anders et al., 2017).
Langfristige Effekte dieser Fortbildung – etwa auf Detektionsraten, Überweisungsverhalten oder die Häufigkeit unnötiger Biopsien – wurden bislang nicht untersucht.

Das Fortbildungsprogramm selbst wurde seitdem mehrfach überarbeitet: 2024 erschien die 6. Auflage mit erweitertem Blended-Learning-Konzept (E-Learning + Präsenz- oder Live-Webinar), 2025 folgte die 7. aktualisierte Auflage. Trotz dieser inhaltlichen und didaktischen Weiterentwicklungen liegen bislang keine neuen empirischen Studien vor, die eine nachhaltige Wirksamkeit der Fortbildung über kurzfristige Wissenszuwächse hinaus belegen.

Internationale Studien (z. B. [753], [754]) zeigen vergleichbare Ergebnisse: Kurzfristig steigern Schulungen Wissen, Selbstvertrauen und diagnostische Sicherheit, jedoch fehlen belastbare Daten zu Langzeitwirkungen oder zur Beeinflussung realer Screening- und Behandlungsindikatoren.

8.16	**Evidenzbasierte Empfehlung**	**geprüft 2026**
Empfehlungsgrad **B**	Curricula für die Aus-, Fort- und Weiterbildung von Ärzten oder Gesundheitsfachkräften (medizinische Fachangestellte, Pflegeberufe, andere Fachberufe des Gesundheitswesens) in der Primärversorgung sollten bezüglich der primären und sekundären Prävention von Hautkrebs folgende Themenbereiche beinhalten: • Epidemiologie, • Diagnostik inklusive Dermatoskopie und klinischer Algorithmen, gestützt auf fotografischen Aufnahmen von Hautläsionen, • Beratung (primär- und sekundärpräventive), • Kommunikation, • Behandlung. Dabei können Curricula in eine oder mehrere Interventionseinheiten gegliedert sein und folgende didaktische Mittel und Bedingungen integrieren: Präsenzveranstaltung, webbasiert, interaktiv, multimedial, Rollenspiel, theoretisch und/oder praktisch vermittelt.	
Evidenzlevel **1-, 3** SIGN	[704], [755], [756], [757], [758], [759], [760], [761], [762], [763], [764], [765]	
	Starker Konsens	

Innerhalb einer systematischen Literaturrecherche (durchgeführt 2010) wurden 20 Publikationen ermittelt, die sich mit 13 unterschiedlichen Edukationsprogrammen für Health Professionals zur Hautkrebsfrüherkennung beschäftigen. Zusätzlich zu den Angaben, die in den jeweiligen Veröffentlichungen enthalten sind, lieferten 12 der Originalautoren weitere Angaben zu den einzelnen Analysen. Die zusammengestellten Informationen geben Auskunft zu Aspekten aus den Bereichen Curriculum (fachlicher Inhalt), Formen der Schulung und den jeweils gemessenen Outcomes (Evaluation). Innerhalb der einzelnen Schulungen wurden Curricula zu den Themenfeldern Diagnostik (in 92 % der Studien), Epidemiologie (97 %), Behandlung (62 %), Algorithmen (46 %) und zur Dermatoskopie (15 %) entwickelt bzw. adaptiert, implementiert und abschließend evaluiert. Die Inhalte wurden in unterschiedlichen Formen und mit verschiedenen didaktischen Mitteln vermittelt: als Präsenzveranstaltung (in 69 % der Studien), interaktiv (46 %), multimedial (23 %) oder webbasiert (15 %); mit einer Interventionseinheit (23 %), mit zwei (46 %), mit mehr als zwei Interventionseinheiten (30 %). 18 von 20 Studien zeigen eine signifikante Verbesserung der jeweils gemessenen Outcomes durch die Intervention. Im Detail werden die Endpunkte Wissen, Kompetenzen und Fertigkeiten, Vertrauen in die Diagnose-, Behandlungs- und Beratungsfähigkeiten und der Anteil an korrekten Diagnosestellungen erhöht bzw. gestärkt [762].

In einer weiteren Untersuchung, in der Ergebnisse von 17 Allgemeinmedizinern ausgewertet wurden und deren Intervention aus einer Präsenzveranstaltung und einer Broschüre mit 40 diagnostischen Bildern bestand, verbessert sich die Sensitivität und Spezifität hinsichtlich der Erkennung verschiedener Hautläsionen. Im Detail erhöht sich die Sensitivität für maligne Läsionen von 63 % auf 76 % (beim malignen Melanom von 65 % auf 81 %) und für Borderline-Läsionen von 55 % auf 62 % signifikant. Zusätzlich wurde eine Gruppe, bestehend aus sechs Dermatologen, befragt. Diesbezüglich kann festgestellt werden, dass auch nach der Schulung der Allgemeinmediziner der Anteil der korrekt gestellten Diagnosen unter Dermatologen häufig höher ist (Bspw. seborrhoische Keratose: Dermatologen (100 %), Allgemeinmediziner (54 %)) [755]. 27 Medizinstudenten mit (n=20) und ohne (n=7) Vorkenntnissen in Dermatologie, die die gleiche Schulung absolviert haben, zeigen ebenfalls eine signifikante Steigerung an korrekten Diagnosen. Bei dieser Evaluation zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe mit und der Gruppe ohne Vorkenntnisse [757].

Nach einer einstündigen Schulung hinsichtlich der klinischen und dermatoskopischen Beurteilung von Hautläsionen mithilfe von 20 Paar fotografischer Aufnahmen (jeweils klinisch und dermatoskopisch), zeigt sich in der Evaluation, dass das Vertrauen in die gestellte Diagnose bei den Probanden (19 Ärzte in Facharztausbildung zum Dermatologen) durch die dermatoskopische Darstellung von malignen und benignen Läsionen im Vergleich zur klinischen Untersuchung signifikant erhöht werden konnte. Ausgenommen war die Gruppe der dysplastischen Hautläsionen, in der keine signifikante Veränderung festgestellt werden konnte. Ebenfalls kann an den Ergebnissen abgelesen werden, dass sich nach der Schulung die Beurteilung in Richtung der jeweiligen korrekten Diagnose signifikant verschiebt (für maligne und benigne Hautläsionen). Auch hier hat sich das Ergebnis in der Gruppe der dysplastischen Hautläsionen nicht signifikant verändert. Bei Aufnahmen, die zuvor bereits als klinisch eindeutig zu diagnostizieren eingestuft wurden, zeigt sich nach der Intervention keine signifikante Verbesserung durch die dermatoskopische Darstellung [756]. Anzumerken ist, dass die Analyse keine Angaben zu einer möglichen Kontrollgruppe macht.

Die Bestimmung von Diagnose und Erarbeitung eines Plans zur weiterführenden Diagnostik bzw. Therapie auf Basis von 36 Bildern im Rahmen eines webbasierten Tutoriums erhöht in der Interventionsgruppe nach der Schulung den Anteil an korrekten

Diagnosen bei einigen Hautläsionen signifikant. In der Kontrollgruppe (ohne Schulung) sind keine signifikanten Veränderungen festzustellen. An der Untersuchung haben 71 Ärzte teilgenommen (Interventionsgruppe: n=39; Kontrollgruppe: n=32), von denen aber nur 46 Ärzte (Interventionsgruppe: n=27; Kontrollgruppe: n=19) bis zum Ende der Studie dabeiblieben [760]).

In einer einwöchigen Intervention wurden 32 Pflegepersonen zu den Themenfeldern Clinical Decision Making, Epidemiologie, Risiko-Assessment, Diagnostik, Prävention, Symptome und Behandlung im Rahmen der Hautkrebsfrüherkennung geschult (24 Stunden Theorie, 20 Stunden Praxis). Unter anderem wurden dazu Fallanalysen und fotografische Aufnahmen von Hautläsionen verwendet. Zusätzlich zur Theorie wurde eine praktische Schulung im klinischen Setting durchgeführt. Erhebungen zu den Outcomes (allgemeines Wissen, Wissen bezüglich Prävention, Kompetenzen hinsichtlich Hautkrebsfrüherkennung) fanden vor der Schulung, nach der Schulung und drei Monate nach Beginn der Schulung statt. Es konnte festgestellt werden, dass sich die Wissens- und Kompetenzparameter signifikant erhöhen, außerdem steigt das Selbstvertrauen der Teilnehmer bezüglich der Durchführung und Beratung zur Hautkrebsfrüherkennung. Insgesamt bleiben die Werte im weiteren Zeitverlauf stabil. Ebenfalls zeigten sich signifikante Unterschiede in allen Merkmalen im Hinblick auf die Ergebnisse der Kontrollgruppe, die aus 87 Pflegepersonen bestand [763]. Anzumerken ist, dass die Ergebnisse nicht vollständig auf Deutschland übertragen werden können, da sich das Berufsbild der Pflegepersonen in den USA von dem des Gesundheits- und Krankenpflegers in Deutschland deutlich unterscheidet.

Dolev et al. untersuchten mit Hilfe von 252 Medizinstudenten, die randomisiert zwei Gruppen zugewiesen und zu drei Zeitpunkten befragt wurden, die Wirkung einer Intervention, die aus der Kombination einer webbasierten Schulung zur Diagnose von Hautläsionen und einer praktischen Ausbildung in einer dermatologischen klinischen Abteilung bestand. Die webbasierte Schulung bestand aus 17 Lerneinheiten zur Diagnose und ggf. Behandlung von pigmentierten und nicht-pigmentierten Hautläsionen (Melanom, nicht-melanozytärer Hautkrebs, Muttermal und andere benigne Hautläsionen). Die Lerneinheiten enthielten 85 klinische Fälle mit fotografischen Aufnahmen und Lerntexten, in denen visuelle Merkmale zur Beurteilung von Hautläsionen diskutiert wurden. In den praktischen Teil eingeschlossen waren folgende Bereiche: allgemeine Dermatologie, pädiatrische Dermatologie, dermatologische Chirurgie zuzüglich Lehrveranstaltungen, Fallbesprechungen und die Bearbeitung einschlägiger Literatur. Gruppe I absolvierte zuerst die webbasierte Schulung, dann das Praktikum; Gruppe II erst das Praktikum und anschließend die Schulung. Die Befragungen fanden in beiden Gruppen zu Beginn und am Ende sowie zwischen den jeweiligen Interventionen statt. Erhoben wurden Kenntnisstände der Studenten sowohl bezogen auf Diagnose als auch auf Behandlung von Hautkrebs. Es zeigt sich eine signifikante Verbesserung im zeitlichen Verlauf in beiden Gruppen. Insgesamt werden durch die Kombination aus Theorie und Praxis insgesamt höhere Werte erreicht als nur durch eine der beiden Interventionen. Zudem ist festzustellen, dass bezüglich der Kenntnisse in Diagnostik die Reihenfolge eine Rolle spielt, d. h. die Folge Praktikum-Schulung liefert signifikant höhere Werte als die Folge Schulung-Praktikum [759].

Ein Trainingsprogramm mit 65 Hausärzten, von denen 41 die Evaluation vollständig abschlossen, bestand aus drei Lerneinheiten: einer allgemeinen dreistündigen Informationsveranstaltung (Epidemiologie, Diagnose, Behandlung), in der u. a. anhand von Dias unterschiedliche Hautläsionen besprochen wurden, einer praktischen Einheit auf einer Melanom-Station (Melanoma Unit) in einer Klinik und einer Einheit, in der praktische Fähigkeiten im Mittelpunkt standen (bspw. Exzisionsmethoden). Es wird gezeigt,

dass die Sicherheit in der ärztlichen Beratung zunimmt. Im Einzelnen wurden die Parameter Beratung zum Screening-Intervall (Steigerung um 39,7 %) und zu Erkennungszeichen von Hautkrebs (Steigerung um 54,8 %) untersucht. Zudem ist das ärztliche Diagnosevertrauen bezüglich maligner Läsionen um 43,1 % gestiegen. Innerhalb der Kontrollgruppe ist im zeitlichen Verlauf keine signifikante Steigerung nachweisbar. Ebenfalls ist ein Anstieg in der Interventionsgruppe bezüglich der korrekten Diagnose und der korrekten Behandlung (anhand der Beurteilung fotografischer Aufnahmen) zu verzeichnen. Auch der Anteil an Ärzten, die bereits vor der histologischen Befundung eigenständig eine mögliche Diagnose festhalten, ist angestiegen. Keine signifikante Verbesserung wird hingegen bei der Kongruenz der vorab festgehaltenen und der histologisch gesicherten Diagnose erzielt. Ebenfalls führte die Schulung zu keiner Steigerung von aus histologischer Sicht adäquat durchgeführten Exzisionen [761].

Eine Intervention, die mit niedergelassenen Allgemeinmedizinern und Dermatologen durchgeführt wurde, beinhaltete ein individuelles, 20-minütiges, face-to-face Feedback. Dieses schloss sich an die durch die Teilnehmer vorgenommene Beurteilung von Hautläsionen anhand von analogen und digitalen Bildern sowie einer Begutachtung direkt am Patienten an. Zudem bestand die Intervention aus einem zweistündigen interaktiven Seminar, in dem der Fokus auf pigmentierten und nicht-pigmentierten Hautläsionen lag. Die Thematik wurde mit einer Dia-Präsentation, Videos und Fallbeispielen unterstützt. Ebenfalls Gegenstand war eine Unterrichtung über das Vorgehen bei der Ganzkörperinspektion. Zusätzlich wurden zur Vertiefung weitere Materialen ausgegeben (Farbdiagramm, Broschüre, „Melanoma-Prevention-Kit“, Vergrößerungslupe, Hautfarbführer, fotografische Aufnahmen). Die Analyse zeigte, dass durch die Intervention die korrekten Diagnosen und die entsprechenden korrekte(n) Behandlungsoption(en) in der Interventionsgruppe (n=26) signifikant gesteigert werden konnten im Vergleich zur Kontrollgruppe (n=26). Die Schulung konnte jedoch die Fähigkeiten von niedergelassenen Allgemeinmedizinern nicht auf das Niveau der Dermatologen (n=13) anheben [765].

Innerhalb einer Untersuchung von de Gannes et al. wurde Allgemeinmedizinern ein zwölfminütiges Video, das Informationen zum Hautkrebs (u. a. Risikogruppen, Beratung) und fotografische Aufnahmen der verschiedenen Hautkrebsentitäten beinhaltete, online bereitgestellt. Die Ergebnisse zeigten, dass in der Interventionsgruppe (n=10) nur ein geringer Wissenszuwachs (Hautkrebs allgemein, Präventionsstrategien, Behandlung, verdächtigen Hautläsionen) nachgewiesen werden konnte, der im Vergleich mit der Kontrollgruppe (n=17) nicht signifikant war. Gleichfalls gab es keinen signifikanten Anstieg in der Häufigkeit von Exzisionen und korrekt gestellten Diagnosen im Vergleich von Interventions- und Kontrollgruppe [758].

Bono et al. 2002 zeigten, dass die Kombination aus klinischer (inklusive ABCD-Algorithmus) und dermatoskopischer Diagnostik bezüglich der Erkennung maligner Melanome durch erfahrene Dermatologen (Berufserfahrung länger als fünf Jahre) im Vergleich zu telespektrofotometrischen Diagnostikverfahren die vorteilhafteste Balance hinsichtlich Sensitivität und Spezifität aufweist. Die Kombination aus klinischer (86 %) und dermatoskopischer (91 %) Sensitivität erzielte eine Gesamtsensitivität von 97 %. Im Vergleich dazu hatte die telespektrofotometrische Untersuchung lediglich eine Sensitivität von 80 %; außerdem lag die Spezifität lediglich bei 49 %. Hingegen wurden bei der klinischen und dermatologischen Diagnostik Werte von 77 % bzw. 74 % erreicht. Insgesamt wurden 313 verdächtige Hautläsionen an 298 Personen untersucht [704]. Die Studie untersuchte zwar keine direkte Intervention, dennoch gibt sie einen Hinweis auf mögliche Schwerpunkte hinsichtlich der Diagnostik von malignen Melanomen im Rahmen der Hautkrebsfrüherkennung.

Forschungsbedarf

Es besteht Forschungsbedarf, da die bisherigen Studien zur Nachhaltigkeit und Effektivität von Schulungen auf klinische patientenrelevante Endpunkte fehlen. Zudem werden Empfehlungen hinsichtlich einer umfassenden und vollständigen Evaluation, die notwendig ist, um Effekte auf bestimmte Interventionsmaßnahmen zurückführen zu können, nicht angewendet. Deshalb ist es notwendig, bei bestehenden und zukünftigen Programmen und Maßnahmen mehr Gewicht auf die patientenrelevanten Endpunkte innerhalb der Evaluation zu legen, damit Programme und Maßnahmen verbessert und neue Programme fundiert konzipiert werden können.

Hinsichtlich der diagnostischen Treffsicherheit von Dermatologen und anderen ausgebildeten Ärzten ist die Evidenz spärlich. Zusätzliche Studien sind nötig, um entweder den „gate keeper"-Ansatz oder den direkten Zugang zu Dermatologen zu stützen [766]. Zukünftige Untersuchungen, welche die Ergebnisse von Dermatologen mit anderen geschulten Ärzten vergleichen, sollten die diagnostische Treffsicherheit mit Outcome-Daten der Patienten verbinden und ebenfalls die Kosteneffektivität der beiden Ansätze („gate-keeper" vs. direkter Zugang zum Dermatologen) einbeziehen. Darüber hinaus wird jede Schwachstelle im Training und bei der Schulung von Ärzten zur Früherkennung und Behandlung von Hautkrebs herausgestellt werden.

8.2.3.2 Datendokumentation und -übermittlung

8.2.3.2.1 Einleitung

Nach den Vorgaben der Europäischen Union ist das deutsche HKS als nicht-bevölkerungsbezogenes (opportunistisches) Früherkennungsprogramm einzustufen. Es wird zwar bevölkerungsweit als Leistung der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) für Versicherte ab dem Alter von 35 Jahren angeboten, aber entscheidende Elemente eines systematischen, populationsbasierten Früherkennungsprogramms fehlen (z. B. Einladungsverfahren zum HKS, Kontrolle der angestrebten Untersuchungsintervalle, Ergebnisevaluation). In Deutschland erfüllen derzeit das Mammographie-Screening, das Darmkrebs-Screening und Zervizkarzinom-Screening die Anforderungen an ein populationsbasiertes Früherkennungsprogramm.

Obwohl für das HKS auf europäischer Ebene keine vergleichbare Leitlinie vorliegt, ist auch für das HKS eine Entwicklung hin zu einem systematischen bevölkerungsbezogenen Früherkennungsprogramm anzustreben, um eine in der Fläche vergleichbare Angebotssituation und hohe Qualität des Gesamtprogramms zu gewährleisten. Orientiert an den Europäischen Krebsfrüherkennungsleitlinien sind einzelne Elemente wie Einladungswesen (z. B. über Einwohnermeldeämter oder Krankenkassen), Überwachung der Untersuchungsintervalle, Dokumentation der Früherkennungsuntersuchungen, Festlegung und Auswertung von Qualitätsindikatoren und ein regelhaftes Feedback zur Qualität des Untersuchungsangebotes an die Beteiligten (Benchmarking) zu implementieren.

8.2.3.2.2 Datenerfassung

Im Falle der Einführung eines Einladungssystems für das HKS sollen folgende Daten zur Einladung der Bevölkerung erfasst werden:

Einladende Stelle (zentrale Stelle oder Krankenkasse):

- Eindeutige Personenidentifikation der zu untersuchenden Person (Screening-ID oder Pseudonym der Krebsregister),
- Einladungsdatum,
- Alter und Geschlecht der eingeladenen Person,
- Ablehnung / Ausschluss (aktive Ablehnung des HKS oder HKS nicht zutreffend, z. B. bei prävalentem Hautkrebs).

Für ein Monitoring der Qualität bevölkerungsbezogener Früherkennungsprogramme sind vorab definierte Qualitätsdimensionen und –indikatoren unverzichtbar. Die Bewertung der Qualität einzelner Bestandteile eines Screeningprogramms wird erleichtert durch den Rückgriff auf normativ festgelegte oder empirisch bestimmte Referenzwerte bzw. Referenzbereiche [767].

Die in dieser Leitlinienempfehlung aufgeführten Daten stellen einen Minimaldatensatz zur Beschreibung der Hautkrebs-Screeninguntersuchung und der eventuell vorgenommenen Abklärung von Verdachtsfällen einschließlich den primär ambulant vorgenommenen Exzisionen dar. Der Datensatz deckt sich weitgehend mit dem vom Gemeinsamen Bundesausschuss vorgegeben Dokumentationsumfang [681]. Zusätzlich – aber von entscheidender Bedeutung – wird hier die Aufnahme einer eindeutigen Personenidentifikation der Screeningteilnehmer vorgesehen. Ohne eine solche eindeutige Personenidentifikation lässt sich weder der Screeningprozess (Erstuntersuchung, ggf. Zweituntersuchung, ggf. Nachverfolgung durch Krebsregister) noch die bisherige Screeninghistorie für die Teilnehmer (Ermittlung der Teilnahmerate, Übergang Hausarzt/Dermatologe, Zeitintervall zwischen Erst- und Zweituntersuchung), noch die Einhaltung von Screeningintervallen beschreiben und auch keine Verknüpfung zu den Krebsregisterdaten beispielsweise zur Ermittlung der teilnehmerspezifischen Hautkrebsmortalität und der Identifikation von Intervallkarzinomen herstellen.

Die administrative Verfügbarkeit von Basisdaten für die Anspruchsberechtigten (Alter, Geschlecht, etc.) ist für die Durchführung des bevölkerungsbezogenen Einladungswesens unabdingbar. Nichtteilnehmer könnten in definierten Abständen an ihre Untersuchung nochmals erinnert werden und nicht einzuladende Personen (Patienten mit Hautkrebs in der Nachsorge, Verweigerer) könnten von weiteren Einladungen gezielt ausgeschlossen werden.

Die Daten des Einladungswesens sind auch wesentlich, um Indikatoren der Inanspruchnahme abzuleiten.
Mit der Dokumentation des oben empfohlenen Datenumfangs würde das HKS in wesentlichen Teilen mit dem Mammographie-Screening hinsichtlich Prozess- und Ergebnisevaluation gleichziehen.

8.2.3.2.3 Datenübermittlung

8.17	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Die erhobenen Daten zum Hautkrebs-Screening sollen von den Hausärzten und Dermatologen an eine evaluierende Stelle übermittelt werden. Hier sollen die Daten, ggf. mit den Einladungsdaten, zusammengeführt und für das Qualitätsmanagement des Hautkrebs-Screenings ausgewertet werden. Zum Zweck der Ermittlung von Intervallkarzinomen und zur Mortalitätsevaluation soll ein Abgleich mit den Landeskrebsregistern erfolgen. Die abgeglichenen Daten sollen zum Zwecke der wissenschaftlichen Evaluation bereitgestellt werden. Bei Feststellung eines malignen Befundes soll von den untersuchenden Ärzten (inklusive Pathologen) eine Meldung an das zuständige Krebsregister abgegeben werden.	
	Starker Konsens	

Diese Empfehlung orientiert sich inhaltlich am Mammographie-Screening. Zur Ermittlung von Indikatoren sind die Daten von Hausarzt, Dermatologe und einladender Stelle in einer evaluierenden, qualitätssichernden Stelle zusammenzuführen. Die Zusammenführung von Daten einer Person ist zur Ermittlung wesentlicher Qualitätsindikatoren zwingend erforderlich.

Um zu ermitteln, wie viele der Teilnehmer mit einer vom Hausarzt gestellten Verdachtsdiagnose anschließend von einem Dermatologen untersucht werden, sind die Daten der entsprechenden Person aus beiden Datenquellen zusammenzuführen. Für weitere Indikatoren (z. B. Teilnahmerate [Anzahl der Teilnehmer / Anzahl der eingeladenen, Screening-eligiblen Personen]) ist eine Verknüpfung mit den Einladungsdaten erforderlich.

Zur Identifikation von Intervallkarzinomen und zur wissenschaftlichen Ergebnisevaluation des HKS sind die erhobenen Daten mit den Daten des zuständigen Krebsregisters in regelmäßigen Intervallen abzugleichen und zu verknüpfen. Die Verfahren hierzu sind für das Mammographie-Screening bereits beschrieben.

Zur Unterstützung einer begleitenden Versorgungsforschung sollten interessierten Einrichtungen auf Antrag definierte anonymisierte Daten aus dem HKS zur Verfügung gestellt werden. Dies würde den in der KFE-Richtlinie genannten Sonderstudien zum HKS Rechnung tragen [681].

Durch die Meldung der im Screening entdeckten Hautkrebsfälle an die zuständigen Krebsregister wird die bevölkerungsbezogene Bewertung des HKS ermöglicht.

8.2.3.2.4 Methoden zur Datenübermittlung

Die KFE-Richtlinie gibt für das HKS bereits vor, alle Daten in elektronischer Form zu erfassen und zu übermitteln (Gemeinsamer Bundesausschuss, 2009). Die Voraussetzungen für die Erfassungsformate und die Übermittlungswege werden seitens der Kassenärztlichen Bundesvereinigung in besonderen Anforderungen für die Praxisverwaltungssysteme verbindlich vorgeschrieben [768]. Auch die Ergänzung des Datensatzes im Sinne der hier geforderten zusätzlich erforderlichen Datenfelder bzw.

Prozeduren zur Generierung von eindeutigen Personenidentifikationen (kompatibel zu Krebsregistern [769] sollte in diesen Anforderungen für die elektronische Dokumentation künftig aufgenommen werden.

8.2.3.2.5 Aspekte des Datenschutzes

Die KFE-Richtlinie [681] verpflichtet für das HKS die vollständige elektronische Dokumentation der Untersuchungen sowie die elektronische Übermittlung der Datensätze an die zuständige Kassenärztliche Vereinigung. Die eingesetzten Praxisverwaltungssysteme (PVS) müssen gemäß den Vorgaben der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) zertifiziert sein und die von der KBV definierten Formate und Übermittlungswege (z. B. im Rahmen des KVDT-Standards) erfülle.

Perspektivisch sollten die Dokumentationsanforderungen um zusätzliche Datenfelder und Verfahren zur datenschutzkonformen, registerkompatiblen Personen-(Pseudo-)Identifikation erweitert werden, um eine bessere Interoperabilität mit den klinischen und epidemiologischen Krebsregistern zu erreichen [769].

In Analogie zum Mammographie-Screening sind die qualitätssichernden Dokumentationen für alle Teilnehmer am HKS durchzuführen. Wie im Mammographie-Screening sollte auf eine Einwilligungserklärung verzichtet werden, ansonsten droht die Gefahr von Datenlücken (s. a. Begründung zur KFE-Richtlinie [685]). Besonders problematisch ist, dass bei einer Einwilligungslösung nichteinwilligende Teilnehmer nicht mehr von der Gruppe der Nichtteilnehmer getrennt werden könnten. Damit wäre der Vergleich von Teilnehmern und Nichtteilnehmern nicht aussagekräftig.

Zur Mortalitätsevaluation ist ein Vergleich der Sterblichkeit am Hautkrebs zwischen Teilnehmern und Nichtteilnehmern zu realisieren. Dies ist nur bei Nutzung der Daten der Nichtteilnehmer für den Abgleich mit dem Krebsregister möglich.

Um dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung Rechnung zu tragen, sollten die Personendaten der Teilnehmer bereits bei der primären Erfassung pseudonymisiert werden. Bei der Verwendung von Krebsregister-kompatiblen Pseudonymisierungs- und Sicherheitsprozeduren [769] ist eine Re-Identifizierung von Personen nahezu ausgeschlossen. Die Machbarkeit einer pseudonymisierten Datenhaltung und der Abgleich dieser mit weiteren Datenquellen wurde bereits vom Krebsregister Nordrhein-Westfahlen, auch mit großen Datenmengen, erfolgreich gezeigt [770]. Zudem zeigt die Publikation [770] empirisch, dass automatisierte Verknüpfungsverfahren mit verschlüsselten Daten gute Qualität erreichen können.

8.2.3.3 Befunddokumentation

Die oben beschriebene Datenerfassung über die Praxissoftware im Rahmen der Abrechnung zu Lasten der gesetzlichen Krankenversicherung ist keine Befunddokumentation. Es wird nur der Verdacht auf einen Hautkrebs dokumentiert. Der genaue Befund und Lokalisation von Hautveränderungen, die nicht als krebsverdächtig eingestuft werden, muss separat erfolgen. Theoretisch müssten pigmentierte und andere Hautveränderungen dokumentiert werden, damit im Falle eines Fehlervorwurfs, sofern nach einer Hautkrebs-Screening-Untersuchung ohne Verdachtsdiagnose in zeitlich geringem Abstand ein Hautkrebs detektiert wird, belegt werden kann, dass zum Zeitpunkt der Screening-Untersuchung keine Hautveränderung vorlag, bei der der Verdacht auf einen Hautkrebs hätte erkannt werden müssen. Die Nicht-Dokumentation führt regelmäßig zur Beweislastumkehr. Praktisch ist die Dokumentation der Befundung des gesamten Integuments ohne spezielle apparative Methoden kaum möglich.

Ein durchschnittlicher Mitteleuropäer hat zwischen 20-30 melanozytäre Navi, die theoretisch dokumentiert werden müssten. Klagen im Zusammenhang mit übersehenem Hautkrebs nach Screening sind nach Recherchen Stand März 2026 bisher nicht bekannt. Es wird dennoch eine freie Befunddokumentation, unabhängig von der alleinigen Dokumentation des Verdachts auf Hautkrebs, in der Praxissoftware empfohlen.

8.2.3.4 Qualitätssicherung des Hautkrebs-Screenings

8.18	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Maßnahmen zur Qualitätssicherung des Hautkrebs-Screenings sollen die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität umfassen. Aufgrund des Fehlens von wissenschaftlich fundierten Maßnahmen zur Qualitätssicherung ist es notwendig, die Qualitätsindikatoren mit evidenzbasierten Methoden abzusichern und ggf. neue Indikatoren zu entwickeln.	
	Starker Konsens	

Aufgabe der Qualitätssicherung ist es, die Qualität der Gesundheitsleistung *Hautkrebs-Screening* sicherzustellen. Zu dieser Leistung gehören neben der gezielten *Anamnese* und der *visuellen standardisierten Ganzkörperinspektion* auch die *Befundmitteilung* und die *diesbezügliche Beratung* sowie eine angemessene *Dokumentation* [681]. Außerdem ist eine *vorhergehende Beratung*, eine Beratung zum primärpräventiven Verhalten (*UV-Beratung*) und die *Bestätigungsdiagnostik (Histopathologie)* innerhalb der Qualitätssicherung zu berücksichtigen. Zusätzlich sind qualitätssichernde Maßnahmen, die die *Qualifikation* (Fortbildungsprogramm Hautkrebs-Screening) betreffen erforderlich. Da bisher keine ausreichenden wissenschaftlichen Untersuchungen zur Qualitätssicherung in den genannten Bereichen vorliegen und zurzeit praktisch keine standardisierten, flächendeckenden Maßnahmen der statischen und dynamischen Qualitätssicherung durchgeführt werden, können an dieser Stelle keine evidenzbasierten Empfehlungen gegeben werden.

Deshalb ist es notwendig, evtl. vorhandene qualitätssichernde Einzelmaßnahmen zu erfassen und weiterzuentwickeln, aber auch neue Verfahren sollten entwickelt werden. Diese können anschließend erprobt, evaluiert und ggf. flächendeckend implementiert werden. Prinzipiell wäre sich dabei an den auf Basis dieser Leitlinien erstellten Qualitätsindikatoren zu orientieren. Da jedoch keine Qualitätsindikatoren entwickelt werden konnten wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die für die Qualitätssicherung relevanten Parameter, aus den jeweiligen Empfehlungen generiert werden sollten. Eine Übersicht bzw. Zusammenfassung der Empfehlungsinhalte können der nachfolgenden Liste entnommen werden. Diese enthält Ergänzungen des Fortbildungsprogramms Hautkrebs-Screening und ist mit der Krebsfrüherkennungs-Richtlinie des G-BA, der Qualitätssicherungsvereinbarung Histopathologie Hautkrebs-Screening und dem Ziele-Papier 1 des Nationalen Krebsplans abgeglichen.

Gezielte Anamnese

- Klärung der Anspruchsberechtigung
- Ausfüllen des standardisierten Anamnesebogens durch den Teilnehmer
- Erhebung der Familienanamnese
- Erhebung der Eigenanamnese (inkl. einer möglichen Immunsuppression)
- Erhebung der jetzigen Anamnese

Untersuchung

Raumausstattung

- der Untersuchungsbereich wird vor Einsicht geschützt (Sichtschutz)
- Verwendung einer Unterlage, auf die sich der Teilnehmer stellen kann
- Verwendung bzw. Vorhandensein einer guten Beleuchtung
- Verwendung bzw. Vorhandensein einer Untersuchungsliege

Hilfsmittel

- Vorhandensein von Spateln / Verwendung von drei Spateln je Untersuchung
- Vorhandensein von Untersuchungshandschuhen / Verwendung von einem Untersuchungshandschuh je Untersuchung

visuelle standardisierte Ganzkörperinspektion

- Kopfhaut: mit zwei Spateln durch streifenförmiges Scheiteln der Haare
- Ohren: hinter die Ohren sowie in den äußeren Gehörgang sehen
- Augenlider, dazu ggf. Brille absetzen lassen
- Mit neuem Spatel die Mundschleimhaut und die Lippen untersuchen, hierbei die Zunge anheben und das Zahnfleisch inspizieren
- Hals
- Oberkörper
- Axillen
- Arme
- Hände – hier insbesondere die interdigitalen Bereiche
- Frauen: submammäre Region
- Perinale Region: zu screenende Person bückt sich, zieht Glutaen auseinander
- Äußeres Genital der Frau: im Liegen oder Sitzen
- Genital des Mannes: kann in der Folge der Untersuchung im Stehen inspiziert werden, dabei hebt der Untersuchte die Hoden an und streift die Vorhaut zurück
- Beine und Füße, auch die Fußsohlen und insbesondere die Zehenzwischenräume

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

- Rückmeldung des Facharztes für Haut- und Geschlechtskrankheiten an den zuweisenden Arzt (Allgemeinmediziner, Internist, praktischer Arzt, Arzt ohne Gebietsbezeichnung) bezüglich des Befundes und des weiteren Vorgehens

Befundmitteilung/Beratung

Mitteilung bei keinem klinischen Verdacht:

- im Anschluss an die Untersuchung, persönlich durch den durchführenden Arzt
- UV-Beratung
- ggf. Anleitung und Motivation zur Selbstbeobachtung
- Wiedervorstellung nach 2 Jahren

Mitteilung bei klinischem Verdacht:

- im Anschluss an die Untersuchung, persönlich durch den durchführenden Arzt
- Hausarzt (hausärztlich tätige Fachärzte für Allgemeinmedizin, Internisten, praktische Ärzte und Ärzte ohne Gebietsbezeichnung): Erläuterung des weiteren Procedere (Überweisung zum Dermatologen)
- Dermatologe: Erläuterung der weiteren Maßnahmen zur Abklärungsdiagnostik, Erläuterung der Modalitäten der Befundmitteilung (u. a. Möglichkeit der Einbeziehung einer vertrauten Person)

Mitteilung bei negativem Hautkrebs-Befund:

- im Anschluss an die histopathologische Untersuchung, persönlich durch den Arzt
- UV-Beratung
- ggf. Anleitung und Motivation zur Selbstbeobachtung
- Wiedervorstellung

Mitteilung bei positivem Hautkrebs-Befund:

- im Anschluss an die histopathologische Untersuchung, persönlich durch den Arzt
- Erläuterung des Befundes mit Diagnose, Grading und Prognose
- Erläuterung der therapeutischen Optionen ggf. in mehreren Sitzungen
- Erläuterung der nächsten Schritte

Dokumentationsanforderungen

Allgemeinmediziner, Internisten, praktische Ärzte und Ärzte ohne Gebietsbezeichnung müssen zur vollständigen Dokumentation folgende Parameter liefern:

- Arztnummer
- Eindeutige Personenidentifikation der untersuchten Person (Screening-ID oder Pseudonym der Krebsregister)
- Alter und Geschlecht des Teilnehmers
- Verdachtsdiagnose (ja/nein)
- Untersuchungsdatum
- Verdachtsdiagnose, nach den Hautkrebsarten differenziert:
    - MM
    - BZK
    - PEK
- Überweisung an Dermatologen (ja/nein)
- Teilnahme im Zusammenhang mit der Gesundheitsuntersuchung

Fachärzte für Haut- und Geschlechtskrankheiten liefern zur vollständigen Dokumentation diese Parameter:

- Arztnummer
- Teilnehmer kommt aus Überweisung (ja/nein)
- Überweisender Arzt hat HKS durchgeführt (ja/nein)
- Angabe über die Verdachtsdiagnose des überweisenden Arztes liegt vor (ja/nein)
- Verdachtsdiagnose des untersuchenden Dermatologen (ja/nein)
- Angabe der Verdachtsdiagnose differenziert nach Hautkrebsarten:
    - MM
    - BZK
    - PEK
    - anderer Hautkrebs
    - sonstiger, mit Biopsie abklärungsbedürftiger Befund
- Beim Vorliegen einer Überweisung zur Abklärung eines auffälligen Befundes aus dem HKS das Datum der Erstuntersuchung und die Angabe der Verdachtsdiagnose:
    - MM
    - BZK
    - PEK
- Bei Exzision: Datum, histopathologischer Befund, soweit möglich Tumordicke bzw. -ausdehnung, TNM-Stadium, Grading
    - Meldung an das jeweilige Krebsregister nach den gesetzlichen Vorgaben des jeweiligen Bundeslande
    - Biopsie zu Verdachtsdiagnose entnommen oder Exzision durchgeführt (ja/nein)
        - Falls ja: Anzahl der entnommenen Biopsien/Exzisionen
        - Falls nein:
            - anderweitige Therapie oder Diagnostik vorgenommen bzw. eingeleitet (ja/nein)
            - derzeit keine weitere Therapie/Diagnostik (ja/nein)
    - Jeweils schwerster histopathologischer Befund (je Entität)
        - Melanom (ja/nein
        - Melanom – Klassifikation:
            - Melanoma in situ
            - Invasives Melanom
            - Melanom – Tumordicke (Breslow) A: ≤ 1 mm , 1,01-2 mm, 2,01-4 mm, > 4 mm 6.4.
        - Basalzellkarzinom (ja/nein)

        - Basalzellkarzinom horizontaler Tumordurchmesser (klinisch): Angabe in mm
        - Basalzellkarzinom vertikaler Tumordurchmesser (histologisch): Angabe in mm

    - Plattenepithelkarzinom (ja/nein)
    - Plattenepithelkariznom – Klassifikation: Karzinoma in situ, Invasives Karzinom, Platteneoithelkarzinom- Grading: G X/1/2/3/4 6.10,
    - Anderer Hautkrebs (ja/nein)
    - Atypischer Nävuszellnävus (ja/nein)
    - Junkitonaler, compound, dermaler atypischer Nävuszellnävus (ja/nein)
    - Aktinische Keratose (ja/nein)
    - Andere hier nicht relevante Hautveränderungen (ja/nein)

Informatierung und Beratung zur Inanspruchnahme
Die vorliegende Aufstellung wurde auf Grundlage der Checkliste des Ziele-Papiers 1 des Nationalen Krebsplans erstellt. Durch die synoptische Zusammenführung der einzelnen Punkte konnten zentrale Aspekte extrahiert werden, aus denen sich die nachfolgend dargestellten Anforderungen an eine schriftliche und ergänzende mündliche Beratung ergeben:

- Beschreibung der Zielerkrankung
    - Krankheitsbilder
    - Häufigkeit
- Anspruchsberechtigung der Früherkennungsleistung
- (Alter, Intervall, berechtigte Leistungserbringer)
- Untersuchungsablauf
- Hinweis auf Richtlinien/Leitlinien
- Diagnosegenauigkeit
    - Sensitivität
    - Spezifität
    - Positiver prädiktiver Wert
    - Negativer prädiktiver Wert
- Nutzen
- Nebenwirkungen der Untersuchung
- Risiken
    - Beschreibung
    - Wahrscheinlichkeit
    - Auswirkung
    - Maßnahmen
- Vorgehen bei auffälligem Befund
- Symptome/Vorstufen
- Ursachen und Risikofaktoren
- Anleitung und Motivation zur Selbst-/Partneruntersuchung
- Primärpräventive Verhaltensweisen (UV-Beratung)

UV-Beratung

Bei der UV-Beratung sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Aufklärung über die Gefährdung durch UV-Strahlung
- Beratung zum Umgang mit natürlicher UV-Strahlung im Privaten und ggf. beruflichen Umfeld
    - Starke Sonnenstrahlungsexpositionen vermeiden
        - Mittagssonne meiden
        - Aufenthalt in der Sonne so kurz wie möglich
        - Schatten aufsuchen
        - Sonnenbrände vermeiden
    - Langsame Gewöhnung der Haut an die Sonnenbestrahlung
    - auf UV-Index achten
    - Sonnenschutz
        - Köperbedeckende Bekleidung, Kopfbedeckung, Sonnenbrille
        - Sonnenschutzmittel
    - Sonnenschutzmittel benutzen, ohne die Expositionszeit zu verlängern
        - Individuelle Hautempfindlichkeit beachten
        - Über die verschiedenen Hauttypen informieren
- Beratung über individuelle Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit vom Hauttyp des Patienten bzw. dessen Gesundheitszustandes (Immunsuppression)
- Einschränkungen für die Sonnenbestrahlung (Kosmetika, Medikamente)
- Besonders Kinder schützen
- Besonderer Schutz für berufliche exponierte Personen
- Begrenzung der jährlichen Sonnenbestrahlungen
- Beratung zum Umgang mit künstlicher UV-Strahlung
    - Solarien nicht nutzen, speziell Personen unter 18 Jahren und Personen mit Hauttyp I (Nichtnutzungsempfehlung: ICNIRP, WHO, EUROSKIN und NiSG)
    - Empfehlung der Strahlenschutz Kommission zum Umgang mit künstlicher UV-Strahlung
    - Verhaltensempfehlung, falls Solarien oder andere Quellen künstlicher UV-Strahlung genutzt werden

Bestätigungsdiagnostik (Histopathologie)

- Beachtung Vorgaben zur Methodik und Durchführung der Bestätigungsdiagnostik (Exzision/Biopsie)
- Vollständigkeit der ärztlichen Dokumentation von histopathologischen Untersuchungen insbesondere:
    - Angabe des Tumortyps nach WHO Klassifikation
    - Angabe des histologischen Stagings nach TNM-Klassifikation (UICC)

Inhalte der Qualifikation

- potenzieller Nutzen und Schaden von Früherkennungsmaßnahmen, Kriterien zur Beurteilung von Früherkennungsmaßnahmen
- Programm der Krebsfrüherkennungsuntersuchung, Gesundheitsuntersuchung und frühzeitige Sensibilisierung des Patienten
- Maßnahmen zur Ansprache
- Beratung
- Ätiologie des Hautkrebs, Krankheitsbilder, Häufigkeit, Risikofaktoren oder -gruppe, Anamnese, visuelle standardisierte Ganzkörperinspektion, Blickdiagnostik
- Ablauf der Früherkennungsuntersuchung auf Hautkrebs
- Vorstellung und Diskussion von Fallbeispielen
- Dokumentationsmaßnahmen
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Neben Maßnahmen der Qualitätssicherung sind zur Erfassung der Ergebnisqualität des HKS weitere Parameter, die der Evaluation des HKS dienen, zu beachten:

- Teilnahmerate (differenziert nach Arztgruppen, Alter und Geschlecht)
- Anteil der Kombination von HKS und Gesundheitsuntersuchung an allen durchgeführten HKS
- Anzahl der Verdachtsdiagnosen differenziert nach Arztgruppen
- Anzahl der bestätigten Diagnosen bei Dermatologen
- Anzahl der falsch-positiven Befunde
- Entdeckungsrate (Teilnahmerate/Anzahl der entdeckten Hautkrebse und des histopathologischen Gradings)
- Überdiagnosen und Überbehandlung

8.2.4 Maßnahmen zur Förderung der informierten Inanspruchnahme des Hautkrebs-Screenings

8.19	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Die Bekanntheit des gesetzlichen Hautkrebs-Screenings sollte in der Bevölkerung durch gezielte Maßnahmen gesteigert werden. Zur Erreichung unterschiedlicher Zielgruppen sollten verschiedene Kommunikationskanäle genutzt werden.	
	Starker Konsens	

Eissing et al. [771] führten eine für Deutschland repräsentative Querschnittbefragung zum Wissen und der Wahrnehmung des gHKS in der Öffentlichkeit durch. Es wurde festgestellt, dass lediglich 50% der Befragten vom gHKS wissen und die Informationsquellen sich je nach Personengruppe unterscheiden.

Gemeinde-basierte edukative Interventionen können die Bekanntheit und die Inanspruchnahme des HKS steigern. Janda et al. [772] führten eine Gemeinde-basierte Intervention zugeschnitten auf Männer über 50 Jahren durch, die die Inanspruchnahmen des HKS in Australien steigern sollte. Dazu wurden 559 Männer über 50 Jahren zu drei Messzeitpunkten (vor, nach und zwei Jahre nach Intervention) telefonisch befragt. Die Edukation über Früherkennung erzielte dabei bei der Zielgruppe eine 3,5-mal höhere Teilnahme an der ärztlichen Untersuchung und eine 2-mal höhere Durchführung der Selbstuntersuchung. Auch am Ende der Intervention konnten mehr als 2-mal höhere Quoten festgestellt werden.

8.20	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Die Information über und Motivation zur Inanspruchnahme des Hautkrebs-Screenings sollte geschlechterspezifisch adressiert erfolgen.	
	Starker Konsens	

Davis et al. [773] untersuchten die Einstellung zur Hautkrebsfrüherkennung und dessen Inanspruchnahme von erwachsenen US-Amerikanern. Die Querschnittsstudie stellte einen deutlichen Geschlechterunterschied in der (Bereitschaft zur) Inanspruchnahme am HKS dar. Männer zeigten eine geringere Teilnahme als Frauen. Die Bereitschaft zur Teilnahme war bei den Männern jedoch höher, wenn spezifische Informationen zum Screening vermittelt wurden. Auch in Deutschland zeigen sich bei der Inanspruchnahme des HKS Geschlechtsunterschiede: Laut der GEDA-Studie 2010 kennen mehr anspruchsberechtigte Frauen als Männer das HKS, und es wird auch von etwa mehr Frauen als Männern in Anspruch genommen [774].

8.3 Diagnostik

8.3.1 Verdachtsdiagnostik

Die Verdachtsdiagnostik bei Hautkrebs umfasst alle initialen diagnostischen Maßnahmen, die darauf abzielen, morphologisch auffällige Hautveränderungen zu erkennen und einen Verdacht auf eine maligne Läsion zu begründen. Sie beschreibt somit die diagnostische Phase vor der histopathologischen Sicherung einer endgültigen Diagnose. Ziel ist es, potenziell maligne Hauttumoren frühzeitig zu identifizieren und die Indikation für eine weiterführende histopathologische Abklärung zu stellen.

Im Zentrum der Verdachtsdiagnostik steht die klinische Inspektion der Haut, durch die ein erster Verdacht auf das Vorliegen eines Hauttumors erhoben werden kann. Eine zentrale Bedeutung kommt dabei der Ganzkörperuntersuchung zu, wie sie insbesondere im Rahmen des Hautkrebs-Screenings durchgeführt wird (siehe Kapitel 8.1.6.2 und Kapitel 8.2.1.2). Verdachtsdiagnosen können jedoch auch im Rahmen anderer Konsultationsanlässe gestellt werden und bedürfen in diesen Fällen einer weiterführenden Abklärung.

Die klinische Blickdiagnostik wird durch die Dermatoskopie ergänzt (siehe Kapitel 8.3.1.1), die eine differenzierte Beurteilung von Pigmentmustern und Gefäßstrukturen unter Vergrößerung ermöglicht. Darüber hinaus haben digitale Technologien und KI-gestützte Systeme zusätzliche diagnostische Möglichkeiten eröffnet (siehe Kapitel 8.3.1.4).

Bei weiter bestehendem Verdacht auf Malignität einer Hautveränderung erfolgt im Anschluss die Bestätigungsdiagnostik (siehe Kapitel 8.3.2).

8.3.1.1 Dermatoskopie

8.21	Evidenzbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
Empfehlungsgrad **A**	Dermatologen sollen zur Verdachtsdiagnostik pigmentierter und nicht-pigmentierter Haut- und Nagelveränderungen die Dermatoskopie anbieten. Leitlinienadaptation: Australian Cancer Network Melanoma Guidelines Revision Working Party (2008).	
Evidenzlevel **1+** SIGN	[775], [776], [777], [778], [779], [780], [781], [782], [783], [784], [711]	
	Konsens	

8.22	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Dermatologen sollen zur Verdachtsdiagnostik in der Dermatoskopie ausgebildet sein.	
	Starker Konsens	

Die Dermatoskopie (Synonyme: Auflichtmikroskopie, Epilumineszenzmikroskopie, Dermoskopie) ist ein nicht-invasives diagnostisches Verfahren zur Beurteilung von Hautläsionen. Das Prinzip beruht auf einer vergrößerten Darstellung der Hautstrukturen, die in der Regel mit einer Lichtquelle ausgeleuchtet werden. Das Dermatoskop wird dabei direkt auf die zu untersuchende Hautläsion aufgesetzt. Um eine Reflexion des Lichtes zu vermeiden, muss entweder ein Kontaktmedium (Immersionsöl, Desinfektionsspray, Ultraschallgel) oder eine Lichtquelle mit polarisierendem Licht verwendet werden. Mit der Dermatoskopie können so Strukturen bis in die obere Dermis beurteilt werden. Mit Hilfe der Dermatoskopie können morphologische Eigenschaften der Hautläsionen visualisiert werden, die mit bloßem Auge nicht erkennbar sind.

Dermatoskopiegeräte funktionieren entweder mit einer analogen optischen Einheit oder mit Fotosensoren. Bei beiden Verfahren besteht je nach eingesetztem Gerät die prinzipielle Möglichkeit einer Befunddokumentation.

Seit dem 1. April 2020 ist die Dermatoskopie der Ziffer 01745 des Einheitlichen Bewertungsmaßstabs (EBM) zugeordnet und wird folglich nicht mehr als individuelle Gesundheitsleistung (IGeL) abgerechnet. Es ist damit fakultativer Bestandteil des Hautkrebs-Screening und wird sowohl von Dermatologen als auch von Hausärzten bei der Durchführung des Screenings angewendet.

Dermatoskopie melanozytärer Läsionen

Die Dermatoskopie eignet sich zur Untersuchung melanozytärer Läsionen, insbesondere zur Diagnostik von Melanomen [775], [776]. Von Kittler et al. [776] wurden 27 Arbeiten über die diagnostische Genauigkeit mit und ohne Dermatoskopie einer Meta-Analyse unterzogen. Dabei zeigte sich die Genauigkeit einer Melanomdiagnose unter Zuhilfenahme der Dermatoskopie als signifikant höher (log odds ratio 4,0 (95 % CI: 3,0–5,1) vs. 2,7 (95% CI: 1,9-3,4); 49 % Verbesserung, p=0,001). Die diagnostische Genauigkeit war dabei vom praktischen Ausbildungsstand des Arztes abhängig. Erst mit zunehmendem Training und Erfahrung war die Dermatoskopie der klassischen rein augenvisuellen Diagnosestellung überlegen [776]. Auch zeigte sich in dieser systematischen Übersichtsarbeit kein signifikanter Vorteil eines Algorithmus zur Auswertung (Musteranalyse vs. ABCD-Regel der Dermatoskopie vs. Punktesysteme (3- und 7-Punkteliste)).

Zur diagnostischen Validität der Dermatoskopie in der allgemeinmedizinischen Versorgung gibt es einzelne Studien. Diese zeigen durch die Anwendung der Dermatoskopie eine verbesserte Sensitivität der Diagnose „Melanom“ oder zumindest der Identifikation verdächtiger Läsionen, die eine Biopsie erfordern [777], [778]. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Studien sämtlich mit Klinikern durchgeführt wurden, die in der Dermatoskopie geschult waren (teilweise allerdings lediglich durch Seminare oder Literatur).

Einige Publikationen deuten zudem auf eine verringerte Exzisionsrate benigner Läsionen durch den Einsatz der Dermatoskopie hin (reduziertes Verhältnis zwischen exzidierten benignen zu exzidierten malignen Läsionen; Reduktion der Anzahl an Patienten, die zur Biopsie überwiesen werden) [785], [780].

Für Menschen mit erhöhtem Risiko für Hautkrebs sollte der Arzt, zusammen mit dem zu Screenenden, ein - nach Einschätzung des individuellen Risikoprofils - angemessenes Zeitintervall festlegen (siehe auch Kapitel 8.1.7).

Dermatoskopie nicht-melanozytärer Läsionen

Im Gegensatz zu melanozytären Läsionen ist die Anzahl von Studien zur Dermatoskopie nicht-melanozytärer Läsionen deutlich geringer. In einigen Studien zu pigmentierten Läsionen [782], [783], [701] werden nicht-melanozytäre Läsionen am Rande aufgeführt. In der Arbeit von Lorentzen et al.[783] wird die diagnostische Spezifität der Dermatoskopie für BZK mit 99 % angegeben.

Prinzipiell eignet sich die Dermatoskopie für nicht-melanozytäre Läsionen. Hierbei sollte neben typischen Merkmalen einzelner Läsionen das Augenmerk vor allem auf vaskuläre Strukturen gerichtet werden [784].

8.23	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Für alle Läsionen der Haut und angrenzenden Schleimhäute im Gesichts-, Genital- oder Analbereich, die durch die Diagnostik mittels Dermatoskopie nur unzureichend abgeklärt wären, soll die Konsultation zur weiterführenden fachspezifischen Diagnostik erfolgen.	
	Starker Konsens	

Für die melanozytären und nicht-melanozytären Läsionen der Haut, wie zum Beispiel Karzinome im Genital- oder Analbereich, die durch die Diagnostik mittels Dermatoskopie nur unzureichend abgeklärt wären, sollte die Konsultation zur weiterführenden gynäkologischen oder/und chirurgischen Diagnostik erfolgen. Die Diagnostik soll primär klinisch durch die genaue Inspektion und ergänzend durch eine differenzierte Vulvoskopie, Vaginoskopie oder Anuskopie durchgeführt werden. Bei auffälligen Befunden soll eine Gewebeentnahme erfolgen.

Bei Verdacht auf melanozytäre oder nicht-melanozytäre (plattenepitheliale) Vorläuferläsionen oder Tumoren der Mundschleimhaut sollte eine weiterführende Hals-Nasen-Ohren-ärztliche und/oder Mund-Kiefer-Gesichts-chirurgische Konsultation und Diagnostik erfolgen. Auch hier soll bei verdächtigen Befunden eine Gewebeentnahme erfolgen. Entsprechendes gilt für Läsionen im Gesichtsbereich, die sich durch Diagnostik mittels Dermatoskopie nur unzureichend abklären lassen.

Hierzu wird auf die derzeit bestehenden interdisziplinäre S2k-Leitlinie für die Diagnostik und Therapie des Vulvakarzinoms und seiner Vorstufen von 2015 (AWMF-Registernummer: 015/059) und auf dieS2k-Leitlinie für die Diagnostik und Management von Vorläuferläsionen des oralen Plattenepithelkarzinoms in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (AWMF-Registernummer: 007/092) verwiesen.

Befunde an den Augenlidern sind weiter augenfachärztlich abzuklären, da aufgrund der Besonderheit der Augenlider (Schutzfunktion des Auges, Drüsengewebe für den Tränenfilm, spezielle Innervation sowie Tränenwegsführung u.a.) sich das Krankheitsspektrum deutlich erweitert und der Funktionserhalt der Lider von Bedeutung ist.

8.3.1.2 Ganzkörperfotografie

8.24	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Ärztliche Befundung einer Ganzkörperfotografie zur Verlaufsdiagnostik kann bei Patienten mit erhöhtem Hautkrebsrisiko angewendet werden.	
	Starker Konsens	

Die Ganzkörperfotografie (auch: Total-Body Photography, TBP) stellt eine zunehmend genutzte Methode zur systematischen Dokumentation der gesamten Körperhaut insbesondere bei Hochrisikopatienten dar. Ziel ist die Erkennung von neuen oder veränderten Pigmentläsionen mit dem Anspruch, eine frühere Diagnosestellung zu ermöglichen. Bei TBP werden standardisierte Aufnahmen der gesamten Körperhaut erstellt (in manchen Systemen auch in 3D oder mit automatisierter Körperabtastung), um Basis-Aufnahmen („Baseline“) zu schaffen, denen später weitere Aufnahmen zur Veränderungsanalyse gegenübergestellt werden können.

Mehrere systematische Reviews und Metaanalysen haben die Effektivität von TBP untersucht: In einer systematischen Übersichtsarbeit [786] mit 14 Studien und insgesamt n = 12.082 Patient:innen zeigte sich, dass TBP mit einer Tendenz zu geringerer Tumordicke (Breslow-Index) und höherem Anteil an Melanomen in situ verbunden war. Die „number needed to excise“ (NNE) lag zwischen 3 : 1 und 14,3 : 1. In einer Metaanalyse [787] (10 Studien; n ≈ 41.703) wurde ein durchschnittlicher Anteil positiver Biopsien bei etwa 15 % ermittelt und eine NNE von 8,6 bei Hochrisikopersonen. Eine randomisierte klinische Studie mit hoch-risikobehafteten Patient:innen (n = 314) zeigte, dass der Zusatz von 3D-TBP und sequenzieller digitaler Dermoskopie die Anzahl der Exzisionen erhöhte, ohne dass eine statistisch signifikante Verringerung der Melanom-Entdeckung pro Person beobachtet wurde [788].

Diese Befunde lassen darauf schließen, dass TBP in Hochrisikogruppen einen Mehrwert in der frühzeitigen Erkennung haben kann – insbesondere durch Diagnosen in situ und ggf. geringerer Invasionstiefe – wenngleich die Evidenz nicht durchgängig robust ist. Vor diesem Hintergrund spricht die Leitlinie für eine ungerichtete Empfehlung aus. Eine systematische Evidenzaufbereitung ist noch offen.

8.3.1.3 Teledermatologie

8.25	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Zur Beurteilung von benignen und malignen Hauttumoren kann die Teledermatologie eingesetzt werden.	
	Starker Konsens	

Die Teledermatologie macht sich digitale Fotografien verdächtiger Hautbefunde zunutze, die via Internet an medizinische Kollegen gesendet und von ihnen ausgewertet werden. Hierdurch soll die diagnostische Qualität (Zweitmeinung) verbessert, die Anzahl persönlicher ärztlicher Konsultationen reduziert und die Zeitdauer bis zur Diagnosestellung bzw. Therapie reduziert werden. Letzteres konnten Ferrandiz et al. [789] in einer Studie mit 134 präoperativen Patienten mit klinischem Verdacht auf nicht-melanozytärem Hautkrebs oder schnell wachsendem vaskulären Tumor und 784 Telekonsultationen zeigen. Sie stellten eine signifikante Reduktion der dermatologischen Konsile und der Wartezeit bis zur Operation im Vergleich zum konventionellen Überweisungsverfahren fest [789]. Die Übereinstimmungsquote zwischen der Diagnosestellung über Telekonsultation und der über Histopathologie lag bei 0,86, wobei 12 von 20 nicht übereinstimmenden Läsionen Diagnosen entsprachen, die ursprünglich nicht in die Studie eingeschlossen wurden.

In einer anderen Studie wurden von 2.009 Patienten mit gut- oder bösartigen Hauttumoren, die in Erstversorgerzentren vorstellig waren, je zwei digitale Fotos (Panoramaaufnahme und Großaufnahme) ihrer Hauttumoren an Dermatologen eines Hautkrebszentrums via Internet gesendet und von ihnen ausgewertet [790]. Die Telekonsultation filterte 51,2 % der Patienten raus, während 48,8 % der Patienten sich persönlich im Hautkrebszentrum vorstellten. Die Überweisungszeiträume konnten gegenüber konventionellen Verfahren deutlich reduziert werden. Die Übereinstimmung der Diagnosen über Telekonsultation bei demselben Dermatologen lag bei 0,95 und zwischen zwei Dermatologen bei 0,85. Die Übereinstimmung zwischen Allgemeinmediziner und dem Telekonsultationsdermatologen lag bei 0,46. Die Sensitivität der telekonsultationsbasierten Diagnose lag bei 99 % und die Spezifität bei 62 %.

In einer prospektiven kontrollierten Studie wurden einem Dermatologen eine digitale Übersichtsaufnahme, eine Nahaufnahme und eine dermatoskopische Aufnahme der fraglichen Läsion von 451 Patienten vorgelegt, durch die er die Dringlichkeit der persönlichen Vorstellung des Patienten in der Klinik einschätzte [791]. Hierdurch konnten im Vergleich zum konventionellen Überweisungsverfahren die Wartezeiten für Patienten mit dringlichen Tumoren, also Melanomen oder Plattenepithelkarzinomen, bis zur Klinikvorstellung um im Mittel 10 Tage reduziert werden.

In einer britischen Studie wurde die diagnostische Genauigkeit eines Dermatologen getestet, der zunächst die Diagnose nach konventioneller klinischer Untersuchung von überwiesenen Patienten mit pigmentierten Läsionen stellte und Monate später anhand von anonymisierten, gespeicherten Fotoaufnahmen derselben Läsionen wiederholte [792]. Es zeigten sich keine Unterschiede in der diagnostischen Genauigkeit, was für die Möglichkeit der Nutzung von Telekonsultationen sprach. Allerdings gaben die Autoren zu bedenken, dass mit dieser Methode nur eine Momentaufnahme und nicht der gesamte Patient untersucht wird, keine Palpation der Läsion möglich ist und dass die Ergebnisse von der Qualität der Aufnahmen abhängen. Sie fordern außerdem eine Kosten-Nutzen-Analyse, bevor die Methodik zur Implementierung empfohlen werden kann.

Eine negative Bewertung erhielt die Teledermatologie in der Studie von Warshaw et al. [793] mit 519 Patienten mit pigmentierten Läsionen, in der die diagnostische Genauigkeit gegenüber der klinischen Untersuchung am Patienten deutlich schlechter war (Sensitivität 64 % vs. 80,3 %) und auch durch zusätzliche Auswertung von dermatoskopischen Aufnahmen nicht verbessert werden konnte. Allerdings war das Studienkollektiv beschränkt auf Männer von durchschnittlich 66 Jahren mit einer Spannweite von 23 bis 94 Jahren.

Ein Vergleich zwischen der Auswertung von konventionellen Fotografien als Dias und von komprimierten digitalen Fotoaufnahmen zeigte keine Unterschiede in der Sensitivität und Spezifität bei der diagnostischen Genauigkeit von pigmentierten Hautläsionen [794].

8.3.1.4 Einsatz künstlicher Intelligenz in der Hautkrebsdiagnostik

In den letzten Jahren hat sich der Einsatz künstlicher Intelligenz (KI), insbesondere maschineller Lernverfahren wie Deep Learning, als Ansatz zur Verbesserung der Diagnosesicherheit etabliert [795]. Da bisher keine systematische Aufbereitung des Themas durch die Leitliniengruppe erfolgt ist, kann hinsichtlich der Effektivität keine Aussage getroffen und keine Empfehlung zur Anwendung abgeleitet werden. Daher beschränkt sich die Leitliniengruppe derzeit darauf den Status Quo zu skizzieren, Potentiale und Herausforderungen aufzuzeigen und den Forschungsbedarf dazulegen.

KI-Systeme zur Hautkrebsfrüherkennung basieren zumeist auf Convolutional Neural Networks (CNNs), einer Form tief neuronaler Netze, die auf die Analyse visueller Daten spezialisiert sind. KI-Modelle werden mit großen Mengen von dermatoskopischen Bildern trainiert, wobei sie lernen, benigne von malignen Hautveränderungen zu unterscheiden. Ein Meilenstein in der Forschung war die Studie von Esteva et al. (2017), in der ein CNN anhand von über 129.000 dermatoskopischen Bildern trainiert wurde. Das Modell erreichte eine diagnostische Genauigkeit auf dem Niveau erfahrener Dermatologen bei der Unterscheidung zwischen benignen und malignen Hautläsionen [796].

Inzwischen sind mehrere KI-Systeme zur Hautkrebsdiagnostik CE-zertifiziert und in klinischen Testphasen oder ersten Anwendungen im Einsatz. Beispiele umfassen mobile Applikationen für Patienten ebenso wie KI-gestützte Assistenzsysteme für Ärzte. In der klinischen Praxis wird KI aktuell primär als Entscheidungshilfe verwendet, um auffällige Hautläsionen zu erkennen und deren Abklärung zu priorisieren. Erste Studien zur klinischen Implementierung zeigen, dass KI als Triage-Tool oder Zweitmeinung in der Diagnostik nützlich sein kann [797].

Die Vorteile von KI-Systeme liegen darin, dass sie das Potential besitzen die subjektive Variabilitäten menschlicher Diagnostik zu verringern, insbesondere in unterversorgten Regionen KI den Zugang zur Hautkrebsdiagnostik zu verbessern, [795]. Ärztinnen und Ärzte bei der Priorisierung verdächtiger Läsionen zu unterstützen und damit zu einer schnelleren Diagnosestellung beizutragen und die Identifizierung von Hochrisikopatienten zu vereinfachen.

Trotz des großen Potenzials bestehen auch erhebliche Herausforderungen, denn durch „Black-box“-Modelle ist die Nachvollziehbarkeit von Diagnosen erschwert und es besteht die Gefahr, dass im klinischen Alltag „blind“ auf das Ergebnis der KI vertraut wird. Dieses ist vor allem vor dem Hintergrund relevant, dass viele KI-Systeme mit Daten hellhäutiger Patienten trainiert werden und ihre Genauigkeit bei anderen Hauttypen daher oft geringer ist [798] und siehe auch. Zudem wirft der klinische Einsatz juristische und ethische Fragen auf, z. B. zur Verantwortlichkeit bei Fehlentscheidungen (siehe hierzu Proposal for a Regulation on Artificial Intelligence (AI Act) der Eu-Kommission). Hinsichtlich des Datenschutzes sind außerdem höchste Standards maßgeblich, da sensible Gesundheitsdaten für das Training und die Anwendung von KI erforderlich sind.

Der Einsatz von KI in der Hautkrebsfrüherkennung steht an der Schwelle zur breiten klinischen Anwendung. Für eine sichere und gerechte Integration in den Versorgungsalltag sind interdisziplinäre Ansätze nötig, die technologische Innovation, medizinische Evidenz und ethische Reflexion verbinden.

Forschungsbedarf

Trotz vielversprechender Fortschritte im Einsatz von KI-Systemen zur Früherkennung von Hautkrebs bestehen weiterhin wesentliche Forschungsbedarfe, um deren klinische Integration evidenzbasiert, sicher und gerecht zu gestalten:

Ausweitung der KI-Modelle für den NMSC: Die meisten KI-Modelle in der Hautkrebsdiagnostik wurden bisher primär für die Erkennung von Melanomen entwickelt, nicht für den nicht-melanozytären Hautkrebs. Hier besteht Entwicklungsbedarf.

Validierung in realen klinischen Settings: Die meisten bisherigen Studien wurden unter kontrollierten Bedingungen mit ausgewählten Bilddatensätzen durchgeführt. Es fehlt an groß angelegten, prospektiven Studien in der Versorgungspraxis, die die diagnostische Leistungsfähigkeit von KI-Systemen im Vergleich zu Ärzten im klinischen Alltag untersuchen. Auch ist die Wirkung auf patientenrelevante Endpunkte – wie Überlebensraten oder unnötige Biopsien – bislang unzureichend erforscht.

Inklusion vielfältiger Hauttypen: Viele bestehende KI-Modelle basieren auf Bilddatensätzen, die überwiegend hellhäutige Personen (Fitzpatrick-Typ I–III) abbilden. Die Übertragbarkeit auf dunklere Hauttypen (Typ IV–VI) ist oft limitiert. Es besteht daher dringender Bedarf an diversifizierten Trainingsdaten und spezifischer Validierung auf ethnisch heterogenen Populationen, um diagnostische Verzerrungen („Bias“) zu minimieren.

Erklärbarkeit und Transparenz („Explainable AI“): Die mangelnde Nachvollziehbarkeit („Black-Box-Charakter“) vieler Deep-Learning-Modelle erschwert das Vertrauen von Ärzten und Patienten in die Ergebnisse. Die Entwicklung erklärbarer KI-Systeme, die nachvollziehbare Entscheidungsgrundlagen liefern, ist ein zentrales Forschungsziel, insbesondere im Hinblick auf die ärztliche Verantwortung und rechtliche Absicherung.

Ethik, Datenschutz und gesellschaftliche Auswirkungen: Der verantwortungsvolle Umgang mit sensiblen Bild- und Gesundheitsdaten sowie die Einhaltung ethischer Standards bei der KI-Nutzung müssen weiter erforscht und durch praktikable Handlungsempfehlungen konkretisiert werden. Hierzu gehören auch Fragen der Haftung, der Fairness in der Diagnostik sowie der Einfluss von KI auf die ärztliche Entscheidungsautonomie.

Integration in klinische Workflows und Akzeptanzforschung: Die Akzeptanz von KI-Systemen durch medizinisches Personal ist entscheidend für deren erfolgreichen Einsatz. Es bedarf weiterer Forschung zur benutzerfreundlichen Gestaltung, zur Interaktion zwischen Mensch und Maschine sowie zu möglichen Veränderungen im diagnostischen Entscheidungsprozess durch KI-Unterstützung.

8.3.1.5 Weitere Methoden der Verdachtsdiagnose

Sequenzielle digitale Dermatoskopie

8.26	Evidenzbasiertes Statement	geprüft 2026
ST	Die sequenzielle digitale Dermatoskopie kann die Früherkennung von malignen Melanomen, die keine spezifischen dermatoskopischen Malignitätskriterien aufweisen, in der Verlaufskontrolle verbessern. Leitlinienadaptation: Australian Cancer Network Melanoma Guidelines Revision Working Party (2008). Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms, Langversion 3.2, 2019, AWMF Registernummer: 032/024OL, http://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leit-linien/melanom/ (abgerufen am: 25.05.2020)	
Evidenzlevel **2b** Oxford 2009	[799], [800], [801], [802], [803], [804], [805], [711]	
	Starker Konsens	

Die sequenzielle digitale Dermatoskopie (SDD) beruht auf dem Prinzip der Dermatoskopie. Durch die Speicherung und digitale Analyse des Bildmaterials ermöglicht sie zusätzliche Aussagen zu den aufgenommenen pigmentierten Läsionen. Damit können sowohl kurzfristige Veränderungen bei auffälligen Läsionen (1-3 Monate) aufgedeckt werden, anderseits kann auch ein mittel- bis langfristiges Screening erfolgen. Im Vergleich zur alleinigen Dermatoskopie hat die sequenzielle Dermatoskopie den Vorteil, über den Verlauf auch Veränderungen zu detektieren, die keine typischen dermatoskopischen Malignitätskriterien aufweisen, jedoch eine morphologische oder farbliche Dynamik besitzen.

In der australischen Leitlinie wurden vier Studien in unterschiedlichen klinischen Settings zur sequentiellen digitalen Dermatoskopie evaluiert [711].
Haenssle et al. konnten eine Verbesserung in der Früherkennung von malignen Melanomen im Vergleich zur Routinedermatoskopie von 17 % nachweisen bei einer Nachbeobachtungszeit von im Mittel 32 Monaten. Die Rate der exzidierten Melanome lag unter allen Exzidaten bei 8,3 % [799], [800].

In der Studie von Kittler et al. wurde eine histopathologische Untersuchung von 499 pigmentierten Läsionen nach unterschiedlich langer Nachbeobachtungszeit (1,5–4,5 Monate, 4,6–8,0 Monate und > 8 Monate) durchgeführt [801]. Es wurden insgesamt 92 Melanome unter den Exzidaten nachgewiesen; 61,8 % respektive 45 % bzw. 35,1 % dieser Melanome wiesen mit zunehmender Nachbeobachtungsdauer jeweils keine typischen dermatoskopischen Merkmale für ein Melanom auf, hatten sich jedoch im Verlauf in der SDD verändert. Laut den Ergebnissen dieser Studie sollte der Zeitrahmen für die Verlaufsbeobachtung einer Läsion 1,5–4,5 Monate bzw. zur Kontrolle 6–12 Monate umfassen.

In weiteren Studien konnten durch die zusätzliche Anwendung der sequentiellen digitalen Dermatoskopie frühinvasive Melanome nachgewiesen werden, die nach rein

dermatoskopischen Kriterien unauffällig waren [802]. Die Ratio zwischen exzidiertem Nävus und Melanom war dabei entscheidend von der Kriterienauswahl abhängig, insbesondere eine moderate Größenzunahme (< 5 %) war nur mit einem geringen Risiko eines Melanomnachweises verbunden.

Darüber hinaus wurde die Wertigkeit der Dermatoskopie und der sequenziellen digitalen Dermatoskopie in einer Studie untersucht, in welcher 63 Allgemeinmediziner in Australien und Neuseeland eine Schulung erhielten [806]. Durch die Anwendung der Dermatoskopie allein wurde eine Reduktion der Exzisionsrate um 19,3 %, bei zusätzlicher Anwendung der sequenziellen digitalen Dermatoskopie um 70,6 % erreicht (Einschluss von insgesamt 374 pigmentierten Läsionen). Allerdings sind die Ergebnisse verzerrt (Identifikationsbias), da nicht alle Läsionen histologisch untersucht wurden.

Spektralphotometrie

Die spektralphotometrische Analyse von pigmentierten Läsionen hat keine Verbesserung der Sensitivität und Spezifität in der Melanom-Diagnostik zeigen können [704], [807], [808].

Bei der Telespektralphotometrie wird die Reflexion einer Läsion bei Wellenlängen zwischen 420 bis 1.040 nm gemessen mit einer CCD-Kamera mit 17 Interferenzfiltern. Die 17 Spektralaufnahmen werden im PC gespeichert und weiter prozessiert. In einer Studie zu dieser Methode wurden vier Deskriptoren entsprechend der klinischen Eigenschaften der Läsionen nach der ABCD-Regel definiert: Rundheit (Asymmetrie), Ebenheit (Begrenzung), durchschnittliche Reflexion (Farbe/Colorierung) und Größe (Durchmesser) [807]. Es wurden 186 Patienten mit 195 pigmentierten Läsionen ausgewertet. Alle Variablen waren signifikant unterschiedlich zwischen Melanomen und Nicht-Melanomen, wobei die Farbe den wichtigsten Parameter darstellte. Aufgrund Mängel des Studiendesigns und einem unklaren Verzerrungspotenzial ist die Aussagekraft der Ergebnisse unklar. Von derselben Arbeitsgruppe wurden 313 verdächtige Hautläsionen bei 298 Patienten mittels klinischer Inspektion, Dermatoskopie und Telespektralphotometrie untersucht [704]. Bezüglich der korrekten Diagnose der 66 histologisch bestätigten Melanome betrug die Sensitivität jeweils 86 %, 91 % und 80 % und die Spezifität 77 %, 74 % und 49 %. Die Telespektralphotometrie hat also keinen Vorteil erbracht.

In einer anderen jüngeren Studie wurde eine spektralphotometrische Analyse von 881 Hautläsionen bei 860 Patienten von einem Dermatologen durchgeführt [808]. Im Vergleich zu seiner Beurteilung anhand von klinischer Inspektion und Dermatoskopie zeigte sich keine Verbesserung der Sensitivität (94 % vs. 91 %) und Spezifität (87 % und 91 %) bezüglich der Melanom-Diagnostik.

Nah-Infrarot-Spektroskopie

Die Wertigkeit der Nah-Infrarot-Spektroskopie zur Unterscheidung von melanozytären und nicht-melanozytären Hautveränderungen untereinander und von normaler Haut bleibt offen.

Bei der Nah-Infrarot-Spektroskopie mit Wellenlängen zwischen 700-2.500 nm wird die Absorption durch Hämoglobine, Cytochrome, Wasser (O-H-Gruppen), Lipide (C-H-Gruppen) und Proteine (N-H-Gruppen) im Gewebe für jede Wellenlänge gemessen, was Rückschlüsse auf die Gewebezusammensetzung und Sauerstoffversorgung geben kann [809]. In einer Studie wurden im sichtbaren und Nah-Infrarot-Bereich (400-2.500 nm) Aufnahmen in vivo von insgesamt 195 benignen und malignen Hauttumoren

gemacht, von denen 130 ausgewertet werden konnten [809]. Es ließen sich signifikante Gruppenunterschiede zeigen, wie zum Beispiel zwischen dysplastischen Nävi und anderen Hautläsionen (z. B. aktinische Keratosen, BZK, Lentigines) und zwischen Basalzellkarzinomen und gewöhnlichen Nävi sowie seborrhoischen Keratosen. Maligne Melanome wurden in dieser Studie nicht untersucht.

Konfokale Laserscanningmikroskopie (CLSM)

Die CLSM verfügt über eine hohe Auflösung bei der Beurteilung pigmentierter und nicht pigmentierter Läsionen der Haut. Nach entsprechendem Training kann die CLSM die diagnostische Genauigkeit von Einzelläsionen verbessern. Die CLSM kann zur Verdachtsdiagnostik von AK und PEK bei klinisch unklaren Befunden eingesetzt werden. Die CLSM kann zur Diagnostik von BZK hilfreich sein.

Die CLSM ist ein modernes technisches Verfahren, bei dem mittels fokussiertem Laserlicht und dessen Reflexion an den verschiedenen Strukturen der Haut Schnittbilder der Epidermis und der papillären Dermis in nahezu histologischer Auflösung erstellt werden können. Dabei fungieren die verschiedenen Medien durch unterschiedliche Brechungsindizes quasi als endogene Chromophore (Brechungsindizes-Beispiele: Wasser 1,33, Keratin1,5, Melanin 1,7). Die Standard-Wellenlänge des Lasers liegt bei 830 nm, bei sogenannten Multi-Wave-Geräten sind Wellenlängen von 400-1.064 nm verfügbar. Die laterale Auflösung beträgt 0,1-1 µm, die axiale Auflösung 3-5 µm und die maximale Eindringtiefe reicht je nach Wellenlänge bis etwa 250-300 µm, am Nagelorgan auch bis zu 450 µm. Die in-vivo Untersuchung am Patienten erfolgt in Echtzeit durch Aufsetzen des Gerätes auf die zu untersuchende Läsion mittels Ankopplung durch ein Kopplungsmedium wie Gel und Öl – ähnlich wie bei der Dermatoskopie.

Es gibt zahlreiche Publikationen sowie eine die S1-Leitlinie „Bildgebende Diagnostik von Hauterkrankungen“ im Bereich der nicht-invasiven dermatologischen Diagnostik. Es liegt außerdem eine Metaanalyse zur Wertigkeit der CLSM in der Diagnostik des BZK vor. Die Analyse von 6 Studien ergab eine Sensitivität von 0,97 mit einem 95% CI von 0,90-0,99 und einer Spezifität von 0,93 (95% CI 0,88-0,96) [810]. Allerdings sind diese Ergebnisse aufgrund eines hohen Risikos für Verzerrung und einer kleinen Stichprobe kritisch zu betrachten.

Eine systematische Übersichtsarbeit identifizierte insgesamt 11 Studien, deren Ergebnisse aufgrund der Heterogenität der Einzelstudien nicht gepoolt werden konnten [811]. Der Review demonstriert, dass CLSM die diagnostische Genauigkeit von malignen Melanomen im Vergleich zur Dermatoskopie verbessern kann. Für das BZK schlussfolgerten die Autoren ebenfalls eine hohe diagnostische Genauigkeit trotz begrenzter Daten, wohingegen keine Aussagen für das Plattenepithelkarzinom abgeleitet werden konnten. Weitere Meta-Analysen zur Wertigkeit der konfokalen Laserscanningmikroskopie in der Diagnostik nicht pigmentierter Hautveränderungen liegen bislang nicht vor [812], [813], [814], [701]. Zur Wertigkeit der konfokalen Laserscanningmikroskopie in der Diagnostik pigmentierter Hautveränderung stehen Daten von Meta-Analysen zur Verfügung. Die systematische Übersichtsarbeit von Stevenson et al. umfasste insgesamt fünf histologisch kontrollierte Studien, in denen 909 Läsionen untersucht werden konnten [815]. Der Fokus dieser Arbeit lag auf der Identifizierung von malignen Melanomen aus klinisch unklaren Läsionen. Die Autoren zeigten eine Sensitivität von 93% [95% CI 89-96] und eine Spezifität von 76% [95% CI 68-83] per Läsion. Die Rate der histologisch nachgewiesenen malignen Melanome lag in den Untersuchungen zwischen 29 und 37%. In einer weiteren Meta-Analyse mit n=21 retrospektiven und prospektiven Studien wurde die CLSM auf ihre Wertigkeit in der

Beurteilung maligner Hauttumoren ausgewertet [816], wobei 8 der 21 Studien ausschließlich maligne Melanome untersuchten (n=1400 Läsionen). Die Sensitivität lag in diesen Untersuchungen bei 92,7% (95% CI: 90-95) und die Spezifität bei 78,3% (95% CI: 76-81). In acht weiteren Studien mit insgesamt 1.825 Läsionen wurden neben MM auch BZK und PEK untersucht. Hier lag die Sensitivität bei 94,5% und die Spezifität bei 85,4%. Die Studien unterschieden sich sowohl in der Anzahl der teilnehmenden Zentren (monozentrisch, multizentrisch) als auch in der Anzahl (1-5) und der Expertise der Untersucher.

Die Ergebnisse der Meta-Analysen sind allerdings kritisch zu betrachten, da die Studien einem Verification-Bias unterlagen: Es wurden nicht alle Läsionen einer histologischen Untersuchung unterzogen bzw. die CLSM mit der Dermatoskopie verglichen. In einigen Studien wurden auch überlappende Patientenkollektive untersucht. Mit dem QUADAS-2 Test konnte allerdings eine hohe Studienqualität für den Bereich malignes Melanom festgestellt werden. Die Sensitivität (91,4-94,5%) und Spezifität (76,0-85,4%) lag in allen Meta-Analysen auf einem ähnlichen Niveau.

In einer Studie von Alarcon wurde untersucht, ob sich mit der CLSM die „number needed to treat“ (NNT: Zahl der notwendigen Behandlungen) bei Melanomverdacht reduzieren lässt [817]. Insgesamt wurden 343 Patienten, die mindestens eine suspekte Läsion aufwiesen, in die Studie eingeschlossen und in drei Gruppen untersucht (Dermatoskopie allein, CLSM und Dermatoskopie, CLSM allein). Zwischen den Gruppen ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede mit einer Senkung der NNT von 3,73 auf 1,12, insbesondere die deutlich höhere Spezifität sprach für eine Hinzunahme der CLSM zur Dermatoskopie, um die Rate unnötiger Exzisionen zu reduzieren.

Eine weitere Studie von Pellacani et al. konnte ebenfalls durch Hinzunahme der CLSM eine deutliche Reduktion der für die Diagnosestellung eines malignen Melanoms notwendigen Exzisionen (6,8 vs. 14,6) zeigen [818]. Hierfür wurden insgesamt 1005 Patienten untersucht. Eine weitere Veröffentlichung dieser Arbeitsgruppe demonstrierte zusätzlich, dass die CLSM auch zu einer relevanten Kostenreduktion durch die Vermeidung von Resektionen benigner Läsionen führen würde [819].

Multiphotonenlasertomographie (MPT)

Die Wertigkeit der Multiphotonenlasertomographie bei der Melanom-Diagnostik bleibt offen.

Die MPT ist eine nicht-invasive Untersuchungstechnik, mit der sowohl zelluläre als auch extrazelluläre Strukturen mit subzellulärer Auflösung beurteilt werden können. Die MPT beruht auf der Anregung biogener Fluorophore durch zwei oder mehr langwellige Photonen geringer Energie und der Induktion von „second harmonic generation“. Es wird eine Auflösung von bis unter einem Mikrometer erreicht. In Studien wird untersucht, inwieweit die Technik bei der Melanom-Diagnostik hilfreich ist:

Zur MPT liegt eine prospektive Studie vor, in der 83 melanozytäre Läsionen untersucht wurden. Die Untersuchung erfolgte sowohl in vivo als auch ex vivo, allerdings wurden nicht alle Läsionen parallel untersucht. Durch vier unabhängige Untersucher im verblindeten Versuchsaufbau wurde eine Sensitivität zwischen 71 und 95 % erreicht; die Spezifität lag zwischen 69 und 97%. Eine weitere Studie untersuchte neben der MPT auch eine „Fluorecence lifetime imaging“-Messung [820]. Nach einer Trainingsphase wurden insgesamt 125 Läsionen untersucht; es wurde eine Sensitivität

von 100% und eine Spezifität von 98% bzgl. der Diagnose Melanom (n=25) demonstriert. In einer Untersuchung von Balu et al. wurde zudem an einer kleinen Anzahl (n=15) melanozytärer Läsionen mit und ohne Dysplasien sowie malignen Melanomen ein 9-Punkte-Score entwickelt, der ein hohes Diskriminationspotential aufwies [821].

Optische Kohärenztomographie (OCT)

Die Wertigkeit der OCT zur Unterscheidung von melanozytären Hautveränderungen untereinander und von normaler Haut bleibt offen. Optische Kohärenztomographie kann zur Diagnostik von nicht-melanozytärem Hautkrebs bei klinisch unklaren Befunden eingesetzt werden.

Bei der OCT handelt es sich um ein modernes optisches Verfahren, welches nicht-invasiv in Echtzeit Aufnahmen von der Epidermis und der oberen Dermis ermöglicht. Die Grundlage der OCT bildet die Weißlichtinterferometrie. Dabei wird die Laufzeit eines Signals innerhalb der Gewebeprobe mit einem Referenzsignal bekannter optischer Weglänge verglichen. Die OCT ist analog zum B-Modus im Ultraschall-Puls-Echo-Verfahren, wobei die optische und nicht die akustische Reflexion gemessen wird. Das Untersuchungsverfahren ermöglicht eine Eindringtiefe von bis zu einem Millimeter und eine Auflösung von 3-15 µm. Die Bilddarstellung erfolgt wie bei histologischen Schnitten vertikal, neuere Geräte ermöglichen außerdem eine Darstellung in horizontaler Ebene. Sowohl melanozytäre als auch nicht-melanozytäre Hauttumoren sind mit der Methode bereits dargestellt und die Ergebnisse publiziert worden, wobei die überzeugendsten Ergebnisse für das BZK vorliegen und systematisch evaluiert wurden [822], [823], [824], [825], [826], [827], [828]. Eine systematische Übersichtsarbeit identifizierte in allen 17 eingeschlossenen Studien die folgenden Merkmale für die Diagnose eines BZK mit OCT: abgerundete/rundliche dunkle Strukturen in der oberen Dermis, die von einem hyperreflektierenden Halo umgeben sind, den noch eine hyporeflektierende Grenze umgeben kann sowie eine Störung der epidermalen Schicht [825]; [423].

Zur OCT liegen mehrere Untersuchungen zur Beurteilung melanozytärer Läsionen vor, in denen potenzielle Differenzierungskriterien beschrieben werden. In einer multizentrischen, prospektiven Studie von Gambichler et al an einem „high definition"-OCT-System wurden insgesamt 93 Läsionen (davon 27 maligne Melanome) untersucht [829]. Dabei wurde eine Sensitivität von 74,1% (95% CI: 54–89) und eine Spezifität von 92,4% (95% CI: 83–98) erreicht.

Allerdings fehlen bislang größere kontrollierte und qualitativ hochwertige Studien, sodass die Wertigkeit der Diagnose derzeit nicht abschließend beurteilt werden kann [822]; [701].

Elektrische Impedanz-Spektroskopie (EIS)

Die Wertigkeit der multi-frequenten elektrischen Impedanz-Spektroskopie (EIS) zur Unterscheidung von melanozytären und nicht-melanozytären Hautveränderungen untereinander und von normaler Haut bleibt offen.

Die multi-frequente elektrische Impedanz-Spektroskopie (EIS) ist ein Verfahren, welches mittels einer kleinen Sonde elektrischen Strom mit unterschiedlicher Frequenz von verschiedenen Elektroden in die oberflächliche Haut sendet und die Veränderung des Stroms, der Frequenz und des elektrischen Feldes misst und auswertet. Die elektrischen Eigenschaften von biologischem Material reflektieren zelluläre Eigenschaften des Gewebes wie Zelldichte, Architektur, Zellform und den Gehalt an

intrazellulärem und extrazellulärem Wasser. In Pilotstudien konnten signifikante Unterschiede zwischen BZK und normaler Haut sowie die Unterscheidung von BZK von gutartigen Nävi mit einer Sensitivität von 96 % und einer Spezifität von 86 % gefunden werden [701].

Zusätzlich dazu wurde eine internationale, multizentrische Studie veröffentlicht, an der 22 Kliniken teilgenommen haben [830]. Es wurden insgesamt 2.416 Läsionen bei 1.943 Patienten ausgewertet, unter denen 265 maligne Melanome diagnostiziert wurden (112 in situ, 153 invasiv). Die Methode wies eine Sensitivität von 96,6% (256 von 265 Melanomen) und eine Spezifität von 34,4% auf.

Hochfrequente Sonographie

Die Wertigkeit der hochauflösenden Sonographie zur Unterscheidung von melanozytären und nicht-melanozytären Hautveränderungen untereinander und von normaler Haut bleibt offen.

Die hochauflösende Sonografie der Haut (Synonym: Ultraschall) ist ein nicht-invasives diagnostisches Verfahren zur Evaluierung von Hautläsionen. Das Prinzip beruht auf der Darstellung von Haustrukturen mit Hilfe von hochfrequenten Schallwellen. Die Schallwellen werden an Strukturen der Haut reflektiert, vom Schallkopf wieder aufgenommen und dann mittels des piezoelektrischen Effektes wieder in elektrische Impulse umgewandelt. Aus den elektrischen Impulsen werden Bilder generiert. Als Kontaktmedium dienen Wasser oder Ultraschallgel.

Nach der Aussage von Lassau et al. (1997) ist der hochfrequente Ultraschall eine einfache, zuverlässige, nicht-invasive Methode zur genauen präoperativen Bewertung von Hauttumordimensionen. Die Korrelation zwischen Ultraschall und histologischer Messung der Tumordicke (Breslow-Index) von 13 Melanomen war sehr stark (R2= 0,9959), jedoch gab es keine Unterschiede in den sonografischen Merkmalen von Melanomen und Nävi. 31 der 32 BZK wurden mit hochfrequentem Ultraschall entdeckt. Bei einer Läsion handelte sich nicht um ein BZK, sondern um eine aktinische Keratose. Die Resektion war in 24 Fällen vollständig und in 7 Fällen unvollständig [831].

Krahn et al. (1998) konnten eine Sensitivität bei der Bestimmung der Tumordicke von Melanomen (± 0,2 mm) zeigen: < 0,76 mm: 79,3 %, 0,76 – 1,5 mm: 42,9 %, > 1,5 mm: 100 %. Die Technik erlaubt chirurgisches Planen und vermeidet Reexzisionen. Jedoch ist deren Anwendung auf Differentialdiagnosen von malignen und benignen Hautläsionen beschränkt [832].

Wortsman und Wortsman (2010) haben den Stellenwert des Ultraschalls bei der Differenzialdiagnose untersucht. Der Anteil korrekter klinischer Diagnosen bei Überweisung betrug 73 %, während nach Diagnosestellung mittels Ultraschalls der Anteil der korrekten Diagnosen bei 97 % lag. Die diagnostische Genauigkeit für den Ultraschall wird mit einer Sensitivität von 99 % (95 % CI: 98,9-99,5) und einer Spezifität von 100 % (95 % CI: 96,4-99,9) angegeben. Die Einschlusskriterien werden jedoch nicht beschrieben und nicht alle Patienten erhielten eine Biopsie mit histopathologischer Sicherung. Ebenfalls kannten die Untersucher die vorherige klinische Diagnose (fehlende Verblindung). Aufgrund des Studiendesigns und der fehlenden Beschreibung des Patientenkollektivs können die Ergebnisse nur sehr eingeschränkt als Grundlage für Handlungsempfehlungen dienen [833].

Multispektralanalyse

Mehrere Studien liegen zur multispektralen digitalen Dermatoskopie vor. In einer Studie von Elbaum et al. wurden insgesamt 63 maligne Melanome und 183 Nävi untersucht [834]). Hierbei konnte – je nach Auswertemodus - eine Sensitivität zwischen 95-100% und eine Spezifität zwischen 68 und 84% gezeigt werden. In einer weiteren multizentrischen, prospektiven Studie wurden insgesamt 1.383 Patienten mit 1.831 Läsionen untersucht [835]. Insgesamt konnten 127 Melanome identifiziert werden. Die Sensitivität in dieser Studie betrug 98,4% (125 / 127 Melanomen) und die Spezifität 9,9%. Eine Gruppe erfahrener Dermatologen bewertete in der Studie von Hauschild et al. 130 Einzelläsionen [836]. Dabei war die Sensitivität durch Multispektralanalyse höher als durch die alleinige Auswertung klinischer und dermatoskopischer Bilder durch die Experten. Die Spezifität war auch in dieser Studie gering.

Raman-Spektroskopie

Bei der Raman-Spektroskopie wird die inelastische Streuung von Licht an Molekülen und Festkörpern untersucht. Lim et al. untersuchten in einer Studie mehrere spektrale Untersuchungsmethoden, unter anderem auch die Raman-Spektroskopie [837]. Die Autoren konnten an einer kleinen Patientengruppe (12 Melanome, 17 benigne Pigmentläsionen) eine 100%ige Sensitivität und Spezifität der Raman-Spektroskopie zeigen. Signifikante Unterschiede zwischen Nävi (n=41) und malignen Melanomen (n=15) zeigte ebenfalls Philipsen et al. [838]. Allerdings gaben die Autoren weder Daten bezüglich der Spezifität noch Sensitivität für das Verfahren an.

Line-field-konfokale optische Kohärenztomographie (LC-OCT)

Die Line-field-konfokale optische Kohärenztomographie (LC-OCT) ist ein nichtinvasives bildgebendes Verfahren, das die Prinzipien der konfokalen Reflexionsmikroskopie und der optischen Kohärenztomographie kombiniert. Sie ermöglicht hochauflösende horizontale und vertikale Schnittbilder der Epidermis und oberflächlichen Dermis sowie dreidimensionale Rekonstruktionen. Ergänzend zur klinischen und dermatoskopischen Untersuchung kann sie die diagnostische Sicherheit bei suspekten Hautläsionen erhöhen [839]. Die S1-Leitlinie zur bildgebenden Diagnostik von Hauterkrankungen beschreibt ihren Einsatz bei epithelialen und melanozytären Hauttumoren; die Bildinterpretation erfordert entsprechende Schulung und dermatopathologische Kenntnisse [840].

Die umfangreichste Datenlage besteht für das Basalzellkarzinom. Hier zeigt die LC-OCT eine hohe diagnostische Genauigkeit und kann Hinweise auf oberflächliche, noduläre und infiltrative beziehungsweise sklerodermiforme Subtypen liefern [840]. Bei melanozytären Läsionen kann sie zur Differenzierung zwischen Nävi und Melanomen beitragen, wobei die diagnostischen Kriterien weiterer Validierung bedürfen [841]. Für die Lentigo maligna liegen bislang begrenzte Daten mit histopathologischer Korrelation vor [842]. Bei aktinischen Keratosen und kutanen Plattenepithelkarzinomen unterstützt die Darstellung keratinozytärer Atypien und der dermoepidermalen Junktionszone die Differenzialdiagnose [843]. Die begrenzte Eindringtiefe schränkt jedoch die Beurteilung tieferer Tumoranteile ein [840].

Die europäischen Leitlinien zum Basalzellkarzinom und zu aktinischen Keratosen nennen die LC-OCT ausdrücklich als ergänzendes diagnostisches Verfahren [844], [845]. Insgesamt stützt sich die Evidenz auf diagnostische Beobachtungsstudien, kleinere

Fallserien und systematische Übersichtsarbeiten einschließlich einer Metaanalyse [839], [846], [841], [842], [843], [847].

8.3.2 Vorstellungszeitraum

8.27	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Im Rahmen eines Hautkrebs-Screenings soll die Zeitspanne bis zum nächsten Termin zur weiteren Befundsicherung bei Verdacht auf ein Melanom oder Plattenepithelkarzinom zehn Tage nicht überschreiten, um eine mögliche Tumorprogression zu vermeiden und psychische Belastung zu minimieren.	
	Konsens	

8.28	Sondervotum	2026
	Sondervotum Der Berufsverband der Deutschen Dermatologen (BVDD) und die AG Gesundheitsökonomie und Evidenz-basierte Medizin der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (DDG) halten eine pauschale Frist von 10 Tagen für die weiterführende Abklärung eines Hautkrebs-verdächtigen Befundes im Zuge der gesetzlichen Früherkennung auf Hautkrebs für medizinisch nicht generell erforderlich und unter Versorgungsbedingungen oft nicht realisierbar. Die Dringlichkeit der Maßnahmen ist abhängig von Tumorentität, Lokalisation, individueller Risikokonstellation sowie den Patientenbedürfnissen und sollte im Einzelfall beurteilt werden. Bei Tumoren mit höherem Progressionsrisiko oder einer besonderen Patientenbelastung sollen die erforderlichen Maßnahmen umgehend und möglichst innerhalb von 10 Tagen veranlasst werden.	

Verzögerungen in der Überweisung von Patienten mit einem Hautkrebsverdacht zu einem Spezialisten könnten einen Effekt auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Patienten haben. Die Ergebnisse einer britischen Studie zeigten eine geringere Tumordicke und verbessertes Überleben bei Patienten mit verdächtigen Läsionen, die innerhalb von zwei Wochen zu einem plastischen Chirurgen zur Konsultation und umgehenden Behandlung überwiesen wurden. Diese Ergebnisse unterstützen die „Zweiwochenregel“ zur Überweisung bei mehreren Krebsarten, die im Jahr 2000 in Großbritannien eingeführt wurde [692]. Neuere Studien zeigen jedoch, dass die Evidenzlage komplexer ist: Während Verzögerungen in der Diagnostik und Therapie von Hautkrebs – insbesondere beim kutanen Plattenepithelkarzinom – mit fortgeschritteren Tumorstadien und einem ungünstigeren Überleben assoziiert sind [848], [849], ist ein direkter kausaler Zusammenhang zwischen einer Überweisung innerhalb von exakt zwei Wochen und einem verbesserten Gesamtüberleben bislang nicht eindeutig belegt [850].

8.29	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Bei Verdacht auf ein Basalzellkarzinom sollte die weitere diagnostische Abklärung zeitnah und individuell angepasst erfolgen.	
	Starker Konsens	

Basalzellkarzinome weisen ein sehr langsames Wachstum und ein geringes Metastasierungsrisiko auf. Die Dringlichkeit einer sofortigen Abklärung ist daher geringer als bei Melanomen oder Plattenepithelkarzinomen. Ziel der zeitnahen Diagnosesicherung ist primär die Vermeidung lokaler Destruktion und die Planung einer vollständigen Exzision (vgl. S2k Leitlinie "Basalzellkarzinom der Haut – Diagnostik, Therapie und Nachsorge", Registernummer 032-032OL).

8.3.2.1 Die histopathologische Diagnostik

8.30	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Jeder histopathologische Befund (vgl. Qualitätssicherungsvereinbarung) soll eine Beschreibung des mikroskopischen Befundes mit Formulierung einer Diagnose beinhalten. Der Tumortyp soll nach WHO und das histologische Staging nach gültiger TNM-Klassifikation (UICC) angegeben werden.	
	Starker Konsens	

Wichtigster Bestandteil jedes histologischen Befundberichtes ist die korrekte Diagnose eines Tumors einschließlich klinisch-pathologischer Korrelation. Hierbei sind bei einem malignen Tumor das Wachstumsmuster, der Differenzierungsgrad und zytomorphologische Charakteristika einer malignen Neoplasie zu beschreiben. Der Tumor ist nach WHO zu typisieren. Das Staging ist nach gültiger TNM-Klassifikation festzulegen, wobei bei Plattenepithelkarzinomen gleichzeitig ein Grading angegeben wird.

Bei der Diagnosestellung eines malignen Tumors sind Angaben zur Schnittrandkontrolle zu machen. Die lateralen und tiefen Schnittränder werden auf das Fehlen bzw. Vorhandensein von Tumorverbänden beurteilt (Residualtumor-(R-) Klassifikation).

Sofern anwendbar und sinnvoll, kann eine mikrometrische Messung des Sicherheitsabstandes zu den Seiten und zur Tiefe vorgenommen werden. In der S3-Leitlinie „Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms“ wurden im Kapitel 3.2.5 Parameter des histologischen Befundberichtes beim malignen Melanom erarbeitet und konsentiert [805].

In der gültigen AJCC-Klassifikation des malignen Melanoms (8. Edition) von 20016/17 geht die Bestimmung der maximalen Tumordicke nach Breslow (gemessen an der Unterseite des Stratum corneum bis zur tiefsten Tumorzelle) und eine Ulzeration des Primärtumors (durch Melanomwachstum unterbrochene Epidermis) mit ein. Im Unterschied zur vorangegangenen Klassifikation ist die Bestimmung des Clark-Levels für

die Einteilung nicht mehr relevant. Der histopathologische Befund eines malignen Melanoms soll folgende Kriterien beinhalten:

- Angabe, ob die Exzisionsränder mikroskopisch tumorfrei sind,
- die Bestimmung der maximalen Tumordicke nach Breslow (gemessen an der Unterseite des Stratum corneum bis zur tiefsten Tumorzelle),
- die Ulzeration des Primärtumors (durch Melanomwachstum unterbrochene Epidermis),
- Angabe zu histopathologischen Besonderheiten wie z. B. vaskuläre Invasion und zu morphologischen Besonderheiten (z. B. desmoplastische Melanomanteile).

Der histologische Befund soll gegebenenfalls neben der Diagnose zusätzlich Informationen zu Risikofaktoren für ein Tumorrezidiv oder eine Fernmetastasierung enthalten.

In der S3-Leitllinie aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut wurden im Kapitel 4.6 Parameter des histologischen Befundberichtes beim Plattenepithelkarzinom erarbeitet und konsentiert [423].
Folgende Informationen sollten enthalten sein:

- histologischer Tumortyp (bei speziellen Subtypen des PEK)
- Beschreibung der histologischen Tiefenausdehnung in Bezug auf die anatomische Schichtung (insbesondere ab Clark-Level V, entsprechend Infiltration der Subcutis)
- Messung der Tiefenausdehnung ab einer Invasionstiefe von 2 mm (entspricht etwa Durchmesser eines 10x Sichtfelds)
- im positiven Fall Angabe zum Vorhandensein einer perineuralen Ausbreitung, eines Gefäßeinbruchs oder einer geringen Differenzierung
- Vollständigkeit der Resektion des invasiven Tumoranteils

In der S2k-Leitlinie "Basalzellkarzinom" wurden im Kapitel 5. Risikofaktoren für ein Rezidiv des BZK definiert. Dies sind die Lokalisation des BZK (Nase, Augenlider und Ohren), der maximale Tumordurchmesser, ob es sich bereits um ein Rezidiv handelt, der histologische Subtyp (insbesondere sklerodermiform), die Entwicklung auf einem Radioderm und perineurales Wachstum [422].

Weitere Inhalte des histopathologischen Befunds eines malignen Hauttumors im Rahmen des HKS 2008 wurden in der zugehörigen Qualitätssicherungsvereinbarung zur histophathologischen Untersuchung geregelt, welche für die Pathologen und Dermatohistologen in diesem Kontext rechtlich bindend sind [851]. Wie dort festgelegt ist, soll die Größe des zu untersuchenden Präparates und die Art der Entnahmetechnik im histologischen Befund und/oder OP Bericht dokumentiert werden (Anlage 1 dieser Qualitätssicherungsvereinbarung)

8.3.3 Bestätigungsdiagnostik

Aktualisierung durch Christian Rose

8.3.3.1 Methoden der Bestätigungsdiagnostik

8.31	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Die histopathologische Untersuchung einer geeigneten Gewebeprobe ist die Standardmethode der Bestätigungsdiagnostik. Zur Bestätigung einer verdächtigen Läsion soll die histopathologische Diagnostik angewandt werden.	
	Starker Konsens	

8.32	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Bereits bei der Entnahme der Gewebeprobe sollen die jeweils relevanten funktionellen Besonderheiten beachtet werden (z. B. im Gesichts- und Genitalbereich), um eine Funktionsstörung (z. B. Ektropium, Fazialisparese) allein aufgrund der Gewebeentnahme zu vermeiden.	
	Starker Konsens	

Die histopathologische Untersuchung der Gewebeprobe erfolgt durch einen ausgebildeten Pathologen (Facharztstandard) oder Dermatohistologen (Zusatzbezeichnung). In der Qualitätssicherungsvereinbarung für das HKS [851] wird zusätzlich vom Befunder eine Mindestanzahl persönlicher Befundungen an Hautproben gefordert, die nachzuweisen ist.

In der Regel wird das Hautgewebe nach Formalinfixierung aufgearbeitet. In seltenen Fällen erfolgt die histologische Untersuchung in Gefrierschnitt-Technik. Hierbei ist eine entsprechende Erfahrung mit der technischen Durchführung und Beurteilung dieser Präparate nötig [852].

Das Vorliegen einer geeigneten Gewebeprobe ist Voraussetzung für eine histopathologische Untersuchung. Das Vorgehen zur Gewebeentnahme ist von dem klinischen Befund und der klinischen Verdachtsdiagnose abhängig (siehe auch Kapitel 3.2.3 in der S3-Leitlinie „Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms“ [851], [853].

Besondere anatomische Gegebenheiten müssen unter Berücksichtigung der Expertise der zuständigen Fachgebiete (z. B. HNO, Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie, Augenheilkunde, Gynäkologie) bereits bei der Gewebsentnahme im Hinblick auf Funktion und Kosmetik beachtet werden, damit z. B. keine Verletzungen von Nerven (im Gesicht z. B. des Nervus Fazialis) und narbige Verziehungen und ggf. Stenosen (z. B. der Tränenwege, Lider, Genitale) auftreten.

8.3.3.2 Durchführung der Bestätigungsdiagnostik

8.3.3.2.1 Bestätigungsdiagnostik beim malignen Melanom (MM)

8.33	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Bei klinischem Verdacht auf ein Melanom soll diese Läsion primär mit kleinem Sicherheitsabstand komplett exzidiert werden.	
	Starker Konsens	

8.34	Evidenzbasiertes Statement	geprüft 2026
ST	Die optimale Gewebeprobe zur histopathologischen Beurteilung einer Hautläsion mit Verdacht auf ein Melanom ist die komplette Exzision (Exzisionsbiopsie) mit einem Sicherheitsabstand von 2 mm inklusive der Entfernung von Fettgewebe.	
Evidenzlevel **2+**	[712]	
	Starker Konsens	

In Anlehnung an die SIGN-Leitlinie Nr. 72 „Cutaneous Melanoma“ (2023) sowie die „Clinical Practice Guidelines for the Management of Melanoma in Australia and New Zealand“ (2008) sollte ein MM mit einem kleinen Sicherheitsabstand von 2 mm komplett exzidiert werden [711]; [712]. Ein größerer Exzisionsabstand hingegen zerstört Lymphabflusswege und behindert eventuell die Auffindung von Sentinel-Lymphknoten [854].

8.35	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Bei großen, flächigen, melanomverdächtigen Tumoren im Gesicht oder in akraler Haut, an denen eine primäre diagnostische Exzision schwierig ist, kann eine Probebiopsie bzw. Teilexzision durchgeführt werden.	
	Starker Konsens	

In besonderen Situationen, insbesondere bei großen, flächigen melanomverdächtigen Tumoren im Gesicht oder in akraler Haut, an denen eine primäre diagnostische Exzision schwierig ist, kann auch eine Probebiopsie bzw. Teilexzision durchgeführt werden [711]. Untersuchungen konnten zeigen, dass sich durch dieses Vorgehen keine Verschlechterung der Prognose für die Patienten ergibt [855].

Zur Gewebeentnahme wird allgemein zwischen Inzisions- und Exzisionsbiopsien unterschieden. Für die Inzisionsbiopsien stehen Stanzbiopsien und Flachbiopsien; für die Exzisionsbiopsie steht die spindelförmige Exzision zur Verfügung [856]. Eine superfizielle Shavebiopsie verdächtiger Läsionen ist nicht angebracht [712]. Die verschiedenen Biopsietechniken besitzen jeweils Vor- und Nachteile. Eine korrekt durchgeführte Flachbiopsie (Flachschnitt) ist breiter als eine Stanzbiopsie. Sie erreicht das mittlere Korium und erlaubt eine bessere Beurteilung der Architektur. Eine Stanzbiopsie stellt in der Regel tiefere Anteile des Koriums dar [854].

Besondere Bedeutung kommt bei einer Probebiopsie der Kommunikation zwischen Klinikern und Histopathologen zu. Um Fehldiagnosen und eine Verzögerung der Diagnose zu vermeiden, muss dem Histopathologen mitgeteilt werden, dass eine Probebiopsie aus einem größeren Tumor vorliegt. Die Entnahmestelle aus der Läsion ist dabei exakt anzugeben (z. B. Randbereich, knotige Anteile, Regressionszone). Die Mitübersendung eines klinischen Bildes kann hierbei hilfreich sein.

8.3.3.2.2 Bestätigungsdiagnostik bei Basalzellkarzinom und Plattenepithelkarzinom

8.36	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **0**	Bei einem klinischen Verdacht auf ein Basalzellkarzinom oder ein Plattenepithelkarzinom kann der Tumor primär komplett exzidiert werden oder es kann vorab eine Probebiopsie durchgeführt werden.	
Evidenzlevel **3**	[857]	
	Starker Konsens	

Je nach klinischer Situation kann bei Verdacht auf ein PEK oder BZK eine Stanzbiopsie, eine flache Abtragung (Shave-Exzision) oder eine Exzisions-Biopsie geeignet sein. Die histopathologische Diagnose kann hieran meist zuverlässig gestellt werden [857].

8.3.3.3 Die histopathologische Diagnostik

8.37	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Jeder histopathologische Befund (vgl. Qualitätssicherungsvereinbarung) soll eine Beschreibung des mikroskopischen Befundes mit Formulierung einer Diagnose beinhalten. Der Tumortyp soll nach WHO und das histologische Staging nach gültiger TNM-Klassifikation (UICC) angegeben werden.	
	Starker Konsens	

Wichtigster Bestandteil jedes histologischen Befundberichtes ist die korrekte Diagnose eines Tumors einschließlich klinisch-pathologischer Korrelation. Hierbei sind bei einem malignen Tumor das Wachstumsmuster, der Differenzierungsgrad und

zytomorphologische Charakteristika einer malignen Neoplasie zu beschreiben. Der Tumor ist nach WHO zu typisieren. Das Staging ist nach gültiger TNM-Klassifikation festzulegen, wobei bei Plattenepithelkarzinomen gleichzeitig ein Grading angegeben wird.

Bei der Diagnosestellung eines malignen Tumors sind Angaben zur Schnittrandkontrolle zu machen. Die lateralen und tiefen Schnittränder werden auf das Fehlen bzw. Vorhandensein von Tumorverbänden beurteilt (Residualtumor-(R-) Klassifikation).

Sofern anwendbar und sinnvoll, kann eine mikrometrische Messung des Sicherheitsabstandes zu den Seiten und zur Tiefe vorgenommen werden. In der S3-Leitlinie „Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms“ wurden im Kapitel 3.2.5 Parameter des histologischen Befundberichtes beim malignen Melanom erarbeitet und konsentiert [853].

In der gültigen AJCC-Klassifikation des malignen Melanoms (8. Edition) von 20016/17 geht die Bestimmung der maximalen Tumordicke nach Breslow (gemessen an der Unterseite des Stratum corneum bis zur tiefsten Tumorzelle) und eine Ulzeration des Primärtumors (durch Melanomwachstum unterbrochene Epidermis) mit ein. Im Unterschied zur vorangegangenen Klassifikation ist die Bestimmung des Clark-Levels für die Einteilung nicht mehr relevant. Der histopathologische Befund eines malignen Melanoms soll folgende Kriterien beinhalten:

Angabe, ob die Exzisionsränder mikroskopisch tumorfrei sind,

- die Bestimmung der maximalen Tumordicke nach Breslow (gemessen an der Unterseite des Stratum corneum bis zur tiefsten Tumorzelle),
- die Ulzeration des Primärtumors (durch Melanomwachstum unterbrochene Epidermis),
- Angabe zu histopathologischen Besonderheiten wie z. B. vaskuläre Invasion und zu morphologischen Besonderheiten (z. B. desmoplastische Melanomanteile).

Der histologische Befund soll gegebenenfalls neben der Diagnose zusätzlich Informationen zu Risikofaktoren für ein Tumorrezidiv oder eine Fernmetastasierung enthalten.

In der S3-Leitllinie aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut wurden im Kapitel 4.6 Parameter des histologischen Befundberichtes beim Plattenepithelkarzinom erarbeitet und konsentiert [423].

Folgende Informationen sollten enthalten sein:

histologischer Tumortyp (bei speziellen Subtypen des PEK)

- Beschreibung der histologischen Tiefenausdehnung in Bezug auf die anatomische Schichtung (insbesondere ab Clark-Level V, entsprechend Infiltration der Subcutis)
- Messung der Tiefenausdehnung ab einer Invasionstiefe von 2 mm (entspricht etwa Durchmesser eines 10x Sichtfelds)
- im positiven Fall Angabe zum Vorhandensein einer perineuralen Ausbreitung, eines Gefäßeinbruchs oder einer geringen Differenzierung
- Vollständigkeit der Resektion des invasiven Tumoranteils

In der S2k-Leitlinie „Basalzellkarzinom“ wurden im Kapitel 5. Risikofaktoren für ein Rezidiv des BZK definiert. Dies sind die Lokalisation des BZK (Nase, Augenlider und Ohren), der maximale Tumordurchmesser, ob es sich bereits um ein Rezidiv handelt, der histologische Subtyp (insbesondere sklerodermiform), die Entwicklung auf einem Radioderm und perineurales Wachstum [422].

Weitere Inhalte des histopathologischen Befunds eines malignen Hauttumors im Rahmen des HKS 2008 wurden in der zugehörigen Qualitätssicherungsvereinbarung zur histophathologischen Untersuchung geregelt, welche für die Pathologen und Dermatohistologen in diesem Kontext rechtlich bindend sind [851]. Wie dort festgelegt ist, soll die Größe des zu untersuchenden Präparates und die Art der Entnahmetechnik im histologischen Befund und/oder OP-Bericht dokumentiert werden (Anlage 1 dieser Qualitätssicherungsvereinbarung).

8.3.4 Verdachts- und Bestätigungsdiagnostik und Untersuchungsintervalle bei Patienten mit hohem Risiko

Bei Personen mit besonders hohem Risiko für Hautkrebs oder mit bereits fortgeschrittener bzw. biologisch aggressiver Erkrankung weist die Verdachts- und Bestätigungsdiagnostik spezifische Besonderheiten auf, die über die Standardverfahren hinausgehen. Ziel ist es, weitere maligne Läsionen frühzeitig zu erkennen und diagnostische Unsicherheiten zu minimieren.

Hochrisikopatienten umfassen insbesondere Personen mit genetischer Prädisposition einer großen Anzahl oder atypischen melanozytären Nävi, stark ausgeprägter UV-Exposition in der Anamnese, Immunsuppression (z. B. nach Organtransplantation) sowie Patienten mit vorherigem Hautkrebs (weitere Details siehe Kapitel 0 Risikofaktoren). In diesen Kollektiven ist die Sensitivität der klinischen Diagnostik von besonderer Bedeutung, da Läsionen häufig multipel auftreten und atypische Erscheinungsbilder zeigen können.

Der Verdachtsdiagnostik kommt daher eine besondere Rolle zu. Neben der klinischen Ganzkörperinspektion kommt der digitalen Dermatoskopie mit Verlaufsdokumentation eine zentrale Rolle zu. Insbesondere die sequenzielle digitale Dermatoskopie ermöglicht es, auch subtile morphologische Veränderungen im Zeitverlauf zu erfassen, die bei Hochrisikopatienten häufig entscheidend für die Differenzierung zwischen benignen und malignen Läsionen sind (siehe Kapitel 0). Ergänzend wird die Ganzkörperfotografie eingesetzt, um bei Patienten mit zahlreichen Nävi eine systematische Verlaufskontrolle zu gewährleisten und neue oder veränderte Läsionen frühzeitig zu identifizieren (siehe Kapitel 8.3.1.2 und Empfehlung 8.24).

Ein weiterer, immer bedeutsamer werdender, Aspekt bei Hochrisiko- und Hochstadienpatienten ist die molekulare Diagnostik. Insbesondere beim malignen Melanom gewinnt die Analyse tumorspezifischer Mutationen (z. B. BRAF, NRAS) zunehmend an Bedeutung, da sie therapeutische Konsequenzen im Hinblick auf zielgerichtete Therapien und Immuntherapien hat. Somit stellt die molekulare Charakterisierung einen integralen Bestandteil der modernen Bestätigungsdiagnostik dar.

Zusammenfassend erfordert die Diagnostik bei Patienten mit besonders hohem Hautkrebsrisiko oder schwerwiegender Erkrankung ein intensiviertes, multimodales und häufig interdisziplinäres Vorgehen. Die Kombination aus engmaschiger klinischer Überwachung, erweiterten bildgebenden Verfahren, frühzeitiger histologischer

Sicherung und molekularer Analytik ermöglicht eine präzise Diagnosestellung und bildet die Grundlage für eine prognoseverbessernde, individualisierte Therapie.

Untersuchungsintervalle von Risikopatienten

Eine Leitlinie aus Australien und Neuseeland (Clinical Practice Guidelines for the Management of Melanoma in Australia and New Zealand) führt aus, dass eine regelmäßige Surveillance die durchschnittliche Dicke von MM reduziert. Für Hochrisikopersonen empfiehlt diese Leitlinie eine Kombination aus Selbstuntersuchung und Screening und rät zu einem Screening-Intervall von sechs Monaten. Es sind jedoch keine Studien vorhanden, welche systematisch alternative Methoden vergleichen; diese Empfehlungen basieren nur auf Expertenmeinung. Die individuelle Häufigkeit von Hautuntersuchungen bei Risikopersonen sollte von den individuellen Risikofaktoren abhängig gemacht werden, d. h. die Häufigkeit sollte so festgelegt werden, dass eine Reduktion von Mortalität und Morbidität ebenso wie eine Stadienverschiebung erreicht wird.

In dem systematischen Review von Watts et al. [858] empfehlen 35% der eingeschlossenem Leitlinien ein Screening basierend auf vorheriger Risikoeinschätzung mit Intervallen von sechs Monaten bis jährlich in regelmäßigen Abständen beziehungsweise lebenslänglich. Empfehlungen für Screeningintervalle und -dauer für Hochrisikogruppen basieren auf EK.

In Summe gibt es nur unzureichende Evidenz in Bezug auf optimale Screening-Intervalle für Personen mit einem erhöhten Hautkrebsrisiko.

8.4 Kommunikative Strategien und Kommunikationswege der sekundären Prävention

8.4.1 Präambel

Eine Arbeitsgruppe des Nationalen Krebsplans (NKP) befasste sich mit der Inanspruchnahme von Krebsfrüherkennungsmaßnahmen (Ziel 1 aus Handlungsfeld 1). Dabei wurde ein grundlegender Richtungswechsel vollzogen: Im Mittelpunkt steht nicht mehr eine möglichst hohe Teilnahmequote, sondern die informierte Entscheidung für oder gegen die Teilnahme an einer Früherkennungsmaßnahme [859].

Vor diesem Hintergrund setzte sich die Arbeitsgruppe intensiv mit dem Konzept der informierten Entscheidung auseinander und einigte sich in Anlehnung an [860] auf folgende Definition [859]: Eine informierte Entscheidung liegt vor, wenn ein Individuum die betreffende Krankheit und die angebotene Leistung einschließlich Nutzen, Risiken, Einschränkungen, Alternativen und Unsicherheiten versteht, seine Präferenzen reflektiert, die Entscheidung im Einklang mit diesen trifft, sich in angemessenem Maß am Entscheidungsprozess beteiligt fühlt und die Entscheidung freiwillig sowie autonom fällt.

Die partizipative Entscheidungsfindung beschreibt darüber hinaus einen gemeinsamen Entscheidungsprozess zwischen Arzt und Patient, der durch die aktive Unterstützung des Arztes geprägt ist. Sie vollzieht sich typischerweise in drei Phasen [861]:

1. Choice Talk – Hinweis auf die Entscheidungsnotwendigkeit und Betonung der Gleichberechtigung der Beteiligten,

2. Option Talk – Erörterung der verfügbaren Optionen mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen, gegebenenfalls unter

Nutzung von Entscheidungshilfen,

3. Decision Talk – Klärung der Präferenzen, Aushandlung und Herbeiführung einer gemeinsamen Entscheidung sowie Vereinbarung der Umsetzung.

Im Kontext von Screeningprogrammen ist insbesondere die informierte Entscheidung über die Teilnahme von zentraler Bedeutung. Ergibt sich aus dem Screening ein auffälliger Befund, wird der Prozess der partizipativen Entscheidungsfindung fortgeführt, um die weiteren diagnostischen oder therapeutischen Schritte gemeinsam festzulegen.

Neuere Entwicklungen bestätigen und konkretisieren diesen Ansatz. Der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) hat im Dezember 2024 die Informationsmaterialien und Entscheidungshilfen für das Mammographie-Screening überarbeitet, um eine ausgewogene und verständliche Darstellung von Nutzen und Risiken sicherzustellen [681].

Diese Entwicklungen verdeutlichen, dass der ursprüngliche Ansatz des NKP – die Förderung informierter und autonomer Entscheidungen – inzwischen fest in den gesetzlichen und organisatorischen Strukturen der Früherkennung verankert ist. Der Fokus liegt heute auf einer gestützten informierten Entscheidung, die durch evidenzbasierte Informationsmaterialien, Entscheidungshilfen und partizipative Kommunikationsprozesse unterstützt wird [862].

8.38	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Die Information zur Hautkrebsfrüherkennung soll Bürgerinnen und Bürger zu einer informierten und partizipativen Entscheidung befähigen. Hierzu sollen evidenzbasierte, ausgewogene und verständliche Informationsmaterialien bereitgestellt werden, die sich an Qualitätsstandards wie beispielsweise der Guten Praxis Gesundheitsinformation und der Leitlinie Evidenzbasierte Gesundheitsinformationen orientieren.	
	Starker Konsens	

8.4.2 Die „Informierte und partizipative Entscheidung“ hinsichtlich der Teilnahme an einer Früherkennungsuntersuchung

Die Bundesregierung initiierte im Jahr 2008 gemeinsam mit der Deutschen Krebsgesellschaft e. V., der Deutschen Krebshilfe und der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Tumorzentren e. V. den Nationalen Krebsplan (NKP). Ziel war es, die Aktivitäten aller an der Krebsbekämpfung beteiligten Akteure besser zu koordinieren und die Versorgungssituation von Krebspatienten in Deutschland zu verbessern [859]. Der NKP verfolgt seither das übergeordnete Anliegen, die Krebsfrüherkennung und die onkologischen Versorgungsstrukturen weiterzuentwickeln, die Qualitätssicherung zu stärken, eine effiziente Arzneimittelversorgung sicherzustellen und die Patientenorientierung zu fördern. Dazu gehören auch die Verbesserung der kommunikativen Kompetenzen von Ärzten sowie der Ausbau von Informations-, Beratungs- und Unterstützungsangeboten.

Im Rahmen des Ziels 1 („Verbesserung der Information und Teilnahme an der Krebsfrüherkennung“) aus Handlungsfeld 1 („Weiterentwicklung der Krebsfrüherkennung“) wird betont, dass Bürger ihre Entscheidung über die Teilnahme an Früherkennungsmaßnahmen informiert und partizipativ treffen sollen. Da sich Krebsfrüherkennungsuntersuchungen an beschwerdefreie Personen richten und sowohl Nutzen als auch Risiken beinhalten, ist die Bereitstellung objektiver, verständlicher und ausgewogener Informationen von zentraler Bedeutung [859].

Während die Arbeitsgruppe des NKP im Jahr 2017 zur Sicherstellung der Informationsqualität eine „Checkliste empfohlener Inhalte einer Information über Früherkennungsmaßnahmen“ vorlegte, wurde dieses Instrument in den Folgejahren weiterentwickelt. Heute werden im Rahmen der organisierten Krebsfrüherkennungsprogramme evidenzbasierte Entscheidungshilfen (Decision Aids) eingesetzt, die von der wissenschaftlichen Evidenz getragen, standardisiert und regelmäßig aktualisiert werden. Diese Entscheidungshilfen dienen nicht mehr ausschließlich der inhaltlichen Orientierung von Informationsmaterialien, sondern der aktiven Unterstützung einer individuellen, autonomen Entscheidung.

Evidenzbasierte Entscheidungshilfen enthalten strukturierte Informationen zu Ziel, Ablauf und Aussagekraft einer Untersuchung sowie zu möglichen Nutzen, Risiken, Unsicherheiten und Alternativen. Sie stellen quantitative Angaben (absolute Risikoreduktionen, Häufigkeiten falsch-positiver und falsch-negativer Befunde, potenzielle Überdiagnosen) in verständlicher und oft visueller Form dar. Ergänzt werden diese Inhalte durch Reflexionsfragen, die der Klärung individueller Präferenzen dienen („Wie wichtig ist Ihnen die frühe Entdeckung einer Erkrankung?“ / „Wie sehr beunruhigt Sie die Möglichkeit eines falschen Befunds?“). Damit wird eine patientenzentrierte, partizipative Entscheidungsfindung unterstützt.

Beispielhaft sind die vom Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) und dem Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) entwickelten Entscheidungshilfen zum Mammographie-Screening (aktualisiert 2024), zur Darmkrebsfrüherkennung (ab 2019), zur Gebärmutterhalskrebs-Früherkennung (ab 2020) sowie das geplante Programm zur Lungenkrebsfrüherkennung (G-BA-Beschluss 2025) zu nennen. Sie folgen internationalen Qualitätsstandards der IPDAS Collaboration (International Patient Decision Aid Standards) und unterliegen einem kontinuierlichen Evaluationsprozess.

Der ursprünglich im NKP formulierte Anspruch einer „informierten Entscheidung“ wurde somit institutionell verankert und durch systematisch geprüfte, evidenzbasierte Instrumente ersetzt. Anstelle statischer Kriterienlisten steht heute die gestützte informierte Entscheidung, die auf Transparenz, Verständlichkeit und empirischer Wirksamkeit beruht [862].

Forschungsbedarf

Trotz dieser Entwicklungen besteht weiterhin Forschungsbedarf hinsichtlich der Wirksamkeit von Kommunikationsmaßnahmen auf die informierte und partizipative Entscheidung, insbesondere im Bereich der sekundären Hautkrebsprävention. Bisherige Studien konzentrieren sich vorrangig auf die Teilnahmequoten am Hautkrebs-Screening sowie auf Wissen und Einstellungen zu Sonnenexposition und Hautkrebsrisiko. Die tatsächliche Entscheidungsqualität – also das informierte Abwägen von Chancen und Risiken der Screeningteilnahme – wurde bislang nur unzureichend untersucht.

Zukünftige Forschung sollte daher Prädiktoren, Moderatoren und Mediatoren identifizieren, die eine informierte Entscheidung im Kontext der Hautkrebsfrüherkennung beeinflussen. Dabei sind sowohl die Art der Information (Text, Grafik, digital), der Kommunikationskontext (Arzt-Patient-Gespräch, öffentliche Kampagnen) als auch das verwendete Medium (Broschüre, Online-Tool) zu berücksichtigen. Zudem bedarf es der empirischen Evaluation der eingesetzten Entscheidungshilfen, um deren Wirksamkeit und Verständlichkeit zu überprüfen.

Für allgemeine Hinweise zur Darstellung von Risiken und Chancen wird auf die Leitlinie Evidenzbasierte Gesundheitsinformationen [863] verwiesen. Diese empfiehlt insbesondere die Verwendung absoluter Risikodarstellungen, natürlicher Häufigkeiten und visueller Formate.

8.4.3 Zielgruppenansprache

8.39	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Strategien und Maßnahmen, deren Ziel es ist, die Bevölkerung zu einer „Informierten und partizipativen Entscheidung“ für oder gegen die Teilnahme am Hautkrebs-Screening zu befähigen, sollen auf die verschiedenen Zielgruppen zugeschnitten sein. Dabei sind verschiedene Merkmale der Zielgruppen (wie deren Risikowahrnehmung und Selbstwirksamkeit) zu berücksichtigen.	
	Starker Konsens	

Die Tatsache, dass eine Entscheidungsfindung für oder gegen eine Teilnahme am HKS für den Bürger optional und nicht zwingend ist, macht es notwendig, den Zielpersonen entscheidungsrelevante Informationen und Informationsquellen zu offerieren. Entsprechend sind kommunikationsstrategische Überlegungen zur Erreichbarkeit der unterschiedlichen Zielgruppen erforderlich unter Berücksichtigung der Merkmale, welche die Erreichbarkeit der jeweiligen Zielgruppe beeinflussen. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zur Kenntnis zu nehmen, dass häufig gerade jene Individuen erreicht werden sollen, die sich bei eher hohem Risikostatus durch eine geringe Risikowahrnehmung und ein geringes Selbstwirksamkeitsempfinden auszeichnen. Gerade diese Gruppen sind sich häufig nur bedingt über ihren Informations-, Kommunikations- und Entscheidungsbedarf bewusst, haben wenig Interesse an der Thematik und/oder möchten ihr Gesundheitsverhalten nicht ändern und gelten daher als schwer erreichbare Zielgruppen [864]. Andererseits gibt es auch solche Individuen, die ein hohes Engagement und ein ausgeprägtes Interesse am Thema aufweisen und deren – im Vergleich zu den Hochrisikogruppen anders gelagerten – Informations- und Kommunikationsbedürfnisse ebenfalls berücksichtigt werden müssen. Aufgrund dessen ist eine differenzierte und zielgruppenorientierte Ansprache und Information von besonderer Bedeutung.

8.40	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Die Kommunikationsstrategie für sekundärpräventive Maßnahmen soll sich an den Informations- und Kommunikationsbedürfnissen und -routinen sowie an den Lebenswelten der jeweiligen Zielgruppe orientieren.	
	Starker Konsens	

Dazu gehört auch die Identifikation relevanter Multiplikatoren (z. B. Familienmitglieder, Lebenspartner, Ärzte, Apotheker, Lehrer, Arbeitgeber, Peers), die zur Erreichung der eigentlichen Zielgruppe(n) essenziell sein können. Seit einigen Jahren wird zudem betont, dass auch Community-Leaders und digitale Multiplikatoren – etwa Social-Media-Influencer, Gesundheitsbotschafterinnen und -botschafter oder Online-Selbsthilfegruppen – in Kommunikationsstrategien einbezogen werden sollten, um Vertrauen, Reichweite und Akzeptanz zu erhöhen (vgl. European Health Literacy Survey (HLS19)).

Im ersten Schritt ist es dazu erforderlich (bspw. im Rahmen der formativen Evaluation, siehe Kapitel 8.4.5), die unterschiedlichen Zielgruppen zu identifizieren (Segmentierung), um diese anschließend beschreiben und jeweils in einem zweiten Schritt geeignete Strategien und Maßnahmen auswählen, entwickeln und zusammenstellen zu können (Targeting). Die Funktion der Segmentierung ist es, aus der heterogenen Gesamtgruppe homogenere Untergruppen abzugrenzen, um diese wirkungsvoller und zielgenauer ansprechen und bedienen zu können [865], [866]. Dies ist insbesondere durch digitale Formen der Kommunikation möglich bei denen die Inhalte spezifisch auf die Nutzergruppen abgestimmt werden können. Neuere Ansätze erweitern dieses Verständnis, indem sie auch Verhaltens- und Nutzungsdaten – etwa aus Apps, Suchanfragen oder sozialen Medien – einbeziehen, um personalisierte Informationen in Echtzeit bereitzustellen. Dabei sind ethische und datenschutzrechtliche Aspekte zwingend zu beachten, insbesondere bei öffentlich geförderten oder gesundheitspolitischen Kommunikationsmaßnahmen [867].

Dabei ist es günstig, wenn sich die Segmentierung an gesundheitspsychologischen und verhaltenswissenschaftlichen Konstrukten orientiert, wie Lebensstil, gesundheitsrelevante Einstellungen und Motive, Risikowahrnehmung und -verhalten sowie Selbstwirksamkeitserleben. Diese Faktoren sind ihrerseits mit Informations- und Kommunikationsbedürfnissen, -präferenzen und -barrieren, mit der Art und Intensität der gesundheitsbezogenen Informationssuche und Mediennutzung sowie der Themenwahrnehmung und -verarbeitung verbunden. Mit Blick auf die Gesundheitskommunikation bedeutet dies, dass die Informations- und Kommunikationsziele, die Kommunikationswege und Botschaftsstrategien auf dieser Grundlage zielgruppenspezifisch entwickelt werden sollen [868], [553], [864]. Zudem ist es notwendig, die Gesundheitskompetenz (Health Literacy) und Medienkompetenz (Media Literacy), den Risikostatus der Personen (z.B. Hauttyp oder typische Sonnenaufenthaltsdauer) sowie lebensnahe Settings (z. B. Arbeitsplatz im Freien) der einzelnen Zielgruppen zu erfassen, um die Verortung und Abgrenzung der einzelnen Segmente vornehmen zu können und die Inhalte der Kommunikationsmaßnahmen anpassen zu können. Da solche umfassenden Informationen nur durch entsprechende Risikoscreenings oder bei der Nutzung entsprechender digitaler Anwendungen zur Verfügung stehen, wird die Segmentierung in vielen Fällen auf der Basis von leichter verfügbaren Determinanten der genannten Merkmale vorgenommen.

Hier spielen vor allem soziodemographische, sozioökonomische, soziologische und psychografische Kriterien sowie der Gesundheitszustand, das Gesundheitsbewusstsein und das Risikoprofil eine wichtige Rolle. Häufig ist auch die Kombination mehrerer Kriterien (hybride Segmentierung) möglich und notwendig. Außerdem soll die Segmentierung prozessorientiert sein, d. h. da eine Entscheidung häufig Bestandteil eines Verhaltensänderungsprozesses ist, der aus mehreren Stufen besteht (vgl. Transtheoretisches Modell), soll die Zielgruppendifferenzierung auch berücksichtigen, dass die Zielpersonen auf verschiedenen Stufen der Gesundheitsverhaltensänderung zu verorten sind und damit unterschiedliche Informationsbedarfe aufweisen. Neuere Anwendungen wie digitale Coaching-Programme oder E-Health-Angebote arbeiten zunehmend mit dynamischen Segmentierungen, die sich automatisch an das Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer anpassen und individualisiertes Feedback ermöglichen. Dadurch können auch sekundärpräventive Angebote wie das HKS personalisierter und motivierender kommuniziert werden, beispielsweise über Risiko-Feedback-Module oder KI-gestützte Entscheidungshilfen. Zudem soll sich die Zielgruppensegmentierung immer wieder auf Veränderungen der Zielgruppenmerkmale einstellen (dynamische Segmentierung) [866].

Forschungsbedarf

Weiterhin besteht Forschungsbedarf zur Überprüfung, inwieweit zielgruppensegmentierte Maßnahmen wirksamer sind als bevölkerungsweite Ansätze. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf digitale Kommunikationsmaßnahmen und Anleitungen zur Selbstuntersuchung, etwa über mobile Anwendungen.

Darüber hinaus ist weiterhin zu untersuchen, welche Kriterien im Rahmen von Segmentierungs- oder Personalisierungsstrategien eine höhere Effizienz und Effektivität aufweisen als andere. Strategien und Maßnahmen der Dissemination von Botschaften und Informationen sollten im Zielgruppenvergleich evaluiert und hinsichtlich ihrer Eignung für spezifische Gruppen differenziert bewertet werden. Laufende Forschungsprogramme, wie etwa „Gesund digital“ (BMBF, 2023–2027), befassen sich mit diesen Fragen und weisen darauf hin, dass adaptive, datenbasierte und nutzerzentrierte Kommunikationsstrategien erfolgreich sein können, sofern sie datenschutzkonform umgesetzt werden.

8.41	Evidenzbasiertes Statement	geprüft 2026
ST	Die Informierung der erwachsenen Bevölkerung in ihrem direkten Lebensumfeld kann zur Förderung des Bewusstseins für Hautkrebs beitragen.	
Evidenzlevel **1++** SIGN	[486]	
	Starker Konsens	

Die systematische Übersichtsarbeit von Austoker et al. [486] beschäftigt sich mit Interventionen, die das Bewusstsein für Krebserkrankungen und die frühzeitige ärztliche Konsultation im Verdachtsfall fördern. In die Analyse wurden fünf Studien eingeschlossen, welche Interventionen untersuchen, die sich an Individuen richten und

(personalisierte) Informationen postalisch oder webbasiert verteilen. Zudem wurden weitere zehn Studien analysiert, die teilweise öffentliche Aufklärungskampagnen, aber auch settingbezogene (d. h. auf das Lebensumfeld, z. B. den Arbeitsplatz bezogene) Interventionen beschreiben. Die meisten Studien fokussierten eine bestimmte Krebsart. Insgesamt vier Studien beschäftigen sich ausschließlich mit dem malignen Melanom. Die Mittel der Interventionen reichten von Informationsbroschüren, Telefonaufklärung über computerbasierte Lernprogramme bis hin zu massenmedialen Aufklärungskampagnen, Aufklärungsseminare, -vorträge und Informationsstände. Als Ergebnis zeigte sich, dass das Krebsbewusstsein, die Aufmerksamkeit gegenüber möglichen Krebssymptomen, die aktive Suche nach Hilfe bei verdächtigen Symptomen oder das Wissen über die Melanom-Risikoreduktion durch die jeweiligen Interventionen gesteigert werden konnte. Von der Studie kann abgeleitet werden, dass auf das Individuum zugeschnittene Interventionen (Tailoring) die höchste Effektivität aufweisen. Die Einbettung oder Anpassung einer Informierungsmaßnahme in bzw. an das soziale Setting/die unmittelbare Lebenswelt ist eine Möglichkeit der Zielgruppensegmentierung [486].

Die vorliegende Fragestellung wird in der Übersichtsarbeit nur indirekt untersucht, also kann das Evidenzlevel nur sehr eingeschränkt auf die Aussage der Empfehlung bezogen werden. Aufgrund dessen wurde im Statement Empfehlung 8.31. die Formulierung „kann“ gewählt.

Forschungsbedarf

Wie die Studienlage zeigt, gibt es bislang kaum Untersuchungen, die settingbezogene Interventionen (z. B. am Arbeitsplatz oder in der Arztpraxis) gegen Interventionen evaluieren, die ohne Settingbezug arbeiten. Dabei wäre es wichtig einen Nachweis für die Vorteile einer settingbezogenen Intervention zu erbringen und detaillierte Forschungsergebnisse zu generieren, um Interventionen auf das jeweilige Setting anzupassen zu können. Denn gerade über derartige Interventionen lassen sich auch schwer zugängliche Zielgruppen erreichen.

8.42	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Familienmitglieder oder Multiplikatoren können in Maßnahmen beispielsweise zur Durchführung der Selbstuntersuchung und zur Förderung der informierten Teilnahme an Hautkrebs-Screenings eingebunden werden.	
	Starker Konsens	

Im Rahmen der Informierung zu Früherkennungsmaßnahmen gibt es Erkenntnisse darüber, dass eine Einbindung von Familienmitgliedern, wie z.B. die Schulung des Partners das Selbstvertrauen in die Selbstuntersuchung verbessern [869] und die Ansprache von Hochrisikopatienten über die von Hautkrebs betroffene Familienmitglieder (z.B. Geschwister) die Bereitschaft zur und die Teilnahme am HKS erhöhen kann [870]; [871]. Robinson et al. [869] zeigen in ihrer Studie, dass die Schulung des Partners kann bei Melanompatienten das Selbstvertrauen in die Selbstuntersuchung verbessern.

Über Hausärzte und Apotheker können Lehrvideos mit Informationen über Risikogruppen oder Internetschulungen angeboten werden. Es besteht jedoch keine ausreichende Evidenz für den Effekt solcher Lehrvideos über spezifische Hautkrebsrisikogruppen oder von Internetschulungen bei Hausärzten [758]; [760] und Apothekern [872].

8.43	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **B**	Maßnahmen zur Förderung der Hautselbstuntersuchung und zur Informierung über Hautkrebs-Screening sollten multimedial und interaktiv gestaltet sein, mehrere Kommunikationskanäle integrieren und wiederholend angelegt sein.	
Evidenzlevel **1++, 3** SIGN	[486], [488], [491], [873], [475], [468], [477], [489]	
	Starker Konsens	

Das Wissen über Melanome und die Durchführung der Selbstuntersuchung der Haut kann durch die mehrfache sowie multimediale Ansprache von Erwachsenen gesteigert werden. Diese Effekte waren signifikant unterschiedlich zu den Ergebnissen der jeweiligen Kontrollgruppe [468], [488].

Mehrfache Kommunikation erzielt bei der Förderung von Hautselbstuntersuchungen bessere Effekte als das einmalige Überreichen einer Standardbroschüre [468]. Die wiederholte multimediale Gesundheitsschulung mit Animationen, Fotos und kurzen Informationen in klinischen Einrichtungen führt bei Risikopersonen zu besseren Kenntnissen über Melanome und zur Steigerung der Kontrolle von Muttermalen <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006].

Die multimediale Kommunikation (z. B. Videos) scheint rein textbasierter Kommunikation in ihrer Effektivität überlegen zu sein [489]. Hinweise auf die Überlegenheit multimedialer Formen der Darbietung (Video) gegenüber konventionellen Wegen über Broschüren finden sich bei Idriss et al. und Janda et al. [489], [491]. Gruppenbezogene Interventionen können zu einem besseren Risikobewusstsein führen. Austoker et al. [486] beschreiben einen Anstieg der Arztkonsultationen innerhalb von 3 Monaten nach Erkennen von Melanomsymptomen von 16 % auf 67 % [486].

Schließlich scheinen Frauen und Männer unabhängig vom Bildungslevel gleichermaßen zu motivieren zu sein, Screening-Einrichtungen aufzusuchen [475]. Dies wird auf gut gestaltete Werbematerialien zurückgeführt [873]. Insgesamt ist darauf hinzuweisen, dass die Effekte in einigen Studien nicht eindeutig auf die Attribute mehrfach bzw. multimedial bezogen werden können, da beides zusammen angewendet wurden und daher eine differenzierte Betrachtung nicht möglich ist.

Die positive Wirkung solcher Präventionsprogramme kann auf Grundlage der vorhandenen Studien jedoch nur für komplexe Schulungsprogramme angenommen werden, die verschiedene textliche, visuelle und audiovisuelle Elemente integrieren. In der Studie von Glazebrook et al. <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006] wurden die Programme nicht gegen die Wirkung anderer Programmprofile (andere Vermittlungskanäle oder andere Formen oder Kombinationen der Informationsdarbietung und -aufbereitung) getestet, sodass auf dieser Grundlage – trotz des teilweise hohen Levels of Evidence der Studien – keine Aussagen darüber möglich sind, *welche Maßnahmen* bzw. welche *Bestandteile* eines Schulungsprogramms genau eine Wirkung entfalten und welche nicht zu einer Verbesserung des Wissens, der Einstellungs- und Verhaltensparameter beitragen. Bei Studien, in denen zwar unterschiedliche Formen und Wege der Informationsdarbietung miteinander verglichen werden, z. B. [489], [491], könnten wiederum andere Verzerrungsfaktoren gewirkt haben. Zudem liefern auch diese Studien nur Hinweise auf die Wirkung eines komplexen und mehrteiligen Maßnahmenbündels, sodass keine Aussage über den potenziellen präventiven Einfluss einzelner Bestandteile möglich ist.

Vor diesem Hintergrund muss die Evidenz des Einsatzes multimedialer interaktiver Schulungsmaterialien für die Optimierung der für eine „Informierte Entscheidung“ zur Teilnahme an einem Screening erforderlichen kognitiven Voraussetzungen als begrenzt angesehen werden.

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht dementsprechend dahingehend, die kurz-, mittel- und langfristige Vermittlungsleistung unterschiedlicher Schulungsprogramme vergleichend zu testen. Dabei sind Rückschlüsse auf Vermittlungspotenziale einzelner Darbietungsformen oder Programmprofile nur möglich, wenn die Darstellungs- und Vermittlungsparameter systematisch variieren, sonstige Parameter (z. B. Zielgruppe, Kommunikationsinhalte) konstant gehalten und Störgrößen kontrolliert bzw. ausgeschaltet werden. Vor allem ist dabei sicherzustellen, dass der Informationsgehalt der eingesetzten unterschiedlichen Vermittlungswege vergleichbar ist. Zudem sollten Vergleichsstudien die Übertragbarkeit von Befunden zur Wirkung unterschiedlicher Schulungsprogramme in Ländern und Regionen mit überdurchschnittlich hohem Gefährdungspotenzial durch Sonneneinstrahlung (z. B. Australien [874], [491] und zu spezifischen Zielgruppen (z. B. Männer höheren Alters [488], [491] überprüfen.

Überdies ist im Kontext der inhaltlichen und gestalterischen Planung und Umsetzung von Präventions- und Interventionsprogrammen Forschungsbedarf in der formativen , prozessbegleitenden und summativen Evaluation gegeben (siehe hierzu auch folgendes Kapitel 8.4.5). Für die strategische Planung und Konzeption von Kampagnen gilt es vor allem zu eruieren, auf welchem Kommunikationsweg welche Risikogruppen erreicht werden können und wie diese medial gestaltet sein sollten, um auch in den natürlichen Settings der Zielgruppen aufmerksamkeitslenkend zu wirken. In Kombination mit formalen Gestaltungselementen sollten zudem verschiedene Botschaftsstrategien („Message-Frames“) auf ihre Wirksamkeit für die Aufklärung über das HKS hin geprüft werden.

8.4.4 Darstellung von Informationen

E. Baumann, M. Kiehl, Überarbeitung D. Reifegerste, I. Hübner

8.44	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **B**	Bildungs- und Schulungsprogramme zur sekundären Prävention von Hautkrebs sollten bei der Gestaltung der Materialien möglichst einfache, realitätsnahe und anschauliche Formen der Visualisierung verwenden und die Kompetenz einzelner Zielgruppen berücksichtigen.	
Evidenzlevel **1-** SIGN	[488], [875], [876]	
	Starker Konsens	

Eine systematische Literaturreview [876] von 25 englischsprachigen Studien zum Selbstuntersuchung und Melanomerkennung, kam zu dem Schluss, dass visuelle Darstellungen das Wissen, die Einstellungen und die Selbstwirksamkeit in Bezug auf die Selbstuntersuchung der Haut verbessern, die Häufigkeit und Genauigkeit der Untersuchung erhöhen und die Erkennung von Melanomen bei Patienten verbessern. Textbeschreibungen alleine erweisen sich als ineffektiv. Effektive Bilder beinhalten dabei Kennzeichnungen von auffälligen Körperstellen in Form von Diagrammen oder Körperskizzen, klinische Beispielbilder von gutartigen und bösartigen Hautläsionen, Dermoskopiebilder und Fotos der eigenen Haut und Muttermale des Patienten als Vergleichsbasis. Die Autoren schlussfolgern, dass Patienten jederzeit Zugang zu Bildern und einer großen Anzahl von Fallbeispielen haben sollten, um ihr visuelles Gedächtnis und die Mustererkennung der Melanome zu fördern.

Allerdings sollte das Wirkungspotenzial solcher Informationsmaterialien als einzelne Maßnahme nicht überschätzt werden. Auch wenn sich bei entsprechend gut gestalteten Materialien Lerneffekte auf der Wissensebene nachweisen lassen, lässt sich dies nur bedingt auf die Fähigkeit zur Unterscheidung gut- und bösartiger Läsionen in der Realität übertragen [488]). Hier scheint eine mediale Kommunikations-maßnahme alleine – vor allem bei Risikogruppen mit unterdurchschnittlicher Gesundheitskompetenz – keine hinreichende Wirkung zu entfalten, sodass es vermutlich einer Kombination solcher Maßnahmen mit interpersonalen Beratungs- und Unterstützungsangeboten bedarf. Auf die Möglichkeit von nicht intendierten Effekten durch visuelle Darstellungen von Fallbeispielen weist auch King [875] hin. Er konnte zeigen, dass die visuellen Darstellungen die wahrgenommene Informiertheit über die Erkennung von atypischen Melanomen erhöhten, aber die Bereitschaft zur Überprüfung durch einen Arzt unterschiedlich ausfiel.

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht dementsprechend darin herauszufinden, welche Informationstiefe und welche Art der Informationsdarstellung für welche Zielgruppe angemessen ist, also leicht verstanden und in handlungsrelevantes Wissen übertragen werden kann, und inwiefern sich jeweils eine Kombination medialer und interpersonaler

Schulungsmaßnahmen anbietet. In diesem Zusammenhang sollte – unter Berücksichtigung der ziel- und risikogruppenspezifischen Ressourcen und Barrieren der Informationsverarbeitung – vor allem der Prozess der Aufmerksamkeitslenkung und des Lernens differenziert analysiert werden.

8.45	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **A**	Maßnahmen zur Förderung der Hautselbstuntersuchung und zur Informierung über die Chancen und Risiken des Hautkrebs-Screenings sollen die Zielpersonen einzeln ansprechen („individual-level-interventions“) und dabei individualisierte / personalisierte Informationen und Feedbackelemente beinhalten.	
Evidenzlevel **1++, 1+** SIGN	[486], [870], [871], [468], [477]	
	Konsens	

Auf persönliche Eigenschaften, Verhaltensmuster, Bedürfnisse und Überzeugungen zugeschnittenen Gesundheitsinformationen werden mit höherer Wahrscheinlichkeit als persönlich relevant wahrgenommen und haben dadurch einen stärker motivierenden Charakter als solche, die allgemeine Informationen und Hinweise beinhalten. Dieses sogenannte Tailoring sollte z. B. in Form von personalisiertem Feedback zum Risikostatus, darauf abgestimmten Verhaltensempfehlungen und in Form von Erinnerungshilfen erfolgen. Dies ist insbesondere in digitalen Kommunikationsformaten (z.B. Entscheidungshilfen oder Risikoberechner) möglich, die sich interaktiv auf die Personenangaben einstellen können.

Für Präventions- und Interventionsprogramme, die – über den persönlichen Kontakt zu einem Gesundheitsexperten oder auch in Form von Direktmedien – einzelne Individuen adressieren, liegt eine stärkere Evidenz ihrer Wirkung auf die Wahrnehmung eines Krebsrisikos vor, als es bei Interventionen der Fall ist, die auf kollektiver Ebene ansetzen, also nicht einzelne Individuen gezielt ansprechen [486]. Der systematische Studienüberblick liefert überdies Hinweise darauf, dass eine individualisierte Ansprache bzw. auf den individuellen Risikostatus zugeschnittene Informationen („Tailoring“) wirksamer sind als allgemeine Informationen.

Evidenz für die Wirksamkeit des „Tailorings“ liefern auch Glanz et al. (2010). Die Autoren konnten für Erwachsene mit mittlerem bis hohem Hautkrebsrisiko einen positiven Einfluss eines personalisierten Feedbacks im Rahmen eines dreimaligen, postalisch zugestellten Informationspaketes im Zwei-Wochen-Abstand im Vergleich zu einer nicht-personalisierten Intervention in Form von allgemeinem Schulungsmaterial zur Hautkrebsprävention und Selbstuntersuchung sowie einer Broschüre über Sonnenschutzmaßnahmen und Verhaltenstipps nachweisen. Dabei wurde die Personalisierung des Feedbacks anhand des individuellen Risikostatus und der persönlichen Risikofaktoren sowie auf Grundlage des praktizierten Sonnenschutz- und Selbstuntersuchungsverhaltens, der Verhaltensänderungsbereitschaft und der wahrgenommenen

Hindernisse einer Verhaltensänderung vorgenommen. Als mediatisierende Variablen wurden die Konstrukte „Risikowahrnehmung“, „Kosten- und Nutzen-Abwägungen der Verhaltensänderung“, „handlungsrelevantes Wissen und Kompetenzen“ sowie „soziale Normen“ einbezogen [468].

In einer systematischen Übersicht zur Personalisierung von Risikoinformationen zur informierten Entscheidung über die Screeningteilnahme [877] sind drei Studien zum Hautkrebs-Screening [870], <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006], [871] enthalten. In zwei Studien eignet sich die personalisierte Risikokommunikation bei Hochrisikogruppen in Form einer personalisierten Liste von Risikofaktoren [871] und in Form eines numerischen Risikowertes <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006] besser als die generalisierte Risikokommunikation, um die Teilnahme am Screening zu erhöhen. Bei einer Studie [870] fand sich dieser Zusammenhang allerdings nicht, sondern nur ein Vorteil der personalisierten Liste von Risikofaktoren auf die Intention zur Teilnahme am Screening. Auf die Effektivität einer personalisierten Risikoinformation deutet auch der erfolgreiche Einsatz eines Tools, bei dem Personen ihr Risiko im Rahmen einer Selbstuntersuchung selbst einschätzen sollten [527]. Allerdings wurde dieses Tool in Kombination mit einer ärztlichen Beratung eingesetzt, so dass keine Aussagen über dessen Wirksamkeit unabhängig davon möglich sind.

Glazebrook et al. <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006] arbeiteten im Rahmen ihrer interaktiven PC-Schulung für Risikopersonen mit einem individualisierten Feedback zum Risikostatus, das als Furchtappell auf die Erhöhung der wahrgenommenen Bedrohung abzielte und im Hinblick auf die Ausübung des Schutzverhaltens gleichzeitig Informationen zur Senkung der Barrieren und zur Verstärkung des wahrgenommenen Nutzens lieferte. Es trug vor allem bei Personen mit höherem Risikostatus zu einem Wissenszuwachs bei. Auch hier wurde jedoch das Programm nicht gegen eine nicht-personalisierte Schulung getestet, sodass die Hinweise auf die Evidenz individualisierter Informationen und Feedbackelemente in dieser Hinsicht begrenzt bleibt.

Über die Notwendigkeit einer individualisierten Ansprache hinaus liefern die Studien eindeutige Hinweise darauf, dass eine theoretische Fundierung der Programmkonzepte wichtig und sinnvoll ist. Die Elemente des Health-Belief-Models liefern für die Personalisierung einen kohärenten und vielen Interventionen [870], <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006] zugrundeliegenden theoretischen Rahmen, aus dem die individuell zu vermittelnden Informationen über das HKS abgeleitet werden können und der Erklärungsansätze für die zielgruppenspezifische Wirksamkeit von Programmen zur Prävention von Hautkrebs sowie Ansatzpunkte für die Gestaltung der Botschaften und Ebenen des individualisierten

Feedbacks und der Evaluation liefern Garside et al. [464]. Auch Glanz et al. [468] bezogen zur Messung der Wirksamkeit des personalisierten Feedbacks die obengenannten Konstrukte als mediatisierende Variablen ein, die aus dem Health-Belief-Model und der sozialkognitiven Theorie abgeleitet wurden. Darüber hinaus werden auch das Transtheoretische Modell und die Theorie des geplanten Verhaltens als theoretische Grundlage verwendet [878], [870], [871].

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht entsprechend darin, die kurz-, mittel- und langfristige Wirksamkeit von individualisierten Schulungsprogrammen und Feedbackelementen in Interventionsmaßnahmen gegenüber solchen Programmen empirisch zu untermauern, die keine Elemente eines Tailoring und Feedbackmöglichkeiten vorsehen. Dabei sollten die Programme auf etablierte theoretische Ansätze zur Modellierung der Programme und zur Erklärung der Veränderung von Gesundheitsverhalten zurückgreifen. Entsprechend sollte die Konzeption solcher Programme auf einer theoretischen Grundlage erfolgen und systematisch gegen solche Maßnahmen getestet werden, die kein Tailoring beinhalten. Hierbei sollten insbesondere die technischen Möglichkeiten digitaler und mobiler Kommunikationsmaßnahmen stärker in den Blick genommen werden, um personalisierte, adaptive und interaktive Formate weiterzuentwickeln und ihre Wirksamkeit langfristig zu evaluieren.

8.4.5 Evaluation des Kommunikationsprozesses und -erfolgs

8.46	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Interventionsprojekte und -programme zur Informierung über die sekundäre Hautkrebsprävention sollten formativ und summativ evaluiert werden. Die verwendeten Evaluationsparameter sollten aus einem theoretisch begründeten Modell abgeleitet werden.	
	Starker Konsens	

Um kommunikative Interventionen im Rahmen der sekundären Hautkrebsprävention zielgerichtet zu entwickeln und zu planen, ist eine Datensammlung noch vor der eigentlichen Implementierung der Intervention erforderlich (formative Evaluation). Dabei werden zwei Ziele verfolgt: Sammlung von Informationen zur evidenz- und theoriebasierten Konzeptualisierung und Umsetzung der Intervention (Preproduction Research) sowie eine Vorab-Prüfung der fertig gestellten Interventionsmaßnahme und deren Instrumente und Materialien (Product-Testing). Messungen und Monitoring des gesamten Prozesses sind ebenfalls von Vorteil, um externe und interne Störgrößen im Zeitverlauf berücksichtigen zu können (Prozessevaluation). Zur Prozessevaluation gehört neben der Erhebung von inhaltlichen Aspekten auch die Einbeziehung von Größen, welche die Qualität der Interventionsorganisation (Controlling) beschreiben (bspw. organisatorische Abläufe). Bei mediengestützten oder digitalen Kommunikationsmaßnahmen sollte die Prozessevaluation zudem Nutzungsdaten (z. B. Reichweite, Engagement, Verweildauer) erfassen, um die tatsächliche Exposition und Wirksamkeit der Kommunikationskanäle zu bewerten [879], [880]. Die summative Evaluation ermöglicht es, die festgelegten Interventionsziele einer kommunikativen Intervention zu prüfen und die Effekte, die Effektivität und die Effizienz der Maßnahme zu erfassen.

Dabei ist der gesamte Zeitraum während und nach der Intervention zu beachten. Die summative Evaluation stellt Informationen bereit, die notwendig sind, um mögliche Veränderungen, die durch die Intervention hervorgerufen werden, zu identifizieren und ggf. zu quantifizieren.

Dazu ist es mindestens notwendig, die relevanten Größen jeweils vor (kann bereits innerhalb der formativen Evaluation (Preproduction Research) erfolgen), nach und idealerweise auch mehrere Monate nach der Intervention zu erheben, um Nachhaltigkeitseffekte zu erfassen. Für ein Beispiel siehe die Studie von Anders et al. [878] zum Hautkrebs-Screeningprojekt SCREEN. Weiter ist es wichtig, innerhalb der Evaluation nicht nur Größen zu untersuchen, die direkt mit der Kommunikation in Zusammenhang stehen, sondern dazu die betreffenden Gesundheitsindikatoren und deren Veränderung im Zeitverlauf mit einzubeziehen [553], [554], [555], [556], [557], [558]. Dabei gewinnen zunehmend auch digitale Messgrößen (z. B. Online-Engagement, Suchverhalten oder Social-Media-Interaktion) an Bedeutung, um Kommunikationswirkungen umfassend abzubilden (vgl. [880]).

Die innerhalb einer Evaluation verwendeten Evaluationsparameter sollten aus einem theoretisch bewährten Modell abgeleitet werden. Nach dem Transtheoretischen Modell werden unterschiedliche Stufen der Informationsverarbeitung durchlaufen, bevor eine Intervention verhaltensrelevant wird. Auch Kontinuumsmodelle, wie das Health Belief Model und die Theory of Planned Behavior, modellieren den durch eine Präventions- bzw. Interventionsmaßnahme initiierten Prozess der Veränderung des Gesundheitsverhaltens differenziert. Aktuelle Ansätze erweitern diese Modelle um ökologische und sozialkognitive Komponenten, um den Einfluss von Kontext, Normen, Mediennutzung und digitalen Kommunikationskanälen stärker zu berücksichtigen. Auf welcher Stufe der Verhaltensänderung sich die Zielperson bzw. der Proband jeweils befindet bzw. welche Konstellationen individueller Prädispositionen bei den Mitgliedern einer Zielgruppe vorliegen, beeinflusst auch ihre Empfänglichkeit für unterschiedliche Informations- und Kommunikationsangebote, die Teil einer Intervention sind, sowie deren Bewertung und die hieraus resultierenden Vermittlungspotenziale. Welche Endgrößen auf Einstellungs- und Verhaltensebene gemessen und evaluiert werden, sollte daher aus dem theoretischen Modell abgeleitet sein, auf dessen Grundlage die Maßnahme konzipiert wurde [559], [560], [561], [556].

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht bei der Prüfung von Evaluationsstrategien hinsichtlich ihrer Verlässlichkeit und bei der Entwicklung eines Kriterienkatalogs zur Qualitätsprüfung von Evaluationsmaßnahmen. Außerdem sollte die Erklärungsleistung und Prognosekraft unterschiedlicher theoretischer Modelle für unterschiedliche Zielstellungen und Maßnahmen zu identifizieren und die Modellparameter auf die sekundäre Prävention von Hautkrebs spezifizieren werden. Darüber hinaus ist weitere Forschung zur Wirksamkeit digitaler Kommunikationsstrategien, zur Prozess- und Kontextabhängigkeit sowie zu Langzeiteffekten erforderlich, um die Nachhaltigkeit und Qualität zukünftiger Interventionen zu sichern.

8.47	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Evaluationen von Interventionen im Rahmen der sekundären Hautkrebsprävention sollen mit empirisch bewährten, spezifisch auf die jeweiligen Endpunkte ausgerichteten Messverfahren arbeiten.	
	Starker Konsens	

Die Evaluation sollte zu mehreren Messzeitpunkten erfolgen und kurz- sowie langfristige Effekte messen. Es sollte mit validierten und standardisierten Skalen zur Messung der unterschiedlichen Endpunkte gearbeitet werden. Sofern diese nicht verfügbar sind, sollten Evaluationsbefunde durch den Vergleich der durch unterschiedliche Erhebungs- und Analyseverfahren generierten Befunde empirisch abgesichert werden.

Austoker et al. [486] kommen in ihrer systematischen Übersichtsarbeit von Präventionsmaßnahmen zur Steigerung der Aufmerksamkeit für Krebserkrankungen, die auch Studien zur Hautkrebsprävention einschließt, zu dem Schluss, dass eine höhere methodische Qualität und Vergleichbarkeit der Studiendesigns erforderlich ist: „Future research evaluating individual-level interventions to promote cancer awareness should attempt to use study designs that generate high-quality evidence, measure outcomes over a longer term (months/years) and attempt to measure behavioural and stage outcomes, as well as knowledge and attitudes. We also highlight the need for standardised and validated measures of cancer awareness […]".

Hieraus resultieren die in der Empfehlung formulierten Konsequenzen für die zu evaluierenden Parameter und die Art ihrer Messung. Dies betrifft auch die Wahl der Erhebungsinstrumente, die für die Messung von einstellungs- und verhaltensbezogenen Outcome-Variablen genutzt werden.

Um mögliche Wirkungen einer Intervention nicht dadurch zu unterschätzen, dass die gewählte Evaluationsmethode möglicherweise bestimmte Effekte durch die Art der Erhebung nicht erfasst, sollten unterschiedliche Methoden zur Messung der abhängigen Variablen herangezogen werden, die komplementär zueinander sind und in ihrer Kombination ein umfassenderes Bild ermöglichen [468].

Zudem sollten Evaluationsdesigns nach aktuellem Stand nicht nur Wissen und Einstellungen, sondern auch Verhaltensänderungen, Implementations-, Prozess- und Nachhaltigkeitsindikatoren berücksichtigen. Eine umfassende Evaluation bezieht daher auch die Kontext- und Settingbedingungen der Intervention ein (z. B. organisatorische Strukturen, Teilnahmequoten, Barrieren, Akzeptanz). Die Einbindung von Mixed-Methods-Ansätzen (quantitative und qualitative Verfahren) wird zunehmend empfohlen, um ein vollständigeres Bild der Wirkmechanismen und Einflussfaktoren zu erhalten [881]. Darüber hinaus ist die Nutzung digitaler Erhebungs- und Analysetools (z. B. mobile Datenerfassung, longitudinale Online-Panels) ein zunehmend wichtiger Bestandteil moderner Evaluationsforschung. Diese ermöglichen die Erfassung von Daten in Echtzeit und über längere Zeiträume hinweg und tragen zur Verbesserung der Datenqualität und Vergleichbarkeit bei.

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht in der Methodenforschung zur Optimierung von Studiendesigns hinsichtlich der Evaluation von Präventions- bzw. Interventionsmaßnahmen und der hierbei verwendeten Messverfahren. Ziel ist es, einen Kriterienkatalog zur Evaluation von Präventions- bzw. Interventionsmaßnahmen zu erarbeiten, um so empirisch besser abgesicherte und vergleichbare Evaluationsbefunde zu generieren, indem z. B. standardisierte und validierte Skalen erarbeitet werden. Darüber hinaus besteht Bedarf an der Weiterentwicklung international anschlussfähiger, kultursensitiver und kontextadaptiver Messinstrumente, um Vergleichbarkeit über verschiedene Zielgruppen und Länder hinweg sicherzustellen.

Auch die Integration von Implementations- und Prozessindikatoren in Evaluationskriterien ist ein aktuelles Forschungsfeld, da sie wesentlich zum Verständnis der Wirksamkeit und Übertragbarkeit von Maßnahmen beitragen.

Zukünftige Methodenforschung sollte außerdem Strategien zur Erfassung langfristiger Nachhaltigkeitseffekte (z. B. über 12 Monate hinaus) sowie zur Evaluation komplexer Interventionen in realweltlichen Settings (z. B. Schulen, Betriebe, Gemeinden) entwickeln und erproben.

8.48	Evidenzbasierte Empfehlung	geprüft 2026
Empfehlungsgrad **B**	Zur Evaluation der Wirksamkeit von Interventionen zur sekundären Prävention von Hautkrebs sollten hautkrebspräventionsspezifische Einstellungs- und Verhaltensparameter sowie Indikatoren zur Kontakthäufigkeit/-intensität, zur Bewertung der Kommunikationsmittel und ihrer Vermittlungsqualität und -leistung herangezogen werden.	
Evidenzlevel **1++, 1+** SIGN	[468], [477]	
	Starker Konsens	

Voraussetzung für die Entfaltung einer einstellungs- und verhaltensrelevanten präventiven Wirkung der Präventions- bzw. Interventionsmaßnahme ist, wie häufig und intensiv die einzelnen Kommunikationsangebote und Botschaften wahrgenommen werden, ob sie Aufmerksamkeit generieren, wie sie auf inhaltlicher und gestalterischer Ebene bewertet werden und ob sie verstanden, behalten und subjektiv als nützlich wahrgenommen werden. Um den unmittelbaren Kommunikationserfolg zu messen, der einer längerfristigen Wirkung auf Einstellungs- und Verhaltensebene vorausgeht, sind daher auch Evaluationsparameter erforderlich, die unmittelbar an der Wahrnehmung der Kampagnenbotschaft oder Schulungsmaßnahme ansetzen und die Dispositionen der Probanden differenziert auf der jeweiligen Stufe der Verhaltensänderung messen. Wirkungsvolle Interventionen müssten demzufolge auch auf die der Verhaltensänderung vorgelagerten Outcome-Variablen einen positiven Einfluss entfalten, wenn die Verhaltensänderung auf die Intervention zurückgeführt werden können soll. Auch liefert erst ein rezipientenseitiges Feedback zum eigentlichen Informations-

oder Schulungsmaterial konkrete Hinweise darauf, wie Informations- und Schulungsangebote insgesamt bzw. wie einzelne Elemente sowie die inhaltliche und gestalterische Aufbereitung der Informationen in multimedialen Interventionen von verschiedenen Zielgruppen angenommen werden und welche Optimierungspotenziale hieraus resultieren.

Glanz et al. [468] haben die Bewertung von personalisiertem und nicht personalisiertem Stimulusmaterial durch die Probanden evaluiert, wenn auch nicht als Mediatorvariable statistisch in das Wirkungsmodell einbezogen. Es kann jedoch nachgewiesen werden, dass alle personalisierten Informationen über alle Items hinweg signifikant besser bewertet werden als die nicht personalisierten. Auch bei Glazebrook et al. <a class="mceNonEditable" data-linktype="litref" data-litref_json='[{"id": "810551", "tag": "Glazebrook, C. 2006,#ID 810551"}]' title="Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention " skinsafe on patients knowledge and protective behaviors prev med p. https:>[Glazebrook, C. et al. 2006] könnten die positiv bewertete Art der Aufbereitung und der Darbietung der Informationen sowie die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit einer eingesetzten interaktiven PC-Schulung in der Risikogruppe einen Beitrag zum Lernerfolg geleistet haben.

Ein relevantes Konzept stellt darüber hinaus in diesem Zusammenhang auch die vom Decision-Making-Model von Janis und Mann abgeleitet Entscheidungsbalance dar, die die in der sich die Abwägung von positiven und negativen Konsequenzen einer Handlung bzw. eines Verhaltens der Zielperson ausdrückt. Sie spielt eine wesentliche Rolle im Zusammenhang mit (gesundheitlichen) Verhaltensänderungen nach dem Transtheoretischen Modell. Die empirische Sozialforschung hat zwei wesentliche Möglichkeiten entwickelt, das Konzept der Entscheidungsbalance zu erfassen. Eine Möglichkeit besteht darin, Vor- und Nachteile einer Handlung bspw. eines Verhaltens gegeneinander zu stellen, d. h. die Nachteile von den Vorteilen zu subtrahieren. Eine andere Möglichkeit die Entscheidungsbalance zu operationalisieren besteht darin, die Vorteile eines bestimmten Verhaltens den Vorteilen des gegenteiligen Verhaltens oder der nicht Aufnahme des empfohlenen Verhaltens gegenüberzustellen bzw. zu subtrahieren [882], [883].

Entsprechend sollte bei der Evaluation von Interventionen der Prävention von Hautkrebs die Entscheidungsbalance als Mediator bzw. Surrogatparameter von sonnenschützendem Verhalten einbezogen werden.

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht darin, die Bedeutung der unmittelbar kommunikationsbezogenen Parameter (z. B. Reichweite und Aufmerksamkeitslenkung der Kommunikationsmittel, Verständlichkeit und Bewertung des Informationsangebotes oder Maßnahme) für die Wirkung der Präventions- bzw. Interventionsmaßnahme auf Einstellungs- und Verhaltensebene systematisch zu evaluieren. Dabei gilt es auch, die unterschiedlichen Varianten der Entscheidungsbalance empirisch zu modellieren und im Hinblick auf ihre mediatisierende Wirkung auf sonnenschützendes Verhalten zu überprüfen, um hieraus Rückschlüsse auf geeignete Formen der Ansprache in Präventionskampagnen zu ziehen.

Studien, in denen mediale Botschaften eingesetzt und mit einstellungs- und verhaltensbezogenen Outcomes in Verbindung gebracht werden, müssten die notwendigen Voraussetzungen für einen Rückschluss der Wirkung auf die Kampagne erfüllen und

dürften nur dann als Beleg für Veränderungen auf Einstellungs- und Verhaltensebene interpretiert werden, wenn empirisch abgesichert ist, dass diese Veränderung aus dem Kontakt der Zielgruppen mit dem Kampagneninhalt (Reichweite) und der Verarbeitung dieser Botschaften resultiert. Bisherige Studien liefern dafür noch keine hinreichenden Belege. So zeigen bspw. Del Mar et al. keinen hinreichenden Nachweis dafür, dass die erhöhte Zahl von Exzisionen durch Ärzte während zweier TV-Kampagnen kausal eindeutig auf diese zurückgeführt werden kann, sodass die Annahmen zum Wirkungszusammenhang trotz eines statistischen Zusammenhangs zwischen Kampagnenzeitraum und Anzahl der Exzisionen eher spekulativer Art bleibt [562]. Auch bei Oivanen et al. [563] können die Besuche zur Hautuntersuchung nicht kausal auf den Kontakt mit Kampagnenbotschaften zurückgeführt werden.

Bei der Evaluation solcher Maßnahmen sollten daher Detailinformationen zu den disseminierten Botschaften und Werbemitteln sowie eine Messung der Kontaktwahrscheinlichkeit mit der Kampagne und ihrer Reichweite bis hin zur Wahrnehmung und Bewertung derselben in der Zielpopulation gemessen bzw. sichergestellt werden, bevor von einem Beleg für die Wirksamkeit einer Kampagne ausgegangen werden kann.

8.49	**Konsensbasierte Empfehlung**	**geprüft 2026**
EK	Zur Evaluation der Effektivität einer kommunikativen Intervention hinsichtlich einer informierten Entscheidungsfindung im Rahmen der sekundären Hautkrebsprävention sollen mindestens folgende Parameter bestimmt werden • Relevantes Wissen über Chancen und Risiken der Maßnahme, • Einstellung gegenüber der Maßnahme, der Handlung oder dem Verhalten, • Teilnahme oder Nicht-Teilnahme.	
	Starker Konsens	

Anhand der Definition lassen sich drei Dimensionen ableiten, die eine „Informierte Entscheidung“ beinhaltet: Verstehen, Präferenzen und Entscheidung. Mullen et al. beschreiben dazu noch eine vierte: Partizipation. Die einzelnen Dimensionen lassen sich auf unterschiedlichste Weise operationalisieren. Das Verstehen kann bspw. durch die Erfassung des Wissens und der Risikowahrnehmung abgebildet werden. Eigene Präferenzen sind mit Parametern wie wahrgenommener Nutzen bzw. Barrieren, Werte und Einstellungen zu erheben. Aspekte der Partizipation lassen sich mithilfe von Konzepten wie der Selbsteffizienz oder des Shared-Decision-Making abbilden. Die Dimension Entscheidung spiegelt sich schließlich in der Teilnahmeabsicht oder in der Teilnahme selbst wider [884]. Eine Zuordnung einzelner Parameter zu einer bestimmten Dimension ist nicht immer eindeutig, umfassend und/oder exklusiv möglich, d.h. teilweise erfasst ein Parameter auch Aspekte mehrerer Dimensionen bzw. nur Fragmente einer einzelnen Dimension.

Marteau et al. [885] entwickelten zur Messung einer „Informierten Entscheidung“ ein mehrdimensionales Modell, das Wissen, Einstellung und Verhalten (Teilnahme) umfasst, d. h. Anteile der genannten Dimensionen Verstehen, Präferenzen und Entscheidung werden berücksichtigt. Alle drei Parameter werden im Modell dichotomisiert betrachtet: Wissen (hoch, niedrig), Einstellung (positiv, negativ), Verhalten (Teilnahme, Nicht-Teilnahme). Aus den sich ergebenden Kombinationen der drei Größen wird

schließlich abgeleitet, ob eine Entscheidung informiert bzw. uniformiert getroffen wird. Wichtig für eine „Informierte Entscheidung“ ist dabei, dass eine Kongruenz zwischen Einstellung und Verhalten besteht, bei gleichzeitig hohem Wissensstand (Tabelle 22).

Tabelle 22: Algorithmus zur „Informierten Entscheidung“

Wissen	Einstellung	Teilnahme	Entscheidung
hoch	positiv	ja	informiert
hoch	negativ	nein	informiert
hoch	negativ	ja	uninformiert
hoch	positiv	nein	uninformiert
niedrig	positiv	ja	uninformiert
niedrig	negativ	nein	uninformiert
niedrig	negativ	ja	uninformiert
niedrig	positiv	nein	uninformiert

Quelle: [885]

Gegenteilig sind Inkongruenzen zwischen Einstellung und Verhalten ein Zeichen für eine uniformierte Entscheidung. Seine theoretische Grundlage erhält das Model durch die Theory of Planned Behavior [559].

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht bezüglich der Entwicklung eines Erhebungsinstruments, das alle vier Dimensionen (Verstehen, Präferenzen, Partizipation, Entscheidung) der „Informierten Entscheidung“ abdeckt und damit eine exaktere Messung dieser ermöglicht. Zudem sind Prädiktoren, Moderatoren und Mediatoren zu identifizieren und zu beschreiben, die auf den Parameter „Informierte Entscheidung“ als Gesamtkonzept wirken. In diesem Zusammenhang sind die Bereiche Information, Kontext und Medium zu beachten. Ebenso sind nicht nur Entscheidungsprozesse im Rahmen der sekundären Prävention (von Hautkrebs), sondern auch der primären Prävention hinsichtlich einer informierten Entscheidungsfindung zu evaluieren. Außerdem gilt es zu prüfen, ob Personen, die sich informiert entschieden haben, tatsächlich bezüglich primär- und sekundärpräventiver Verhaltensweisen und deren Konsequenzen andere kurzfristige und langfristige Outcomes erzielen im Vergleich zu uninformiert Entscheidenden.

8.5 Arzt-Patienten-Kommunikation

8.5.1 Aufbau und Inhalte von Arzt-Patienten-Gesprächen

8.50	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	In Arzt-Patienten-Gesprächen soll eine patientenzentrierte, partizipative und kultursensible Kommunikationsform angewendet werden, die auf Verständlichkeit, gegenseitigem Vertrauen, emotionaler Unterstützung und der aktiven Einbindung des Patienten in Entscheidungen beruht — unabhängig davon, ob das Gespräch in Präsenz oder digital stattfindet.	
	Starker Konsens	

Die Arzt-Patienten-Kommunikation stellt einen psychosozialen Aspekt der Gesundheitsversorgung dar. Sie ist bedeutsam für die akkurate Vermittlung und das Verständnis gesundheitsbezogener Informationen, die Wahrnehmung und einen adäquaten Umgang mit emotionalem Stress, den Aufbau einer respekt- und vertrauensvollen Beziehung zwischen Arzt und Patient sowie die gemeinsame Entscheidungsfindung und die Beteiligung des Patienten an der Behandlung [886].

Patientenzentrierung bedeutet die Werte, Bedürfnisse, Einstellungen, Perspektiven, Präferenzen und Erfahrungen von Patienten zu berücksichtigen [886] und die Fähigkeiten und das Vorwissen der Patienten in den Arzt-Patienten-Gesprächen und der gewählten Form der Interaktion zu beachten.

Aktuelle Arbeiten bestätigen diese Definition und betonen, dass Patientenzentrierung Shared Decision Making (SDM) als festen Bestandteil umfasst, also die aktive Beteiligung der Patienten an diagnostischen und therapeutischen Entscheidungen (siehe hierzu [887] sowie NICE, 2021, Shared Decision Making).

Generell geht die patientenzentrierte Kommunikation mit einer Vielzahl positiver Kurz- und Langzeiteffekte für Patienten einher [888]; [889]. Mittels eines Randomized Controlled Trial (N = 80 Frauen, im Alter zwischen 18-30 Jahren) nehmen Bientzle, Fissler, Cress, und Kimmerle [888] einen Vergleich der Effekte eines arzt- mit einem patientenzentrierten Kommunikationsstils von Ärzten vor. Die Ergebnisse zeigen, dass Ärzte mit patientenzentriertem Kommunikationsstil als empathischer, sozial und fachlich kompetenter wahrgenommen werden. Einstellungsänderungen sind wahrscheinlicher und die Einflussnahme auf Entscheidungen fällt stärker aus. Lediglich für die Wissensvermittlung zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kommunikationsstilen. Erkenntnisse von Fox, Heritage, Stockdale, Asch, Duan, und Reise [890] weisen zudem darauf hin, dass ein patientenzentriertes Verhältnis in Kombination mit einer Empfehlung des Arztes an Screenings teilzunehmen die Bereitschaft zur Teilnahme erhöht. Zudem zeigen Riedl und Schüßler [891] auf der Basis eines systematischen Reviews von 40 Studien, dass ein hoher Grad an Patientenzentrierung mit einer als besser wahrgenommenen emotionalen Gesundheit und dem Einsatz von weniger diagnostischen Tests assoziiert ist. Neuere Arbeiten [887] bestätigen diese positiven Zusammenhänge, weisen aber darauf hin, dass die Effektstärken meist klein bis mittel ausfallen und von Setting, Erkrankungsart und

Gesundheitskompetenz der Patienten abhängen. Objektive klinische Outcomes zeigen inkonsistente, aber tendenziell günstige Effekte.

Als relevante Bestandteile einer patientenzentrierten Kommunikation, die einer Überprüfung unterzogen wurden, zählt die Aktivierung und aktive Einbindung des Patienten [892], [893]. Speziell die Kommunikationsbereitschaft sollte gefördert werden. Sie beschreibt inwiefern sich der Patient in der Lage sieht und gewillt ist, sich in das Gespräch mit dem Arzt aktiv einzubringen und sein Anliegen vorzubringen [894]. Neben Erfahrungen und Kompetenzen des Patienten, wird die Bereitschaft durch den Kommunikationsstil des Arztes beeinflusst. Ärzte sollten den Patienten vermitteln, dass sie ihre Bedürfnisse ausdrücken, Einstellungen und Meinungen äußern können. Dies ist sowohl ein positiver Prädiktor der Zufriedenheit als auch der Einhaltung von Therapieempfehlungen.

Die Förderung der Kommunikationsbereitschaft gewinnt auch im digitalen Kontext an Bedeutung. Studien zeigen, dass Telemedizin- und Video-Sprechstunden ähnliche Zufriedenheitswerte wie Präsenzgespräche erreichen, wenn Ärzte aktiv Rückfragen stellen, Blickkontakt über die Kamera halten und technische Barrieren adressieren [895].

Ebenso gehört dazu, dass der Arzt eine klare und laienverständliche Sprache einsetzt und Fachtermini entweder erklärt oder vermeidet. Laut einer Befragung kardiologischer Patienten (N = 119) von Thomas, Hariharan, Rana, Swain, & Andrew [896] führt eine schwerverständliche Sprache unter Verwendung vieler Fachbegriffe zu einer geringeren Zufriedenheit der Patienten sowie einer schlechteren Erinnerungsleistung an die Informationen und Empfehlungen des Arztes. Zudem ist es bedeutsam, dem Patienten jederzeit die Möglichkeit zu bieten, Verständnisfragen zu stellen und Antworten wie Erklärungen zu den relevanten Informationen zu erhalten [894].

Ein hoher Grad an Patientenzentrierung ist dann gegeben, wenn die Kommunikation kultursensibel gestaltet wird. Dies beschreibt, dass die Kommunikation für unterschiedliche Zielgruppen angepasst werden soll und individuelle Bedürfnisse und Merkmale der Situation wie Person aufgreifen soll [897], [886].

Der Aspekt der Diversitätssensibilität wurde in den letzten Jahren vertieft untersucht. Eine aktuelle Arbeit zeigt, dass kultur- und sprachsensible Kommunikationsinterventionen das Vertrauen, die Zufriedenheit und die Inanspruchnahme von Leistungen in diversen Bevölkerungsgruppen verbessern ([898].

Für den der Grad der Patientenzentrierung wird auch die nonverbale Kommunikation (u.a. Augenkontakt, Gestik, Mimik, Zuhören) berücksichtigt. Vor allem Zuhören stellt eine relevante Verhaltensweise des Arztes dar, die laut einer Meta-Analyse auch die Zufriedenheit des Patienten erhöhen kann [899]. Ein weiterer Einflussfaktor der Zufriedenheit ist auch eine affekt-orientierte Kommunikation des Arztes, der Empathie zeigt [900], [901].

8.51	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Das Arzt-Patienten-Gespräch sollte in zwei Phasen unterteilt werden. Die erste Phase sollte der Klärung des Patientenanliegens (Patientenagenda) dienen. Die zweite Phase des Gesprächs stellt die Arztagenda dar und sollte präzise Informationen für die Entscheidungsfindung zu Untersuchungen, Therapien (inkl. der Nutzen und Schaden der verschiedenen Optionen) und dem weiteren Vorgehen enthalten.	
	Konsens	

Zu einer effektiven Kommunikation zwischen Arzt und Patient trägt eine Gesprächsagenda und -steuerung bei. Laut Jünger et al. [902] sind dafür zwei Phasen zu unterscheiden. Zu Beginn eines Gesprächs gilt es das Patientenanliegen zu klären. Dazu sollten Ärzte ihren Patienten Zeit geben ihr Anliegen vorzubringen, ihre Kommunikationsbereitschaft fördern und zur Aktivierung der Patienten beitragen (z. B. in Form von offenen Fragen), die Ausführungen des Patienten nicht unterbrechen, stattdessen Pausen zulassen und dem Patienten zuhören [902]. Jünger beschreibt dies auch als die patientenzentrierte Phase.

Die zweite Phase (Arztagenda) sollte sich damit befassen, welche Informationen, welche Untersuchungen und Therapien notwendig sind. Damit geht es um präzise Informationen für die Entscheidungsfindung. Im Zuge dessen kann es notwendig erscheinen gezielte Nachfragen zu stellen, um das Problem zu verstehen und Informationen darüber zu sammeln (v.a. in Form von geschlossenen Fragen). Zudem werden die Informationen bewertet und Informationen über Untersuchungen, Therapien gegeben. Die zweite Phase kann somit auch als arztzentrierte Phase beschrieben werden [902].

Abschließend ist anzumerken, dass kommunikative Grundkenntnisse und Techniken zur ärztlichen Gesprächsführung, wie sie bspw. von Schweickhardt und Fritzsche [903] oder Jünger et al. [902] beschrieben werden, im Kontext des Arzt-Patienten-Gesprächs hilfreich sind um eine erfolgreiche Kommunikation zu gestalten. Jünger [902] beschreibt beispielsweise die „WWSZ“-Technik (warten, wiederholen, spiegeln, zusammenfassen) als zentrale Technik der patientenzentrierten Kommunikation.

8.5.2 Aufbau des Arzt-Patienten-Gesprächs vor dem Screening

8.52	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Vor dem Arzt-Patienten-Gespräch sollen dem Patienten evidenzbasierte Informationen zur Hautkrebsfrüherkennung (Hautkrebs-Screening) ausgehändigt werden, die ohne Angst zu erzeugen in verständlicher Sprache über die Vor- und Nachteile der Früherkennung informieren. Außerdem soll auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass offene Fragen im anschließenden Arzt-Patienten-Gespräch geklärt werden können. Während des Arzt-Patienten-Gesprächs, das in einer ruhigen und ungestörten Atmosphäre stattfinden soll, soll die Checkliste ebenfalls als Leitfaden dienen. Schwerpunkte sollten dabei auf folgende Inhalte gelegt werden: • Ablauf des Hautkrebs-Screenings, • Vor- und Nachteile des Hautkrebs-Screenings, • primärpräventive Informationen • persönliches Risikoprofil und die daraus resultierenden Konsequenzen (Risikokommunikation). Zwischen der Informierung und der Entscheidung sollte ein, den persönlichen Präferenzen des Patienten angemessener, Zeitraum liegen. Assistierende Berufsgruppen und ggf. Angehörige sollten in den Kommunikationsprozess einbezogen werden.	
	Konsens	

Das Arzt-Patienten-Gespräch ist wichtig, um dem potenziellen Teilnehmer Informationen über primäre und sekundäre Maßnahmen der Hautkrebsprävention zu vermitteln. Dadurch können Wissensdefizite und Unsicherheiten seitens des potenziellen Teilnehmers hinsichtlich Verhaltensweisen und Maßnahmen (bspw. Ganzkörperuntersuchung) reduziert werden. Zudem sollte dem potenziellen Teilnehmer die Möglichkeit gegeben werden, die Vor- und Nachteile in Verbindung mit seinen eigenen Präferenzen, Einstellungen und Fähigkeiten abzuwägen und eine „Informierte Entscheidung“ für oder gegen eine Maßnahme/Verhaltensweise zu treffen [904]. Welche Informationsinhalte diesbezüglich notwendig sind, haben die Mitglieder des Ziele-Papiers 1 im Rahmen des Nationalen Krebsplans erarbeitet. Diese sind in einer Checkliste zusammengefasst. Sie dient als Grundlage für die Information von potenziellen Teilnehmern an Früherkennungsuntersuchungen. Es ist geplant, diese Checkliste in einem weiteren Schritt durch einen Kriterienkatalog zu ergänzen. Dieser Kriterienkatalog dient zur Überprüfung und Bewertung von Informierungskonzepten (bspw. Broschüren, Faltblätter, verbale Kommunikationsprozesse) [904]. Die im Rahmen des Nationalen Krebsplans (Bundesministerium für Gesundheit, 2010–2012) erarbeiteten Empfehlungen zu den notwendigen Informationsinhalten bildeten die Grundlage für eine Checkliste, mit der Ärztinnen und Ärzte potenzielle Teilnehmende an Früherkennungsuntersuchungen strukturiert informieren sollten. Diese Checkliste wurde in den Folgejahren nicht als eigenständiges Instrument weitergeführt, sondern ihre Inhalte

sind in aktuelle Informations- und Entscheidungshilfen (z. B. von der Deutsche Krebshilfe; Techniker Krankenkasse) eingeflossen.

Innerhalb des Arzt-Patienten-Gesprächs ist zudem eine erfolgreiche Risikokommunikation von Bedeutung, die dem potenziellen Teilnehmer sein individuelles Risiko sowie ggf. sein Risikoverhalten aufzeigt und beurteilen lässt. Die Erfassung der individuellen Risikofaktoren ist durch Eigen- und Familienanamnese sowie das klinisch erfassbare Bild zu bestimmen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass eine „positive" Familienanamnese teilweise innerhalb der eigenen Familie und gegenüber Health Professionals ((Fach-)Berufe im Gesundheitswesen) nicht oder nur ungenügend kommuniziert wird. Das kann aus dem Grund geschehen, weil Health Professionals ihrerseits die Bedeutung dieses Risikofaktors nicht eindeutig und verständlich kommunizieren. Diese Ergebnisse legt eine qualitative Studie am Beispiel des malignen Melanoms dar, in der 22 Personen aus sieben Familien befragt wurden. In jeder Familie waren Personen an einem Melanom erkrankt (n=11). Sie wurden zur (Risiko-)Kommunikation innerhalb der Familie und gegenüber Health Professionals interviewt [905], [906].

Lediglich eine Untersuchung beschäftigt sich mit dem Erinnerungsvermögen von Rezipienten an mögliche Risiken nach einem Aufklärungsgespräch am Beispiel einer dermatologischen Operationsmethode (Mikrographische Chirurgie nach Mohs). Die Untersuchung zeigt, dass sich die allgemeine Erinnerung an Risiken 20 Minuten und eine Woche nach der Aufklärung nicht signifikant voneinander unterscheidet (Arithmetische Mittel an erinnerten Risiken: 2,65 (20 Minuten) vs. 2,44 (eine Woche – Differenz: 0,21). Schlussfolgernd kann angenommen werden, dass innerhalb eines Zeitraums von einer Woche die Wissensgrundlage, die für eine Entscheidung relevant ist, relativ stabil bleibt [907]. Jedoch lassen sich diese Ergebnisse nur bedingt auf die Früherkennung übertragen, da in der Studie die Probanden bereits Patienten sind, d. h., dass bereits eine Erkrankung vorliegt. Das erhöht die Notwendigkeit einer Entscheidungsfindung und priorisiert im Vergleich zu Gesunden die Bedeutung von Informationen anders.

Forschungsbedarf

- Klärung der Bedeutung des Zeitfaktors im Informations- und Entscheidungsprozess hinsichtlich der Abwägung der vorliegenden Fakten und des Erinnerungsvermögens.
    - Studien, die das Wissen und andere Entscheidungsfaktoren über einen längeren Zeitraum nach einer Informierung mehrfach erfassen.
- Identifikation und Beschreibung von Prädiktoren, Moderatoren und Mediatoren, die auf die „Informierte Entscheidung" für oder gegen die Teilnahme am HKS wirken. In diesem Zusammenhang sind die Bereiche Kommunikation, Information, Kontext und Medium zu beachten. U. a. sind die Fragen zu klären, welche Kompetenzen und Inhalte notwendig sind, damit Health Professionals in die Lage versetzt werden, dem potenziellen Teilnehmer eine „Informierte Entscheidung" zu ermöglichen und wie die beschriebenen Inhalte zu vermitteln sind:
    - Studien zur Identifikation der ärztlichen Kommunikationsstrategien und –wege (inkl. des Vergleichs unterschiedlicher Kommunikationsstile und Vermittlungsarten), mit denen es am besten gelingt, verschiedene Ziel-

und Patientengruppen zu einer informierten Entscheidung für oder gegen die Teilnahme am HKS zu befähigen. Besonderes Augenmerk sollte auf die Nutzung visueller und numerischer Darstellungen zur Kommunikation von Nutzen, Schaden und Unsicherheiten gelegt werden.
    - Interventionsstudien, die untersuchen, welche unterschiedlichen Auswirkungen eine Informierungsintervention, die nach den Kriterien einer „Informierten Entscheidung“ entwickelt wurde, auf unterschiedliche Ziel-/Patientengruppen hat.
    - Interventionsstudien, die untersuchen, welche Auswirkungen unterschiedliche Informationskanäle und Mediatoren bei der Übermittlung einer Informierungsintervention, die nach den Kriterien einer „Informierten Entscheidung“ entwickelt wurde, haben.
    - Instrumentenentwicklungsstudie, die mögliche Dimensionen einer „Informierten Entscheidung“ erfasst und deren Validität hinsichtlich dieser beschreibt, um vorhandene bzw. neue Instrumente zur Quantifizierung einer „Informierten Entscheidung“ zu überprüfen bzw. zu entwickeln.
    - Interventionsstudien, die Fortbildungen, welche die Kriterien der „Informierten Entscheidung“ bezüglich der Informierung von potenziellen Teilnehmern vermitteln sollen, an Health Professionals kontrolliert untersuchen.

- (Empirische) Überprüfung der Checkliste bspw. durch die Entwicklung von Kriterienkatalogen innerhalb von Validierungsstudien.
- Risikokommunikation innerhalb von (Hautkrebs-)Früherkennungsmaßnahmen.

    - Interventionsstudien, in denen verschiedene Arten der Risikokommunikation und deren Auswirkungen auf den Entscheidungsprozess bzw. auf eine informierte Entscheidungsfindung kontrolliert untersucht werden. Einschließlich vergleichender Untersuchungen von Print- vs. Online-Information und Evaluation ihrer Einflüsse auf Gesundheitskompetenz, Wissen und Entscheidungsqualität.

8.5.3 Aufbau des Arzt-Patienten-Gesprächs nach dem Screening

8.5.3.1 Aufbau des Gesprächs, wenn kein Verdacht auf Hautkrebs besteht

8.53	Konsensbasierte Empfehlung	geprüft 2026
EK	Ergibt das Screening **keinen** Verdacht auf Hautkrebs, so soll dies dem Patienten direkt im Anschluss an die Untersuchung durch den Arzt, der die Früherkennung durchführte, persönlich in einem Gespräch mitgeteilt werden. Es soll darauf hingewiesen werden, dass das Ergebnis der Untersuchung den aktuellen Status darstellt. Zudem sollen dem Patienten seine individuellen Risikofaktoren erläutert und er soll zu primärpräventivem Verhalten und zur Selbstbeobachtung motiviert werden. Der Patient soll darüber informiert werden, dass er sich bei Unsicherheiten hinsichtlich des selbst erhobenen Hautbefundes jederzeit erneut beim Arzt vorstellen kann.	
	Starker Konsens	

Auch wenn die Ergebnisse der Studie von Karri et al. [908] keinen Unterschied in der Präferenz von schriftlicher Befundmitteilung und face-to-face Aufklärung belegen, wird die Mitteilung eines negativen Befundes in einem persönlichen Gespräch empfohlen. So kann der Patient gleichzeitig über Risikofaktoren und Risikoverhalten aufgeklärt werden und der Arzt kann auf Fragen des Patienten besser eingehen.

Mehrere Untersuchungen zeigen, dass Patienten zunehmend digitale oder telefonische Kommunikationswege akzeptieren oder bevorzugen, insbesondere bei unauffälligen oder niedrigriskanten Befunden. Eine große systematische Übersichtsarbeit zu Kommunikationsstrategien von Laborergebnissen in der Primärversorgung (N = 71 Studien) kommt zu dem Ergebnis, dass die meisten Resultate effizient durch elektronische Portale, Briefe oder Telefon übermittelt werden können, solange die Informationen verständlich formuliert, handlungsorientiert und mit Rückfragemöglichkeit versehen sind. Für Befunde mit höherem emotionalem Belastungspotenzial oder mit unmittelbarem Handlungsbedarf bleibe der direkte ärztliche Dialog hingegen entscheidend [909].

Auch die empirische Evidenz zur Sofortfreigabe von Befunden über Patientenportale legt nahe, dass Transparenz und unmittelbare Zugänglichkeit von Ergebnissen grundsätzlich positiv bewertet werden. So zeigten US-amerikanische Querschnittsstudien (n > 8.000), dass eine Mehrheit der Befragten eine sofortige Online-Freigabe auch sensibler Testergebnisse (wie z.B. von Blutuntersuchungen) befürwortet – gleichzeitig gaben viele an, bei auffälligen Ergebnissen zusätzliche ärztliche Erläuterungen zu wünschen [910].

Bei der Kommunikation von Biopsie- und Screeningbefunden bevorzugen Patienten häufig das Telefonat mit dem behandelnden Arzt gegenüber einem persönlichen Termin oder schriftlicher Mitteilung. In einer Studie von Choudhry et al. [911] gaben 67 % der Befragten an, die telefonische Mitteilung als angenehmsten Weg zu empfinden.

Insgesamt ergibt sich daraus ein differenziertes Bild:
Für negative oder unauffällige Befunde ist eine schriftliche oder elektronische Mitteilung bei klarer Sprache und Rückfragemöglichkeit angemessen. Bei negativen Befunden mit präventiv-medizinischer Relevanz (z. B. bestehende Risikofaktoren oder Verhaltensempfehlungen) oder bei emotional belastenden Ergebnissen wird jedoch weiterhin das persönliche Gespräch empfohlen, um Verständnis, Adhärenz und Vertrauen zu fördern.
Die Patientenpräferenz sollte dabei stets berücksichtigt werden, da jüngere, technikaffine und höher gebildete Patienten häufig digitale Kommunikationsformen bevorzugen.

8.5.3.2 Aufbau des Gesprächs, wenn Verdacht auf Hautkrebs besteht

8.54	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Ergibt das Screening einen Verdacht auf Hautkrebs, so soll dies dem Patienten zeitnah, vorzugsweise direkt im Anschluss an die Untersuchung durch den Arzt, der die Früherkennung durchführte, persönlich in einem Gespräch mitgeteilt werden. Das Gespräch soll empathisch, verständlich und strukturiert erfolgen, um den Befund, seine Bedeutung und das weitere Vorgehen zu erläutern Hausarzt (hausärztlich tätige Fachärzte für Allgemeinmedizin, Internisten, praktische Ärzte und Ärzte ohne Gebietsbezeichnung): Nach Verdachtsmitteilung soll das weitere Vorgehen erklärt werden. Dabei sollen Patienten über die nächsten diagnostischen Schritte informiert und auf die Möglichkeit einer Überweisung zur weiterführenden dermatologischen Abklärung hingewiesen werden. Dermatologe: Die weitere Abklärungsdiagnostik des klinischen Verdachts soll kommuniziert und erklärt werden. Hierzu gehört eine transparente Darstellung des geplanten Vorgehens (z. B. Exzision, Biopsie, histologische Untersuchung) sowie eine realistische Einschätzung des zeitlichen Ablaufs. Der Patient soll informiert werden, dass die Befundmitteilung nach Eingang des histologischen Befundes in einem persönlichen Gespräch erfolgen wird und er die Möglichkeit habe, eine Person seines Vertrauens in dieses Gespräch mit einzubeziehen. Alternativ kann – falls eine persönliche Vorstellung nicht möglich ist – ein videobasiertes Gespräch angeboten werden. Telefonische Mitteilungen sind nur in Ausnahmefällen angemessen und sollten besonders einfühlsam erfolgen. Der Patient soll nach Ressourcen für die psychische Unterstützung während der Wartezeit befragt und zur Selbstfürsorge angeregt werden. Zudem sollen bei Bedarf Informations- oder Unterstützungsangebote (z. B. Patientenbroschüren, Beratungsstellen, psychoonkologische Hilfe) bereitgestellt werden, da viele Patienten die Zeit bis zur Diagnosemitteilung als stark belastend empfinden. Das ausführliche Gespräch soll nach Eingang des histologischen Befundes erfolgen. Es dient der Mitteilung des Befundergebnisses, der gemeinsamen Besprechung weiterer diagnostischer oder therapeutischer Schritte sowie der emotionalen Begleitung des Patienten.	
	Konsens	

Obwohl sich bereits bei der Äußerung eines Verdachts auf Hautkrebs viele Patienten ein ausführliches Gespräch wünschen, ist dafür meist bei laufendem Praxisbetrieb nicht genügend Zeit und Ruhe vorhanden. Patienten wünschen in dieser Situation ein empathisches, klar strukturiertes Informationsgespräch, das den Verdacht erklärt und das weitere Vorgehen verständlich macht [912]. Aus diesem Grund wird empfohlen, das ausführliche Gespräch im Rahmen eines gestuften Kommunikationsmodells nach dem Eingang des histologischen Befundes durchzuführen [913].

Im Gespräch ist es notwendig, auf Ängste des Patienten einzugehen, ihn aber zugleich auch auf die Möglichkeit einer Krebsdiagnose vorzubereiten. Das Gespräch sollte patientenzentriert gestaltet sein und ausreichend Raum für Fragen, emotionale Reaktionen und Entscheidungsunterstützung bieten.

Zudem wird darauf hingewiesen, dass die Mitteilung der Diagnose persönlich in einem face-to-face Gespräch erfolgt und der Patient die Möglichkeit hat, einen Angehörigen zu diesem Gespräch mitzubringen [913]. Alternativ kann – sofern eine persönliche Vorstellung nicht zeitnah möglich ist – ein videobasiertes Gespräch in Betracht gezogen werden. Telefonische Mitteilungen sind nur in Ausnahmefällen angemessen und erfordern besondere Sensibilität [912].

Da die meisten Patienten die Zeit bis zur Diagnosemitteilung als sehr belastend beschreiben [914], werden dem Patienten Anregungen zur psychischen Stabilisierung mitgegeben. Daher sollten Ärzte aktiv Unterstützungsangebote vermitteln – etwa Informationsmaterialien, psychologische Kurzinterventionen oder Hinweise auf Beratungsstellen [912].

8.5.4 Aufbau des Arzt-Patienten-Gesprächs zur Befundmitteilung

8.55	Konsensbasierte Empfehlung	modifiziert 2026
EK	Der Zeitraum zwischen den Maßnahmen zur Diagnosesicherung und der Mitteilung der Diagnose soll so kurz wie möglich gehalten werden. Ausschluss Hautkrebs: Dem Patienten soll der histologische Ausschluss von Hautkrebs mitgeteilt werden. Zudem sollen dem Patienten seine individuellen Risikofaktoren erläutert und er soll zu primärpräventivem Verhalten und zur Selbstbeobachtung motiviert werden. Die Mitteilung kann persönlich, telefonisch oder – bei vorheriger Einwilligung – schriftlich oder digital erfolgen, sofern eine Rückfragemöglichkeit sichergestellt ist. Der Patient soll darüber informiert werden, dass er sich bei Unsicherheiten hinsichtlich des selbst erhobenen Hautbefundes jederzeit erneut beim Arzt vorstellen kann. Bestätigung Hautkrebs: Der Befund Hautkrebs soll dem Patienten detailliert, empathisch und in verständlicher Sprache mitgeteilt werden. Dies soll in einem persönlichen (face-to-face) Gespräch erfolgen; alternativ kann, falls eine persönliche Vorstellung nicht zeitnah möglich ist, ein videobasiertes Gespräch angeboten werden. Die nach dem momentanen Stand der Wissenschaft bestehenden diagnostischen und therapeutischen Schritte (inkl. Nutzen und Schaden) sollen dem Patienten in verständlicher Weise übermittelt werden. Dabei soll ein partizipativer Ansatz („Shared Decision Making“) umgesetzt werden, der Präferenzen, Werte und Informationsbedürfnisse des Patienten berücksichtigt.	
	Starker Konsens	

Das Überbringen einer schlechten Nachricht, wie die Diagnose Hautkrebs, löst bei vielen Patienten Angst aus. Aus diesem Grund soll das Mitteilen der Diagnose in einer ruhigen, geschützten Umgebung, in einer verständlichen Ausdrucksweise und in einem ausreichenden zeitlichen Rahmen erfolgen. Das Gespräch soll auf den Patienten und seine intellektuellen Fähigkeiten und Präferenzen zugeschnitten sein. Dabei wird die Erkenntnis berücksichtigt, dass meist nur wenige Informationen auf einmal aufgenommen werden können. Es sollen daher zentrale Informationen in klarer, nicht-technischer Sprache vermittelt und das Verständnis regelmäßig überprüft werden [909]. Es werden nur so wenige Informationen gegeben, wie mit dem Informationsbedarf der Patienten vereinbar ist. Es wird sensibel darauf geachtet, dass nur so weit aufgeklärt wird, wie die Patienten signalisieren, dass sie dies aufnehmen und verarbeiten können [913]. Dabei sollen auch nonverbale Signale und emotionale Reaktionen beachtet werden, um Überforderung zu vermeiden. Zudem ist die emotionale Unterstützung des Patienten sinnvoll. Im Vorfeld ist dem Patienten anzubieten, dass er eine vertraute Person mit in das Gespräch einbeziehen kann; dies wird insbesondere von verheirateten Personen gewünscht. Sofern der Patient zustimmt, kann auch eine psychoonkologische oder pflegerische Fachkraft zur Unterstützung anwesend sein [915].

Je nach Präferenz oder Wunsch des Patienten und/oder des Angehörigen kann es sinnvoll sein, im Gespräch auch auf Fragen der weiteren diagnostischen und therapeutischen Schritte, der Auswirkungen der Erkrankung und der Behandlung auf den Alltag und evtl. auch auf Fragen nach der Prognose des weiteren Krankheitsverlaufs einzugehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Begriff „Krebs“ häufig mit Tod und Sterben assoziiert wird und diese Ängste aktiv und empathisch angesprochen werden sollten. Für die Prognose ist eine fundierte Informationsquelle zu wählen (NCCN Guidelines for Patients: Melanoma). Zudem präferieren Patienten ein kurzes Informationsblatt mit Antworten auf die wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen, sowie Hinweisen auf weitere Unterstützungsangebote. Solche Informationsmaterialien können auch digital (z. B. über Patientenportale oder QR-Codes) bereitgestellt werden.

Die oben genannten Empfehlungen für das Aufklärungsgespräch lehnen sich an eine Standardpublikation zur Überbringung von schwerwiegenden Diagnosen an [916].

Allgemeine Ziele des Aufklärungsgesprächs sind, den Patienten Informationen verständlich zu vermitteln, psychosoziale Unterstützung des Patienten zu gewährleisten und gemeinsam mit dem Patienten Handlungsstrategien zu entwerfen. Das Gespräch kann in sechs Schritte nach dem SPIKES-Modell von Baile et al. [916] unterteilt werden:

Zu Beginn sind eine angemessene Atmosphäre zu schaffen und wichtige Personen zu involvieren (z. B. Partner). Anschließend erfolgt eine Eruierung der Patienteneinstellung und Abklärung des Informationsstandes über die bisherige Diagnostik. Nach der Einholung der Erlaubnis zur Befundmitteilung erfolgt diese in adäquater Sprache (keine Fachbegriffe) und indem nicht zu viele Informationen auf einmal mitgeteilt werden. Das Verständnis der Befund- und Informationsmitteilung wird regelmäßig im Gespräch überprüft. Nach der Mitteilung des Befundes ist es sinnvoll, auf die Gefühle des Patienten einzugehen, die Reaktionen zu identifizieren und diese anerkennend zu bestätigen. Am Ende wird die weitere Planung besprochen [916]. Die Patienten werden ermutigt, selbst weitere Fragen zu stellen [913]. Vor Allem wird am Ende des Gespräches nachgefragt, ob Fragen unbeantwortet geblieben sind. Auch wird dem Patienten die Möglichkeit angeboten, psychosoziale Unterstützung durch die Krebsberatungsstellen oder Selbsthilfegruppen in Anspruch zu nehmen [913]. Darüber hinaus

sollen Patienten und Patientinnen über Online- oder Telefonangebote informiert werden, um niedrigschwelligen Zugang zu Unterstützung zu ermöglichen.

Bei der Befundmitteilung nach dem Hautkrebs-Screening sind auch berufsmedizinische Aspekte relevant sowie die entsprechenden Meldewege zu berücksichtigen. Die Einzelheiten sind in Kapitel 0 dargestellt.

Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht dahingehend, wie lange Patienten durchschnittlich auf die Mitteilung einer gesicherten Diagnose warten. Dies kann durch die retrospektive Erhebung und Analyse von Daten aus Patientenakten, zusammengetragen durch Personal innerhalb der ärztlichen Praxis unter Beachtung des Datenschutzes, ermittelt werden. Die Qualität des Patientengesprächs sollte ebenfalls erfasst werden, was sich jedoch aufgrund der sensiblen Situation als schwierig erweisen dürfte. Qualitative und quantitative Interviews mit betroffenen Patienten können dabei eine Rolle spielen. Zudem sollten patientenberichtete Erfahrungserhebungen (PREMs) eingesetzt werden, um systematisch die wahrgenommene Gesprächsqualität zu messen.

8.6 Hautkrebsbezogene Lebensqualität

Eine methodische Erfassung der Lebensqualität von Hautkrebspatienten zur Ableitung gezielter Interventionen zur Verbesserung der Gesamtsituation findet derzeit im deutschen Gesundheitswesen noch nicht statt. Es gibt Hinweise, dass Interventionen einzelne Dimensionen der Lebensqualität (LQ) positiv beeinflussen können [917], [918].

Eine allgemeinverbindliche Definition des Begriffs „gesundheitsbezogene Lebensqualität“ („Health-related Quality of Life“, HRQoL) existiert nicht. Hier wird eine operationale Definition als ein multidimensionales Konstrukt, das körperliche, emotionale, mentale, soziale, spirituelle und verhaltensbezogene Komponenten des Wohlbefindens und der Funktionsfähigkeit miteinbezieht, zu Grunde gelegt.

Generell besteht Konsens darüber, dass die gesundheitsbezogene Lebensqualität nur zielführend aus der subjektiven Sicht der Betroffenen erfasst werden kann [919]. Die Lebensqualität wird im Wesentlichen bestimmt durch das Vorliegen oder die Abwesenheit von individuell als belastend erlebten Problemen.

Instrumente zur Erfassung der Lebensqualität lassen sich in krankheitsübergreifende (generische) und krankheitsspezifische Verfahren einteilen. Häufig eingesetzte Instrumente zur Erfassung der Lebensqualität von Hautkrebspatienten sind zum Beispiel: „European Organisation for Research and Treatment of Cancer (EORTC) QLQ-C30“, „Short Form-36“ (SF-36), „Brief Symptom Inventory“ (BSI), „Global Quality of Life Scale“ (GLQ-8) und „Quality of Well-Being Self-administered Questionnaire“ (QWB-SA). Weitere Instrumente sind der Fragebogen zur allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität für Melanompatienten (FACT-M), zudem FACT-BRM für Zytokintherapie und FACT-F für „Fatigue“, „State Trait Anxiety Inventory“ (STAI) und „Hospital Anxiety and Depression Scale“ (HADS) für Angst und Depression sowie der „Cancer Therapy Satisfaction Questionaire“ (CTSQ,) zur Erfassung der LQ unter Therapie.

Einfluss einer Hautkrebserkrankung auf die Lebensqualität von Betroffenen

- **Patienten mit fortgeschrittenem Melanom (Stadium III und IV) leiden unter gravierenden psychischen Belastungen.**

Das systematische Review von Dunn et al. [920] untersuchte quantitative und qualitative psychologische Endpunkte bei Patienten mit fortgeschrittenem Melanom (Stadium III/ IV). Die Literaturrecherche erfolgte in fünf Datenbanken (Medline, PsycINFO, Ovid, CINAHL, ScienceDirect) für Artikel von Januar 1980 bis Januar 2016. Es wurden 52 englischsprachige Artikel eingeschlossen, von denen 48 quantitativ und 4 qualitativ waren.

Die qualitativen Studien berichteten über die psychische Belastung der Patienten durch die ungewisse Zukunft, die Unfähigkeit langfristige Pläne zu machen, was vor allem bei Patienten im Stadium III zu einem Gefühl von Kontrollverlust, Angst und Frustration und Hoffnungslosigkeit sorgt. Bei 75% der Patienten führt dies zu emotionalem Stress, bei der Hälfte zu Panik, Verzweiflung und einem Schock und bei 25% kommt das Gefühl von Ungerechtigkeit auf.

Patienten, die einen Rückfall erlitten, empfanden den Schock seltener, fanden die Kontrolluntersuchungen jedoch furchterregend und erinnerte sie an ihre Sterblichkeit, sie berichteten über Wut und Ärger (ein Artikel).

In den quantitativen Studien haben 20-28% der Patienten klinische Angst (Score nach HADS) und 16-19% eine klinische Depression (2 Artikel). Ungefähr die Hälfte der Stadium III- und 56-58% der Stadium IV-Patienten gelten als hoch bzw. ernsthaft gestresst (zwei Artikel).

Zwei Artikel identifizierten eine signifikant geringere emotionale Funktion von Stadium IV- im Vergleich zu Stadium III-Patienten und von Patienten, bei denen die Lymphdrüsen betroffen sind, im Vergleich zu anderen (ein Artikel) [920].

- **Melanom-Patient mit Lymphödem haben eine geringere gesundheitsbezogene Lebensqualität als Patienten ohne Lymphödem.**

Eine dänische Querschnittsstudie [921] untersuchte die HRQoL von 431 Patienten mit Melanomen an den Extremitäten im Herlev Gentofte Krankenhaus zwischen Januar 1997 bis Februar 2015. Dazu wurden standardisierte Assessment-Tools verwendet.

Melanom-Patienten mit Lymphödem (n=109) zeigten eine signifikant geringere HRQoL als Patienten ohne Lymphödem. Dies gilt im Besonderen für die Subskalen allgemeinen Gesundheitszustand/ Lebensqualität (OR=1,7; 95% CI: 1,1-2,5; p= 0,008), die Rollenfunktion (OR=2,8; 95% CI:1,7-4,4; p<0,0001), die soziale Funktion (OR=2,2; 95% CI: 1,2-3,8; p=0,006), Müdigkeit (OR=0,5; 95% CI: 0,3-0,7; p=0,0005), Schmerz (OR=0,6; 95% CI: 0,4-0,9; p=0,01) und das Körperbild (OR=0,4; 95% CI: 0,2-0,6; p<0,0001).

Bei der Stratifikation nach Alter und Geschlecht ist zu erkennen, dass jüngere Patienten mit Lymphödem häufiger finanzielle Schwierigkeiten haben, jüngere Patienten und Frauen mit Lymphödem berichten über eine schlechtere soziale Funktion und Frauen über ein schlechteres Körperbild. Bei der Stratifikation nach betroffener Extremität, Art der Behandlung, klinischem Stadium und Dauer des Lymphödems sind keine statistisch signifikanten Unterschiede zu erkennen [921].

- **Nicht melanozytärer Hautkrebs beeinflusst die Lebensqualität der Mehrheit von Betroffenen eher gering.**

Untersucht wurde in einem Systematischen Review von Waalboer-Spuij und Nijsten [922] mithilfe einer Recherche in Embase, MEDLINE OvidSP, PubMed publisher und Chochrane Central die HRQoL bei Patienten mit Bösartigkeiten der Haut. Ziel war es, relevante Probleme in der Lebensqualität zu identifizieren und die Instrumente, welche für die Untersuchung bei Patienten mit Keratinozytenkarzinom genutzt wurden, zusammenzufassen.

Eine Studie bezüglich des Einflusses von BZK auf die Lebensqualität zeigte wenig Einfluss mit nur einem kleinen Unterschied vor und nach einer Therapie Messungen erfolgten mithilfe des UK Sickness Impact profiles (UKSIP), einem Maß für den generellen Gesundheitsstatus, und dem Dermatology Life Quality Index (DLQI), einem dermatologisch spezifischen Fragebogen. In dieser Studie stellten die Autoren sehr geringe Punktzahlen fest, inbegriffen ein geringer Einfluss auf die Lebensqualität, mit lediglich einem minimalen Anstieg eine Woche nach Therapie. Dies führt zu dem vorläufigen Schluss, dass BZK geringe Beeinträchtigungen verursachen.

Eine weitere Studie fokussierte sich auf Leid und Bewältigungsstrategien mithilfe des HADS und dem Fragebogen Ways of Coping – Cancer Version (WOC-CA). 19% der Patienten mit nicht-melanomen Hautkrebs erfuhren ein signifikantes Level von Leid (HADS Punktzahl > 13).

In einer Querschnittstudie unter 52 deutschen Patienten diagnostiziert mit aktinischer Keratose, BZK , PEK berichtete die Mehrheit mithilfe des DLQI von keinen bis geringen Beeinträchtigungen der Lebensqualität. Ein Drittel der Patienten berichteten von moderaten bis großen Beeinträchtigungen, besonders in den Subskalen „Symptome und Gefühle“, „Freizeit“ und „Tägliche Aktivitäten“.

In einer prospektiven US-Kohortenstudie wurden BZK assoziiert mit geringen DLQI Werten, hinweisend auf geringe Beeinträchtigungen der Lebensqualität. Vier Monate nach Beginn der Therapie verminderten sich nur die Items fokussierend auf physische Verbesserung und Befangenheit signifikant [922].

- **Je schwerwiegender die aktinischen Schäden der Haut sind, desto schlechter wird die gesundheitsbezogene Lebensqualität von den Betroffenen bewertet**.

Bestandteil der beobachtenden Querschnittsstudie im multizentrischen Setting von Tennvall et al. [923] war eine Analyse der HRQoL von Patienten mit verschiedenen Schweregraden von aktinischer Keratose (AK), mithilfe von allgemeinen und krankheitsspezifischen Messinstrumenten. Eingeschlossene Patienten wurden insgesamt 312 AK-Patienten, die eine dermatologische Klinik in Dänemark besuchten. 89% der Patienten hatten aktuelle AK Läsionen, die restlichen 35% hatten Kontrolltermine für vorherige AK`s. Die Patienten vervollständigten den Actinic Keratosis Quality of Life Questionnaire (AKQoL), den DLQI sowie den EQ-5D-5L (eingeschlossen EQ-VAS), nachdem der Arzt vorher den Krankheitsgrad eingestuft hatte.

Die Patienten berichteten im Rahmen des AKQoL von Beeinträchtigungen der HRQoL. Der Mittelwert der Punktzahl beim AKQoL für die 286 Patienten, welche den Fragebogen vervollständigt hatten, betrug 6,7 (Skala: 0-27). Befragte mit schweren aktinischen Schäden hatten eine schlechtere HRQoL (10,07) als Betroffene ohne schwere aktinische Schäden (6,3) (p<0,001). Frauen berichteten von einem höheren AKQoL Punktestand (7,9) als Männer (5,3) (p<0,001), wobei ein höherer AKQoL Wert hier für eine geringere Lebensqualität steht. Teilnehmer unter 60 Jahre berichteten von einer schlechteren HRQoL (8,1) als ältere Probanden (5,0-7,3) (p=0,004) [923].

Der Durchschnittswert derjenigen, die den DLQI Fragebogen vervollständigten (n=209), lag bei 1,99 (Skala 0-30). Patienten mit schweren aktinischen Schädigungen hatten einen höheren DLQI Wert (4,6) als Patienten mit milder AK (1,7) (p<0,001), wobei ein höherer DLQI Wert einer geringeren Lebensqualität entspricht. Befragte mit aktueller AK hatten einen höheren DLQI (2,1) als Befragte ohne aktuelle AK Läsionen (0,9) (p=0,009). Patienten, die bereits ein Plattenepithelkarzinom (PEK) hatten, erreichten einen höheren DLQI Wert (3,4) als Diejenigen, die kein Plattenepithelkarzinom hatten (1,7) (p=0,016). Befragte, die mit Immunsuppressiva behandelt wurden hatten einen höheren DLQI Wert (4) als Befragte ohne diese Behandlung (1,9) (p=0,023). Die DLQI Kategorien, in denen am meisten Beeinträchtigungen wahrgenommen wurden waren „Symptome und Gefühle“ (37%) und „Tägliche Aktivitäten“ (25%) [923].

276 Patienten vervollständigten den EQ-5D-5L Fragebogen und bildeten einen Mittelwert von 0,88 (Skala 0-1). Patienten mit Komorbiditäten berichteten von einer geringeren HRQoL (0,86) als Diejenigen ohne Komorbiditäten (0,93) (p<0,001). Befragte mit Plattenepithelkarzinom (PEK) hatten eine geringere HRQoL (0,85) als Befragte ohne vorausgegangenem PEK (0,89) (p=0,038). Patienten berichteten von den meisten Problemen in dem Bereich: Schmerzen/ Beschwerden (38%) [923].

9 Gesundheitsökonomische Bewertung

9.1 Gesundheitsökonomische Bewertungen von Maßnahmen zur primären Prävention von Hautkrebs

9.1.1 Effektmaße primärpräventiver Maßnahmen von Hautkrebs

Ulrike Helbig

In der Literatur finden verschiedene Effektmaße und Kalkulationstools Anwendung. Sie werden an dieser Stelle aufgelistet, um die gängige Praxis darzulegen sowie sich der Fragestellung einer Kosten-Effektivitäts-Analyse und Kostennutzwert-Analyse im Gesundheitsbereich zu nähern.

Tabelle 23: Effektmaße und Kalkulationstool präventiver Maßnahmen

Effektmaße:
Disability adjusted life-years/Health adjusted life years/ qualitätsadjustiere Lebensjahre
Gewonnene Lebensjahre durch Sterbevermeidung (Death averted life-years saved)
Verhinderte Todeseintritte/deaths averted
Vermeidbare Hautkrebs-Inzidenzen/cases prevented
ROI (Return on Investment)
Indirect productivity costs (Years of potential life lost)
Staatliche Kosteneinsparung (Net-Benefits and cost effectiveness)/Major economic burden (cost of medical care/lost productivity)
Total economic loss over the lifetime of the individuals effected
Kalkulationstools:
Markov-Modell
Univariate und multivariate (probabilistische) Sensitivitätsanalyse.
Kosten-Effektivitäts-Analyse
Standard Kosten/Gewinn und Standard Kosten/Effektivität
Kostenzunahme pro qualitätsangepasste Lebensjahre (Incremental cost per quality-adjusted life-year (QALY))
Annual medical cost on a per case basis
Total medical care
Population Attributable Risk (PAR)

9.1.2 Gesundheitsökonomische Bewertungen von primärpräventiven Maßnahmen zur Solariennutzung

Inga-Marie Hübner und Jessica Achter

- Auf internationalen Daten basierende Modellrechnungen und eine retrospektive Krankheitskostenstudie weisen auf einen ökonomischen Nutzen/eine Kosteneffektivität der Reduktion der Solariennutzung

9.1	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Je weniger Solarien genutzt werden, desto weniger solarieninduzierte Krankheitskosten entstehen, daher soll die Nutzung von Solarien vermieden werden.	
	Starker Konsens	

Die Studie von Guy et al. [924] untersuchte den Einfluss einer Reduktion von der Solariennutzung in den USA auf die Melanom Prävention sowie die Therapiekosten. Die Schätzungen wurden mithilfe eines Markov-Modells durchgeführt. Untersucht wurde in einem jährlichen Abstand eine Kohorte von 61,2 Millionen Individuen in einem Alter von 14 Jahren oder jünger über deren Lebenszeit hinweg. Fünf verschiedene Szenarien wurden untersucht: Einschränken der Solarienbenutzung bei Minderjährigen sowie eine Reduktion der Nutzung um 20 %, 50 %, 80 % und 100 %. Verglichen mit dem Fall, dass keine Altersbeschränkung gilt, wurde das Verbot von Solariennutzung für Minderjährige auf eine Verhinderung von 61.839 Melanom Fällen (4,9 % Reduktion) und 6.738 Melanom Todesfällen (4,7 % Reduktion) geschätzt. Dies würde mit einem Gewinn von 142.659 Lebensjahren und einem Wegfall von Therapiekosten über die Lebenszeit der 61,2 Millionen Jugendlichen im Alter von 14 Jahren oder jünger hinweg von rund 342,9 Millionen Dollar resultieren. Die geschätzten gesundheitlichen und ökonomischen Vorteile erhöhen sich laut des Modells bei stärkerer Reduktion der Prävalenz der Solariennutzung. Bei einer Reduktion der Prävalenz um 20 % im Vergleich zu 100 % nimmt die geschätzte Anzahl an verhinderten Melanom Fällen von 40.410 auf 202.662 sowie die geschätzte Anzahl an verhinderten Melanom Todesfällen von 4286 auf 23.266 zu. Zudem steigen die Anzahl der gewonnenen Lebensjahre von 91.229 auf 458.592 und die eingesparten Therapiekosten von 219 Millionen Dollar auf 1,1 Milliarden Dollar über die Lebenszeit der Kohorte hinweg.

Hirst et al. [925] liefern mit ihrer Studie eine Prognose über vermeidbare Hautkrebsfälle sowie damit einhergehenden Kosteneinsparungen für die Regierung assoziiert mit einer Regulation der Solarienindustrie in Australien. Hierfür wurde ein Markov-Modell aufgestellt, um die künftigen Kosten sowie die gesundheitlichen Effekte von Solariennutzung auf dem aktuellen Standard verglichen mit einem Durchsetzen von Regulierungen abbilden zu können. Unter Regulierungen wird hier ein Verbot der Solariennutzung für Minderjährige sowie für Menschen mit sehr heller Haut verstanden. Das verwendete Markov-Modell umfasst eine hypothetische Kohorte von 100.000 Individuen im Alter von 15 Jahren, welche verschiedene Zyklen durchlaufen, bis sie ein Alter von 85 Jahren erreichen. Die Gesundheitseffekte wurden mithilfe der Anzahl an neuen Melanom- und Plattenepithelkarzinom-Fällen sowie gewonnenen Lebensjahren gemessen. Mit strengeren Regulierungen könnten demnach schätzungsweise zwischen 18 und 31 Melanome, 200 bis 251 Plattenepithelkarzinome und damit

assoziierte Kosten von 256.054 australischen Dollar pro 100.000 Personen verhindert werden. Dies würde in der Folge der Verhinderung von Melanom Todesfällen mit einem Gewinn von 31 Lebensjahren resultieren.

Waters und Adamson [926] haben die gesundheitlichen und ökonomischen Konsequenzen der Nutzung von Bräunungsgeräten untersucht. Dafür wurde die Anzahl von Gesundheitsproblemen, welche mit einer Exposition von Bräunungsgeräten in den USA assoziiert werden, geschätzt und die Kosten für die medizinische Versorgung in Form einer Therapie kalkuliert. Die wesentliche Einheit der Analyse der Studie stellte die Anzahl der Individuen dar, die in den USA leben und eine Therapie für BZK, PEK oder Melanome aufgesucht haben. Um den Prozentsatz dieser Fälle abschätzen zu können, der auf die Exposition von Bräunungsgeräten zurückzuführen ist, wurde ein populationsattribuiertes Risiko (PAR) für jede Krankheit kalkuliert. Mit Hilfe von YPLL (= years of potential life lost) wurden des Weiteren die jährlichen medizinischen Kosten auf einer Basis pro Fall sowie die indirekten Produktivitätskosten kalkuliert. Die Analyse zeigt, dass es im Jahr 2015 in den USA 8.947 inzidente Fälle eines Melanoms, darunter 5.176 invasive und 3.771 in situ, sowie mehr als 86.600 Fälle von PEK sowie 168.000 Fälle von BZK, zurückführbar auf die Exposition von Bräunungsgeräten, gab. Die Kosten für die indirekte medizinische Versorgung dieser Fälle belaufen sich auf 343,1 Millionen Dollar jährlich und werden zu einem ökonomischen Verlust von 127,3 Milliarden Dollar über die Lebenszeit der betroffenen Individuen hinweg führen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Gebrauch von Bräunungsgeräten einen signifikanten Beitrag zu Krankheit und frühzeitiger Mortalität in den USA darstellt. Des Weiteren repräsentiert der Gebrauch eine bedeutende ökonomische Belastung bezüglich der Kosten für medizinische Versorgung und Produktivitätsverluste.

In einer retrospektiven Krankheitskostenstudie analysierten Pil et al. [927] mithilfe eines Markov-Modells die derzeitige sowie künftige ökonomische Belastung von Hautkrebs in Belgien sowie die Kosteneffektivität von Primärprävention von Hautkrebs. Die gesundheitsbezogene Belastung von Hautkrebs wurde basierend auf der registrierten Prävalenz von Hautkrebsläsionen in Therapie oder Follow-up abgeschätzt. Um die gesamte ökonomische Belastung von Hautkrebs auf die Bevölkerung abschätzen zu können, wurden retrospektive Daten in Form von durch Patienten ausgefüllte Fragebögen im Zeitraum zwischen März und Juni 2015 verwendet. Einbezogen wurden insgesamt 287 von Patienten vervollständigte Fragebögen. Das Medianalter der Teilnehmer belief sich auf ein Alter zwischen 61 und 70 Jahren. Auf Basis der Fragebögen wurden die Kosten pro Hautkrebs-Typ für je sechs Monate kalkuliert, separat für die Phasen Diagnose und Therapie, intensives Follow-up und langfristiges Follow-up. Um die künftigen gesundheitlichen und ökonomischen Kosten von Hautkrebs kalkulieren zu können, wurde ein Markov-Modell mit einem Zeithorizont von 20 Jahren aufgestellt. Die Kosten wurden dabei separat als Kosten für den Kostenträger des Gesundheitswesens ausgedrückt, Kosten für den Patienten und Kosten aufgrund von Produktivitätsverlusten. Die gesamten ökonomischen Kosten von Hautkrebs im Jahr 2014 in Belgien wurden auf 106 Millionen Euro geschätzt. Die gesamten kumulativen Kosten über einen Zeitraum von 20 Jahren wurden auf 3,2 Milliarden Euro und über 50 Jahre auf 8 Milliarden Euro geschätzt. Die Markov-Modell Simulation über 50 Jahre zeigte, dass von den 8 Milliarden Euro 238 Millionen Euro (2,9 %) durch ein vollständiges Verbot von Sonnenbänken eingespart werden könnten. Des Weiteren zeigte die Budget-Einfluss-Analyse, dass jeder Euro, der in eine Sensibilisierungskampagne investiert wird, dem Kostenträger des Gesundheitswesens langfristig 3,6 Euro einsparen würde. Nach einem Zeitraum von 50 Jahren würde ein Verbot von Sonnenbänken zu einer Reduktion der Prävalenz um 8,6 % (absolute Anzahl: 9.491 bei Männern und 11.335 bei

Frauen) führen. Das Verbot der Nutzung von Sonnenbänken würde des Weiteren zu einer Reduktion der Prävalenz von Plattenepithelkarzinomen um 22,7 % (absolute Anzahl: 35.934 bei Männern und 52.565 bei Frauen) führen. Durch die Reduktion der Prävalenz von Plattenepithelkarzinomen und ma-lignen Melanomen würden sich in der Folge weniger Tumore zu späteren Stadien entwickeln, weshalb eine Reduktion in der Hautkrebsmortalität zu erwarten ist. In dem Modell wurde über einen Zeitraum von 50 Jahren hinweg prognostiziert, dass 3.927 Todesfälle (1.602 Männer und 2.329 Frauen) durch ein Verbot der Nutzung von öffentlichen Sonnenbänken verhindert werden.

9.1.3 Gesundheitsökonomische Bewertungen bevölkerungsbezogener Maßnahmen der Primärprävention

Inga-Marie Hübner und Jessica Achter

- Ökonomische Evaluationen von internationalen bevölkerungsbezogenen Maßnahmen der primären Hautkrebsprävention weisen einen ökonomischen Nutzen/eine Kosteneffektivität auf.

9.2	Konsensbasierte Empfehlung	neu 2026
EK	Verschiedene Maßnahmen der primären Hautkrebsprävention weisen sowohl einen ökonomischen Nutzen als auch einen gesundheitsbezogenen Nutzen auf. Daher sollte verstärkt in solche Maßnahmen investiert werden.	
	Starker Konsens	

Kyle et al. [928] liefern eine ökonomische Evaluation des sogenannten SunWise Programms der United States Environmental Protection Agency. Das SunWise Programm ist ein schulbasiertes Unterrichtprogramm für Kinder mit dem Ziel, den Kindern beizubringen, wie sie sich vor einer Überexposition der Sonne schützen können. Die Schüler erhalten je eine Art Test vor sowie eine Weile nach der Durchführung der Lehreinheiten, betreffend die Kenntnisse der Schüler, die Einstellung, Anwendung sowie angestrebte Anwendung. Inhalt der Studie war die Beurteilung des gesundheitlichen Nutzens des Programms mithilfe einer ökonomischen Analyse, um in einem nächsten Schritt den Nettonutzen sowie die Kosteneffektivität bestimmen zu können und diese Daten mit einer Kontrollgruppe vergleichen zu können. Die gesundheitlichen Outcomes wurden als Anzahl der Hautkrebsfälle sowie der Verhinderung frühzeitiger Mortalität und eingesparten QALYs über den 17-jährigen Ablauf des Programms hinweg gemessen. Verhinderte Kosten werden als direkte medizinische Kosten sowie verhinderte Kosten von Produktivitätsverlusten resultierend aus dem Programm SunWise gemessen. Der Nettonutzen ergibt sich aus der Differenz zwischen verhinderten Kosten und Kosten des Programms. Die ökonomische Analyse indiziert, dass das SunWise Programm bei Weiterführung der aktuellen finanziellen Förderung durch die US-Regierung mehr als 50 frühzeitige Tode, rund 11.000 Hautkrebsfälle sowie 960 QALYs (nicht diskontiert) unter den Teilnehmern verhindern sollte. Für jeden investierten Dollar in das Programm SunWise werden der Analyse zufolge zwischen 1,95 und 4,02 Dollar, betreffend die Kosten der medizinischen Versorgung sowie Produktivitätsverluste eingespart.

Shih et al. [929] liefern mit ihrer Studie eine ökonomische Evaluation von Hautkrebspräventionsmaßnahmen in Australien. Beurteilt wurde die Kosteneffektivität des Hautkrebspräventionsprogramms SunSmart seit dessen Einführung zusammen mit der potenziellen Kosteneffektivität als ein verbessertes und fortlaufendes nationales Programm. Als primärer Endpunkt wurde die Reduktion der Melanom Inzidenz zurückführbar auf das Programm SunSmart festgelegt. Eine Nutzwertanalyse wurde verwendet, in welcher Kosten als Dollar und Outcomes als DALYs (= disability-adjusted life-years) ausgedrückt werden. DALYs werden verwendet, um die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus einer größeren australischen Forschung bezüglich 100 verschiedener Präventionsprogramme zu gewährleisten. Die vorliegende Studie verwendet Daten aus den drei Staaten Victoria, New South Wales und Queensland, um die Effektivität des Programms beurteilen zu können. Diese drei Staaten sind repräsentativ für drei Breitengradzonen mit verschiedenen UV-Expositionen. Melanom Inzidenzraten aus den Staaten werden verwendet, um zentrale Gesundheitsoutcomes zu modellieren. Aufgrund des SunSmart Programms wurden in Victoria im Zeitraum zwischen 1988 und 2003 mehr als 103.000 Hautkrebsfälle verhindert, darunter 9.000 Melanome und 94.000 Fälle mit weißem Hautkrebs. Des Weiteren wurden mehr als 1.000 Todesfälle verhindert, welches 28.000 DALYs und 22.000 Lebensjahren entsprach. Die Investitionen in das SunSmart Programm in der Vergangenheit erbrachten 3,6 australische Dollar pro investiertem Dollar mit einer angenommenen Abbaurate von 10 % pro Jahr für weißen Hautkrebs. Ein nachgerüstetes nationales Programm wird für die nächsten 20 Jahre auf eine Verhinderung von 120.000 DALYs mit assoziierten Reduktionen in der Nutzung von Ressourcen des Gesundheitswesens geschätzt. Es verbleibt eine dominierende Intervention, bei welcher jeder in SunSmart investierte australische Dollar rund 2,3 Dollar einsparen würde.

Eine weitere Studie von Shih et al. [930], aufbauend auf der Studie aus dem Jahr 2009, befasste sich mit der ökonomischen Evaluation künftiger Hautkrebsprävention in Australien. Ziel der Studie war es, die ökonomischen Referenzen für die Hautkrebsprävention zu aktualisieren und zu erweitern. Ökonomische Evaluationen wurden 2015 mit verschiedenen angewandten Methoden durchgeführt, darunter eine Kosteneffektivitätsanalyse und eine Kosten-Nutzen-Analyse sowie verschiedenen Studienperspektiven und einer kontrafaktischen Analyse bezogen auf die Krebsinzidenz zwischen den Jahren 1982 und 2011. Modellierte Outcomes umfassen „verhinderte Fälle“, „verhinderte Todesfälle“ sowie „gesundheitskorrigierte Lebensjahre (HALY = health-adjusted life-years)“. Die Analyse ergibt, dass die Durchführung von Interventionen in Form von einer koordinierten Reihe von Maßnahmen zur Hautkrebsprävention über einen Zeitraum von 20 Jahren (2011 bis 2030) für die Regierung zusätzliche Programmkosten von 63 Millionen australischen Dollar anfallen würden, jedoch ebenfalls auch eine Reihe von gesundheitlichen, finanziellen und ökonomischen Gewinnen für Australien liefern würde. Die prognostizierten gesundheitlichen Gewinne umfassen 140.000 Fälle von verhindertem Hautkrebs bei einer zusätzlichen Investition pro Kopf in die künftige Hautkrebsprävention von 0,16 australischen Dollar, die Verhinderung von 6.200 frühzeitigen Todesfällen sowie 111.000 gewonnene Lebensjahre und 92.600 gesundheitskorrigierte Lebensjahre. Die finanziellen Gewinne beinhalten Kosteneinsparungen im Gesundheitssektor von über 200 Millionen australischen Dollar und Produktivitätsgewinne in der Wirtschaft von 2.269 Millionen im Humankapitalansatz oder 221 Millionen australischen Dollar im Reibungskostenansatz. Abhängig von der Studienperspektive und -methode stellt sich das verbesserte Programm (siehe Studie Shih et al. 2009) entweder als dominant oder als höchst kosteneffektiv heraus. Unter dominant wird in diesem Sinne sowohl die Erzielung gesundheitlicher Gewinne als auch die Kosteneinsparungen verstanden. Das Programm gilt als kosteneffektiv,

wenn gesundheitliche Gewinne bei mäßigen Nettokosten erreicht werden. Die Gesamtkapitalrentabilität (ROI = return on investment) beträgt laut der Analyse 3,2 australische Dollar pro durch die Regierung in das Programm investiertem Dollar (Barwert, 3 % Diskontsatz), mit einem gesellschaftlichen Nettonutzen von 1,43 Billionen australischen Dollar.

In der bereits erwähnten retrospektiven Krankheitskostenstudie von Pil et al. (2016) wurden zusätzliche Analysen bezogen auf eine Sensibilisierungskampagne durchgeführt. Die Markov-Modell Simulation über 50 Jahre zeigte, dass von den 8 Milliarden Euro 228 Millionen Euro (2,8 %) durch eine Sensibilisierungskampagne eingespart werden könnten. Des Weiteren zeigte die Budget-Einfluss-Analyse, dass jeder Euro, der in eine Sensibilisierungskampagne investiert wird, dem Kostenträger des Gesundheitswesens langfristig 3,6 Euro einsparen würde. Nach einem Zeitraum von 50 Jahren würde die Sensibilisierungskampagne laut der Analyse zu einer Reduktion in der Prävalenz von diagnostiziertem malignem Melanom Stadium I von 11,3 % (absolute Anzahl: 10.954 bei Männern und 15.053 bei Frauen) führen. In dem Modell wurde über einen Zeitraum von 50 Jahren hinweg prognostiziert, dass 3.991 Todesfälle (1.593 Männer und 2.398 Frauen) mittels einer jährlichen Sensibilisierungskampagne verhindert werden würden.

Das systematische Review von Gordon und Rowell [9311] umfasst insgesamt 16 Studien, die über nationale Schätzungen der Kosten von Hautkrebs berichten sowie elf Studien, die über die Kosteneffektivität von Hautkrebsprävention oder Früherkennung berichten. Die Studien wurden bis August 2013 über die Programme Medline, Cochrane Library und der National Health Service Economic Evaluation Database eingeschlossen. Fokussiert wird sich hier auf Hautkrebs im Sinne eines MM, eines BZK und eines PEK. Abhängig von der Größe der betrachteten Population sind die jährlichen direkten Kosten des Gesundheitssystems für Hautkrebs in Australien, Neuseeland, Schweden und Dänemark am höchsten. Initiativen zur Hautkrebsprävention stellten sich als in hohem Maße kosteneffektiv heraus und könnten ebenfalls Kosten einsparen. Programme zur Früherkennung eines Melanoms bei Individuen mit einem hohen Risiko, dazu zählen beispielsweise ältere Männer oder Individuen mit einer familiären Vorgeschichte eines Melanoms, könnten ebenfalls kosteneffektiv sein. Weitere Analysen sind zur Bestätigung dieser Beobachtungen allerdings notwendig. Des Weiteren existiert eine signifikante Kostenbelastung durch Hautkrebs in vielen der analysierten Länder. Die Gesundheitsausgaben für Hautkrebs werden künftig als Folge einer Zunahme der Inzidenz von Hautkrebs steigen. Öffentliche Investitionen in die Hautkrebsprävention und Früherkennungsprogramme zeigen ein großes Potenzial für gesundheitlichen sowie ökonomischen Nutzen.

9.1.4 Gesundheitsökonomische Bewertungen spezifischer Maßnahmen der Primärprävention

Inga-Marie Hübner und Jessica Achter

Gordon et al. [932] analysierten in ihrer Studie die Kosteneffektivität einer Intervention mit dem Ziel, Männer in einem Alter von über 50 Jahren zu einer Selbstuntersuchung der Haut zu ermutigen, um einen Hautkrebs früh erkennen zu können. Die Kosteneffektivitätsanalyse wurde durchgeführt auf Basis der Daten einer Studie zum Hautbewusstsein sowie gewonnenen Daten eines Reviews von Literatur. Um diese Daten kombinieren zu können, wurde ein lebenslängliches Markov-Modell konstruiert. Im Rahmen der Hautbewusstseinsstudie wurden insgesamt 929 Teil-nehmer entweder der Interventions- oder der Kontrollgruppe randomisiert zugeteilt. Die Interventionsgruppe erhielt eine DVD zum Thema Selbstuntersuchung der Haut und der Bedeutsamkeit, bei verdächtigen Läsionen einen Arzt aufzusuchen. Des Weiteren erhielten die Teilnehmer Erinnerungen, die DVD zu schauen, eine grafische Darstellung des Körpers, um mögliche Lokalisationen von Hautläsionen notieren zu können sowie eine Broschüre zu der Differenzierung zwischen benignen und malignen Hautläsionen. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe erhielten lediglich die Broschüre. Alle Teilnehmer vervollständigten eine Einschätzung zum Zeitpunkt der Baseline sowie jeweils nach sechs und zwölf Monaten. Die primären Outcomes stellten Selbstuntersuchungen der Haut, klinische Untersuchungen der Haut durch einen Arzt, Selbstwirksamkeit sowie wahrgenommene soziale Unterstützung dar. Für eine Kohorte von älteren Männern über deren verbleibende Lebenszeit hinweg betrugen die durchschnittlichen Kosten pro Person für eine Früherkennungsintervention für Hautkrebs der Analyse zufolge 5.298 australische Dollar verglichen mit 4.684 australischen Dollar für eine gewöhnliche Versorgung. Die entsprechenden durchschnittlichen QALY betrugen 7,58 für die Interventionsgruppe und 7,77 für die Kontrollgruppe. Folglich, da die Intervention höhere Kosten und geringere gesundheitliche Gewinne bezüglich der QALYs verglichen mit einer gewöhnlichen Versorgung mit sich brachte, dominiert die gewöhnliche Versorgung in diesem Fall die Intervention. Bei Betrachtung der Gewinne bezüglich des Überlebens prognostizierte das Modell Kosten in Höhe von 1.059 australischen Dollar pro gerettetes Lebensjahr. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Intervention bei bis zu 50.000 gewonnenen australischen Dollar pro QALY kosteneffektiv war, belief sich auf 43,9 %. Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass obwohl die Intervention das Verhalten der Teilnehmer bezüglich der Selbstuntersuchung der Haut verbessert hat, die Männer angespornt hat, bei auffälligen Läsionen einen Arzt aufzusuchen, die Gesamtkosten und Effekte von einer höheren Entdeckungsrate von PEK, BZK und benignen Läsionen die positiven gesundheitlichen Gewinne von der Erkennung von mehr dünnen Melanomen überwogen hat.

Hirst et al. [933] untersuchten die lebenslängliche Kosteneffektivität von Hautkrebsprävention durch die Förderung eines täglichen Gebrauchs von Sonnencreme. Ein Markov-Modell wurde herangezogen, um die Daten aus einer gemeindebasierten randomisierten kontrollierten Studie durchgeführt in Australien zu integrieren sowie anderen epidemiologischen und veröffentlichten Quellen. Bei der kontrollierten Studie wurden insgesamt 1.621 Einwohner aus Nambour in Queensland per Randomisierung entweder der Sonnencreme Interventionsgruppe oder einer Kontrollgruppe zugeteilt. Die Interventionsgruppe wurde dazu ermutigt, jeden Morgen Sonnencreme mit dem Lichtschutzfaktor 15+ auf Gesicht, Nacken, Arme und Hände aufzutragen. Des Weiteren erhielten sie nach Bedarf eine oder mehrere Flaschen Sonnencreme. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe hingegen wurden dazu unterwiesen, Sonnencreme nach eigenem Ermessen zu verwenden. Der primäre Outcome der Studie stellten die

inkrementellen Kosten pro QALY dar. Der diskontierte inkrementelle Nutzen pro gewonnenem QALY der Sonnencreme Intervention belief sich auf 40.890 australische Dollar. Über die prognostizierte Lebenszeit der Interventionskohorte hinweg würde dies insgesamt 33 Melanome, 168 Plattenepithelkarzinome sowie 4 Melanom Todesfälle bei anfallenden Kosten von rund 808.000 australischen Dollar verhindern. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Sonnencreme Intervention kosteneffektiv war, belief sich auf 64 % bei einem Schwellenwert der Zahlungsbereitschaft von 50.000 australischen Dollar pro gewonnenem QALY.

Forschungsbedarf

Die hier dargestellten Studien belegen den hohen (ökonomischen) Nutzen von Maßnahmen der primären Prävention. Da es sich dabei ausschließlich um internationale Studien handelt, lässt sich ein deutlicher Forschungsbedarf für deutschlandspezifische Kosten-Nutzen-Analysen von Primärpräventionsmaßnahmen formulieren. Dabei besteht jedoch die Herausforderung, dass die derzeit implementierten Interventionen meist die Veränderung von kurzfristig messbaren Endpunkten anstreben (wie z.B. eine Verhaltensveränderung oder den Zuwachs von Wissen, vgl. hierzu Kapitel 5) und daher die Möglichkeiten des Einsatzes relevanter Effektmaße ökonomischer Bewertungen (siehe oben) beschränkt sind. Die Diskussion über die Integration gesundheitsökonomischer Fragestellungen in Praxisprojekte sollte daher künftig vorangetrieben werden.

9.2 Gesundheitsökonomische Bewertung von Maßnahmen der sekundären Prävention von Hautkrebs

Uwe Siebert, Igor Stojkov, Inga Hübner, Ursula Rochau

Der Einsatz von systematischen Entscheidungsanalysen zur Unterstützung der Entwicklung von S3 Leitlinien im Kontext des deutschen Gesundheitswesens wurde bereits 2001 als spezifische Komponente der Stufe S3 empfohlen [934], [935]. Deutsche Institutionen, die sich mit Health Technology Assessments befassen, empfehlen für die Durchführung von Kosten-Nutzen-Bewertungen ebenfalls den Einsatz entscheidungsanalytischer Modelle [936], [937]. Insbesondere im Bereich Sekundärprävention/Screening für Krebserkrankungen wie Brustkrebs oder Dickdarmkrebs wurden unterstützende entscheidungsanalytische Modellierungen von IQWiG beauftragt bzw. durchgeführt [938], [939].

Für die erste Aktualisierung der S3 Leitlinie wurde im Jahr 2019 eine systematische Literaturrecherche zu inkrementellen Kosteneffektivitätsanalysen zur sekundären Prävention von Hautkrebs einschließlich Hautkrebs-Screening durchgeführt. Im Rahmen der zweiten Aktualisierung erfolgte eine Updaterecherche mit gleichen Suchkriterien und Vorgehensweisen mit erweitertem Recherchezeitraum bis 03/2025.

Die Literaturrecherche wurde mit Hilfe der Suchoberfläche Pubmed in den elektronischen Datenbanken MEDLINE und PubMed Central (PMC) bis Oktober 2019 bzw. März 2025 durchgeführt. Es wurden keine Einschränkungen bezüglich des Startdatums des Suchzeitraums oder der geographischen Region der Studie vorgenommen. Die Suche in den elektronischen Literaturdatenbanken wurde durch eine manuelle Suche anhand der Referenzen der identifizierten Studien sowie durch eine Internetsuche ergänzt.

Eingeschlossen wurden alle Publikationen, welche Ergebnisse zu Kosteneffektivitätsanalysen berichteten. Es wurden sowohl Originalstudien als auch Reviews eingeschlossen. Ausgeschlossen wurden Studien, die kein Verhältnis zwischen Nutzen und Kosten berichteten, reine Risikofaktorstudien, Studien zu Primär- oder Tertiärpräventionsmaßnahmen, diagnostische Studien, prognostische Studien, Therapiestudien, sowie Studien ohne Bezug zu einer der relevanten Hautkrebsarten. Die Ergebnisse identifizierter systematischer Reviews mit umfassenden Suchstrategien wurden (a) zur Unterstützung der Auswahl weiterer einzuschließenden Studien sowie (b) zur Extraktion der Ergebnisse direkt aus diesen Reviews herangezogen. Weitere Details zum methodischen Vorgehen können dem Leitlinienreport entnommen werden.

9.3	Evidenzbasiertes Statement	modifiziert 2026
ST	Verschiedene Maßnahmen des Hautkrebs-Screenings sind basierend auf internationaler Evidenz als kosteneffektiv einzustufen. Screening bei Risikopersonen weist ein günstigeres Kosteneffektivitätsverhältnis auf als ein bevölkerungsweites Screening.	
Evidenzlevel **3** Oxford 2011	[927], [940], [941], [858], [942], [943], [944], [945], [946], [947], [948], [949]	
	Starker Konsens	

Im ersten Reviewschritt wurden neun Originalstudien mit Kosteneffektivitätsanalysen zu sekundärpräventiven Maßnahmen eingeschlossen [940], [944], [945], [946], [943], [942], [927], [858]. Durch die Updaterecherche konnten vier weitere Publikationen hinzugefügt werden [947], [948], [949], [731].

Sechs der eingeschlossenen Studien wurden in den USA [940], [942], [943], [944], [945],[947] drei in Australien [949], [858], [946], eine in Belgien [927], zwei in Großbritannien [948], [941] und eine in Deutschland [731] durchgeführt. Bei neun Studien [940], [941], [858], [943], [944], [945], [946], [948], [947] lag der Schwerpunkt auf malignem Melanom, bei einer auf BZK / PEK [942], bei drei Studien wurden alle Hautkrebsarten [731], [949], [927] eingeschlossen. Die Art der Screeningstrategien und die Vergleichsstrategien unterschieden sich in den verschiedenen Studien. Sieben Studien beinhalteten eine vorherige Risikostratifizierung, wovon fünf auf der Familien- oder persönlichen Anamnese [858], [944], [943] und zwei auf einer früheren Diagnose einer entzündlichen Darmerkrankung [940], [942] beruhten. Die restlichen Studien [941], [927], [731], [946], [948], [949] evaluierten das Screening in der Allgemeinbevölkerung unter Berücksichtigung verschiedener Screeningstrategien. Eine Studie [949] vergleicht die Effekte von Primärprävention mit Screening.

In sieben Studien wurde ein lebenslanger Zeithorizont evaluiert und sechs Studien verwendeten einen kürzeren Zeithorizont. In acht Studien wurden Kohorten-Zustandsübergangsmodellelle mit Kohortensimulation verwendet, in zwei Studien Entscheidungsbaummodelle, in einer Studie ein individuenbasiertes Zustandsübergangsmodell mit Mikrosimulation und in einer Studie ein Modell zur diskreten Ereignissimulation implementiert.

Tabelle 24 sind die Studien zu entnehmen, bei denen gesundheitsbezogenen Nutzen in Bezug auf qualitätsadjustierte Lebensjahre (QALY) sowie das inkrementelle Kosteneffektivitätsverhältnis berichtet wurde.

Tabelle 24: Qualitätsadjustierte Lebensjahre (QALY) und inkrementelles Kosten-Nutzen-Verhältnis der eingeschlossenen Studien

Publikation	Screening-Szenario		Inkrementelle QALYs		Inkrementelles Kosten-Nutzen-Verhältnis in Währung pro zusätzlichem QALY
Freedberg 1999 Decision tree model	Einmaliges Screening bei Personen ab 20 Jahren mit hohem Risiko („hellhäutige Personen, die leicht Sonnenbrand bekommen und schlecht bräunen, oder Personen mit einer familiären Vorgeschichte von Hautkrebs, intensiver bzw. umfangreicher Sonnenexposition oder einer überdurchschnittlich hohen Anzahl an Nävi)		n.r.		US$30,36/QALY
Losina et al. 2007 State-transition model; Cohort simulation	Personen aus der Allgemeinbevölkerung ab Alter 50	einmaliges Screening	1,6 QALYs pro 1.000 Screenings	Komparator: kein Screening	US$10,10/QALYG
		jährliches Screening	5,2 QALYs pro Screenings		US$586,80/QALY
		ein Screening alle zwei Jahre	4,4 QALYs pro 1.000 Screenings		US$80,70/QALY
	Geschwister von Patienten mit einem Melanom (relatives Risiko 2,24 verglichen mit der Allgemeinbevölkerung)	einmaliges Screening	3,6 QALYs Screenings	Komparator: kein Screening	US$4,00/QALY
		jährliches Screening	11,4 QALYs pro 1.000 Screenings		US$257,80/QALY
		ein Screening alle zwei Jahre	9,8 QALYs pro 1.000 Screenings		US$35,50/QALY
	Bei Melanom-Patienten Geschwistern mit	einmaliges Screening	n.r.	Komparator:	US$900/QALY

Publikation	Screening-Szenario		Inkrementelle QALYs		Inkrementelles Kosten-Nutzen-Verhältnis in Währung pro zusätzlichem QALY
	erhöhtem Risiko (Relatives Risiko 5,56 verglichen mit der Allgemeinbevölkerung)	jährliches Screening	n.r.	kein Screening	US$99,80/QALY
		ein Screening alle zwei Jahre	n.r.		US$14,70/QALY
Watts et al 2017 State-transition model; Cohort simulation	Personen mit hohem Melanomrisiko intensive Hautüberwachung in einer spezialisierten Hochrisiko-Klinik Komparator: Standardversorgung		Mean QALY gain = 0.31 (95% CI, 0.27 to 0.35)		dominant
Pil et al. 2017 State-transition model; Cohort simulation	populationsbasierten Hautkrebs-Screenings in Belgien mit einem Alter von über 18 Jahren	Ganzkörperuntersuchung der Haut	n.r		33,07€/QALY bei Männern und 18,69€/QALY bei Frauen
		Läsionsgerichtetes Screening	n.r		34,84€/QALY bei Männern und 19,47€/QALY bei Frauen
Okafor et al. 2013 Discrete-event model; Microsimulation	Screening für weißen Hautkrebs bei Patienten mit Morbus Crohn Komparator: Screeningsszenarien gegeneinander	jährliches Screening	26 QALYs (95% CI: 22-29)		US$3,26/QALY
		zweijährliches Screening	24,5 QALYs (95%CI: 21-25)		US$328,00/QALY
Anderson et al. 2018 State-transition model; Cohort simulation	jährliches Hautkrebs-Screening bei Patienten ab 40 Jahren mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen Komparator: Screeningraten durch GP		9,2 gewonnenen QALYs pro 1.000 Patienten,		US$203,40/QALY

Publikation	Screening-Szenario		Inkrementelle QALYs		Inkrementelles Kosten-Nutzen-Verhältnis in Währung pro zusätzlichem QALY
	zweijährliches Hautkrebs-Screening bei Patienten ab 40 Jahren mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen Komparator: Screeningraten durch GP		6,2 QALYs pro 1.000 Personen		US$143,96/QALY
	einmaliges Hautkrebs-Screening bei Patienten ab 40 Jahren mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen Komparator: Screeningraten durch GP		0,4 QALYs pro 1.000		< als vorherige Auswertungen
Wilson et al. 2018 State-transition cohort model combined with a decision tree model	Kontinuierliche Überwachung von Personen mit hohem Risiko (selbstausfüllbarer Risiko-Score 0-67 Punkte) mit nach Scoreergebnis angepasssten Screeningstrategien von „kein Screening“ (<14 Punkte) bis „jährliches Screening“ (Score >43 Punkte) Komparator: Status Quo		21,082 QALYs vs. 21,066 QALYs Status Quo		£10,198.57/QALY
Adamson et al. 2020 State-transition model; Cohort simulation	Melanom-Screening bei kaukasischen Männern zwischen 50 und 75 Jahren Komparator: Standardversorgung	jährlich ab 50	18.2993 QALYs pro Person		US$116,64/QALY
		jährlich ab 60	18.2952 QALYs pro Person		Weak dominance
		zweijährig ab 50	18.2952 QALYs pro Person		US$67,97/QALY
		zweijährig ab 60	18.2917 QALYs pro Person		US$26,50/QALY

Publikation	Screening-Szenario		Inkrementelle QALYs		Inkrementelles Kosten-Nutzen-Verhältnis in Währung pro zusätzlichem QALY
		fünfjährig ab 50	18.2889 QALYs pro Person		Weak dominance
		fünfjährig ab 60	18.2876 QALYs pro Person		US$25,92/QALY
Gordon et al. 2020: State-transition model; Cohort simulation	Einmalige klinische Hautuntersuchung bei Personen ab 20 Jahre vs. Primäre Prävention (UV-Schutz) Komparator: Status Quo	ab 30 Jahren	inkrementelle QALYs Primäre Prävention versus Früherkennung: 848		inkrementelle Kosten Primäre Prävention versus Früherkennung: −112,00 AU$
		ab 40 Jahren	inkrementelle QALYs Primäre Prävention versus Früherkennung: 1332		inkrementelle Kosten Primäre Prävention versus Früherkennung: −113,30 AU$
		ab 50 Jahren	inkrementelle QALYs Primäre Prävention versus Früherkennung: 1886		inkrementelle Kosten Primäre Prävention versus Früherkennung: −93,10AU$

In den weiteren inkludierten Studien wurden die gewonnenen Lebensjahre (GLJ) fokussiert:

Beddingfield skizziert und modelliert verschiedene Screeningszenarien und berichtet Kosten pro gewonnens Lebensjahr [944]. Hierbei werden die höchsten Kosten pro gewonnenes Lebensjahr von US$172,28 für ein einmaliges Screening in einer kaukasischen Population mit durchschnittlichem Risiko ohne Altersbegrenzung ermittelt und die geringsten Kosten pro gewonnenes Lebensjahr von US$18,90 für ein einmaliges Screening bei Männern 50+ mit moderatem Risiko.

Bei den Analysen von Girgis et al. lag die Kosteneffektivität bei Männern zwischen AU$6,85 pro gewonnenem Lebensjahr, wenn das Screening (nicht-anlassbezogene Ganzkörperuntersuchung, Population 50+) alle fünf Jahre durchgeführt wurde, und AU$12,14 , wenn das Screening alle zwei Jahre erfolgte. Bei Frauen lag sie zwischen AU$11,10 , für ein Screening alle fünf Jahre und AU$20,88 für ein Screening alle zwei Jahre [946].

In der Analyse von Buja et al. zeigt sich eine Dominanz eines Screenings hinsichtlich der Kosten und des durchschnittlichen Überlebens sowohl in der Allgemeinbevölkerung ab 20 Jahren als auch bei Melanompatienten (Melanompatienten: Durchschnittliches Überleben +0.32702 (0.23340–0.42235) Jahren im Vergleich zu Standardversorgung und durchschnittliche Kosten −14,898.12 (−18550.01 to −11,013.35) £; Allgemeinbevölkerung: Durchschnittliches Überleben +0.00014 (0.00009–0.00019) Jahren im Vergleich zu Standardversorgung und durchschnittliche Kosten −2,59 (−5,27 to −0.04) £) [948]. Wobei das Screening spezifisch für die Melanom effektiver erscheint.

Die Analyse von Baltus et al. ist die einzige Studie, die sich mit dem Hautkrebs-Screening in Kontext des deutschen Gesundheitssystems beschäftigt [731]. Hierbei zeigt sich, dass das derzeitige zweijährige Screeningszenario in der Modellierung vs. Kein Screening ein inkrementelles Kosteneffektivitätsverhältnis von 16,48€ pro LYG hat. Ein Screening alle drei Jahre vs. kein Screening ergibt ein inkrementelles Kosteneffektivitätsverhältnis 13,50 €/LYG und ein zweijähriges Screening mit hoher Teilnahmerate vs. Kein Screening: 16,67€/LYG.

Die unterschiedlichen Studien weisen unterschiedliche Stärken und Limitationen auf. Der Evidenzkörper weist in Summe auf eine Kosteneffektivität des HKS insbesondere bei einem risikoadaptierten Vorgehen hin.

Limitationen

Die Kosteneffektivität des Hautkrebs-Screenings ist u. a. abhängig von den Kosten der Screeningmaßnahmen, Tests und Folgetherapien, von der Prävalenz und Inzidenz des Hautkrebses und der potenziellen Teilnahmerate in Deutschland. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse aus anderen Ländern nicht unmittelbar übertragbar. Für den deutschen Kontext liegt allerdings nur eine Studie vor mit der Schlussfolgerung: „Comparing simulated and observed effects shows little agreement.“ [731]. Darüber hinaus unterliegt auch diese Modellierung diversen Limitationen, wie Vereinfachungen bei der Implementierung von Compliance, Anzahl der möglichen Krebserkrankungen und die Integration von Überdiagnosen.

Forschungsbedarf

Um eine umfassende Entscheidungsunterstützung bezüglich der kurz- und langfristigen Konsequenzen für eine Reihe an möglichen Screeningstrategien (mit verschiedenen Altersgrenzen und Screeningintervallen) einschließlich risikoadaptierter Vorgehensweisen durchführen zu können, ist deshalb die Weiterentwicklung entscheidungsanalytischer Modelle (z. B. Zustands-Übergangs-Modelle) für den spezifischen Kontext des deutschen Gesundheitssystems erforderlich, in welchem die relevante und aktuell verfügbare Evidenz zu epidemiologischen und klinischen Parametern, patientenrelevantem Nutzen und Schaden sowie Ressourcenverbrauch und Kosten zusammengeführt werden [950], [951], [952], [953], um das Screening effektiv, mit einer sinnvollen Nutzen-Schaden-Balance und effizient zu gestalten.

Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz entscheidungsanalytischer Modelle im Kontext der S3-Leitlinienentwicklung für die S3-Leitlinie „Prävention des Zervixkarzinoms“ zur Evaluation von langfristigem Nutzen, Schaden und der Kosteneffektivität verschiedener Strategien des Zervixkarzinomscreenings, wo multiple Strategien bezüglich Altersgrenzen, Screeningtests und Intervallen analysiert und verglichen wurden.

10 Dokumentation der Änderungen von Version 2.1 zu Version 3.0

Tabelle 25: Änderungsdokumentation

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
4.2	In den klinischen Krebsregistern sollen die Basalzellkarzinome (auch die bei einer Person multipel auftretenden Basalzellkarzinomen) und Plattenepitelkarzinome mit in die Registrierung aufgenommen werden.	4.1	Die Landeskrebsregister sollen alle bösartigen Hauttumoren (auch die bei einer Person multipel auftretenden Tumoren) erfassen und zumindest Diagnose, Pathologie und Tod – idealerweise auch Therapie und Verlauf – dokumentieren.	modifiziert 2026
		4.2	Auf Basis der in der systematischen Recherche ausgewerteten Evidenz wird UV-Strahlung als Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs bestätigt.	neu 2026
		5.1	Damit ein wirkungsvoller Schutz vor UV-Strahlung erreicht werden kann, sollen folgende Maßnahmen in Kombination und in folgender Reihenfolge angewendet werden: 1. Vermeidung starker UV-Exposition 2. Tragen geeigneter Kleidung 3. Anwendung von Sonnenschutzmitteln	neu 2026
		5.2	Zur Einschätzung der UV-Intensität soll der UV-Index herangezogen werden.	neu 2026
		5.3	Die dem jeweiligen UV-Index-Bereich zugeordneten Schutzmaßnahmen sollen ergriffen werden.	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
		5.4	Bei UV-Index 3 bis 7 soll in den Mittagsstunden Schatten aufgesucht werden. Ab UV-Index 8 soll tagsüber Schatten aufgesucht werden und in der Mittagszeit der Aufenthalt im Freien möglichst vermieden werden.	neu 2026
		5.5	Intensive UV-Exposition (z. B. Sonnenbaden) sowie jeglicher Sonnenbrand sollen vermieden werden.	neu 2026
5.13	Säuglinge sollen der direkten Sonne nicht ausgesetzt werden.	5.6	Kinder im ersten Lebensjahr sollen nicht der direkten Sonne ausgesetzt werden.	modifiziert 2026
		5.9	Auf Basis der in der systematischen Recherche identifizierten Evidenz kann nicht eingeschätzt werden, ob Sonnenschutzmittel einen ausreichenden Schutz vor Hautkrebs bieten.	modifiziert 2026
		5.10	Sonnenschutzmittel sollen auf alle Hautstellen aufgetragen werden, die nicht durch Kleidung geschützt sind.	neu 2026
		5.11	Auch bei Anwendung von Sonnenschutzmitteln soll die Zeitspanne intensiver UV-Exposition so kurz wie möglich gehalten werden.	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
		5.12	Es sollen Sonnenschutzmittel mit hohem bzw. sehr hohem Schutz angewendet werden.	neu 2026
		5.13	Der Lichtschutzfaktor (LSF/SPF) soll nicht dafür verwendet werden, die Zeit bis zum Auftreten eines Sonnenbrandes und damit eine vermeindliche risikofreie Zeit zu berechnen.	neu 2026
		5.14	Die Empfehlungen der Europäischen Kommission über die Wirkung von Sonnenschutzmitteln und diesbezüglichen Herstellerangaben (Aktenzeichen K(2006) 4089) sollen durch die Hersteller von Sonnenschutzmitteln umgesetzt werden. Die Zahlenwerte für den Lichtschutzfaktor (LSF) sollen durch die Kategorien „niedriges“, „mittleres“, „hohes“ und „sehr hohes Schutzniveau“ auf dem Produktetikett ersetzt werden.	neu 2026
		5.15	Sonnenschutzmittel sollen Schutz im UVA- und UVB-Bereich gewährleisten und dies soll durch nur eine Kennzeichnung auf dem Produkt sichtbar gemacht werden.	neu 2026
		5.16	Es sollen Sonnenschutzmittel mit einem breitbandigem Leistungsspektrum inkl. ausreichendem UVA-Schutz angewendet werden. Es können sowohl Produkte mit löslichen oder unlöslichen Filtern, als auch mit Kombination beider Filterarten angewendet werden.	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
		5.17	Sonnenschutzmittel in Form von Aerosol-Spray mit Treibgas sollen nicht verwendet werden.	neu 2026
		5.18	Für Produkte, die zwar UV-Filter enthalten, jedoch nicht primär dem UV-Schutz dienen (z. B. Tagescreme oder Make-up), soll auch die Empfehlung der Europäischen Kommission über die Wirkung von Sonnenschutzmitteln und diesbezüglichen Herstellerangaben (Aktenzeichen K(2006) 4089)) gelten.	neu 2026
		5.19	Sonnenschutzmittel sollen: vor der Sonnenexposition, gleichmäßig auf allen freien Hautflächen, in ausreichender Menge, nach Abrieb (spätestens nach 2 Stunden) und nach dem Baden erneut aufgetragen werden, da Nachcremen die Wirkung erhält. Auch wiederholtes Auftragen verlängert die Schutzzeit nicht. (keine Verlängerung der Schutzzeit)	neu 2026
		5.20	Die Bevölkerung soll über den Nutzen, aber auch über die Limitationen von Sonnenschutzmitteln informiert und für die empfohlene Anwendung sensibilisiert werden.	neu 2026
		5.21	Werbende Aussagen, die eine risikofreie/gesunde UV-induzierte Bräunung der Haut durch die Anwendung von Sonnenschutzmitteln suggerieren, sind nach Auffassung der	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
			Leitliniengruppe gemäß des „Gesetzes über den unlauteren Wettbewerb“ irreführend.	
		5.22	Aus Sicht des Umweltschutzes sollte zur Hautkrebsprävention die Vermeidung starker UV-Exposition und das Tragen geeigneter Kleidung gegenüber der Nutzung von Sonnenschutzmitteln bevorzugt sowie der Eintrag von UV-Filtern und weiteren Bestandteilen von Sonnenschutzmitteln in die Umwelt reduziert werden.	neu 2026
5.10	Die Nutzung von Solarien soll vermieden werden, um das Risiko für die Entstehung von Hautkrebs (insbesondere des Melanoms) zu reduzieren.	5.23	Solarien sollen nicht genutzt werden, da dadurch das Risiko für die Entstehung von Hautkrebs, insbesondere des Melanoms, steigt.	modifiziert 2026
		5.27	Maßnahmen der primären Prävention sollen darauf abzielen die UV-Exposition zu reduzieren und dadurch das Hautkrebsrisiko zu senken.	neu 2026
		5.28	Es sollen verhaltens- und verhältnispräventive Ansätze zum UV-Schutz umgesetzt werden.	neu 2026
		5.29	Maßnahmen der primären Verhaltensprävention sollen auf den in dieser Leitlinie ausgesprochenen Verhaltensweisen zur Risikominderung (siehe [5.1]-[5.10]) basieren.	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
5.38	Eltern von Säuglingen und Kleinkindern sollen über einen angemessenen Sonnenschutz für ihre Kinder informiert werden. Hierzu sollen auch die regelmäßigen Früherkennungsuntersuchungen genutzt werden. AG Primäre Prävention	5.32	Betreuungspersonen von Kindern sollen von deren Geburt an über einen UV-Schutz für ihre Kinder informiert und bei der Umsetzung eines effektiven UV-Schutzverhaltens gefördert werden.	modifiziert 2026
5.39	Um das Sonnenschutzverhalten zu verbessern, sollten Interventionen zum UV-Schutz an Schulen und Vorschulen oder Kindertagesstätten durchgeführt werden. AG Primäre Prävention	5.33	Um das UV-Schutzverhalten zu verbessern, sollen Interventionen zum UV-Schutz in unterschiedlichen Settings durchgeführt werden, zum Beispiel in Kindertagesstätten, Familienbildungsstätten, Schulen, Sportvereinen und Freizeiteinrichtungen.	modifiziert 2026
5.26	Erziehungsberechtigte mit Kindern im Kindergartenalter sowie Erzieher, Lehrer und Leiter von Kindertagesstätten sollen über die UV-Strahlung als Risikofaktor für Hautkrebs und über die unzureichende Schutzfunktion von Wolken vor UV-Strahlung aufgeklärt werden. AG Informationsgrundlage Bevölkerung	5.35	Personen, die eine erhöhte Vulnerabilität für Schäden durch UV-Exposition und damit ein erhöhtes Hautkrebsrisiko haben, sollen besonders über UV-Strahlung und den UV-Schutz aufgeklärt und bei der Umsetzung von UV-Schutzverhalten unterstützt werden.	modifiziert 2026
5.22	Edukative Maßnahmen zu UV-Strahlung und Schutzmaßnahmen in Kindergärten oder Schulen können Wissen zu UV-Schutz verbessern. AG Primäre Prävention	5.36	Edukative Maßnahmen zu UV-Strahlung und Schutzmaßnahmen können Wissen zu UV-Schutz verbessern. Neben der Förderung des Wissens sollen die edukativen Maßnahmen außerdem zum Ziel haben, tatsächliches UV-Schutzverhalten zu fördern.	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
5.27	Interventionen, die auf eine nachhaltige Beeinflussung des Verhaltens abzielen, sollen aus mehreren Komponenten bestehen, intensiv und auf Wiederholung angelegt sein. AG Primäre Prävention	5.38	Maßnahmen zur Vermittlung primärer Verhaltensprävention sollen idealerweise aus mehreren Komponenten bestehen, intensiv und auf Wiederholung angelegt sowie multimedial und interaktiv gestaltet sein und mehrere Kommunikationskanäle nutzen.	modifiziert 2026
5.31	Bildungs- und Schulungsprogramme zur primären Prävention von Hautkrebs sollten die Zielpersonen einzeln ansprechen („individual-level-interventions“) und dabei individualisierte Informationen und Feedbackelemente beinhalten. AG Informationsgrundlage der Bevölkerung	5.39	Bildungs- und Schulungsprogramme zur primären Prävention von Hautkrebs sollten die Zielpersonen einzeln ansprechen („individual-level-interventions“) und dabei individualisierte/personalisierte Informationen und Feedbackelemente beinhalten.	modifiziert 2026
5.23	UV-Risikokommunikation sollte alltagsrelevante Aspekte, die subjektive Nutzenwahrnehmung der UV-Exposition und das Schönheitsideal gebräunter Haut adressieren. Einen wichtigen Ansatzpunkt der Kommunikation sollten gesellschaftliche Idealvorstellungen und Verhaltensroutinen hinsichtlich gebräunter Haut und Sonnenbaden bilden. AG Informationsgrundlage Bevölkerung	5.41	Die mit dem Schönheitsideal gebräunter Haut zusammenhängende Schaden-Nutzen-Wahrnehmung der UV-Exposition hat maßgeblichen Einfluss auf das UV-Schutzverhalten. Zur Steigerung des UV-Schutzverhaltens sollen daher gesellschaftliche Idealvorstellungen und Verhaltensroutinen hinsichtlich gebräunter Haut und Sonnenbaden in Präventionsmaßnahmen adressiert werden.	modifiziert 2026
5.32	Die Informierung kann über Eltern, Lehrer, Erzieher, Peers und andere Multiplikatoren erfolgen. AG Informationsgrundlage der Bevölkerung	5.42	Bei der Vermittlung von UV-Schutzmaßnahmen und der Durchführung von Präventionsprogrammen sollten Eltern,	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
			pädagogische Fachkräfte, Peers und andere Multiplikatoren einbezogen werden.	
5.24	Das mediale Informationsangebot zur Hautkrebsprävention soll qualitativ und quantitativ ausgebaut werden, da Medien die wichtigste Informationsquelle für Erwachsene darstellen. AG Informationsgrundlage Bevölkerung	5.44	Das mediale Informationsangebot zur Hautkrebsprävention soll qualitativ und quantitativ ausgebaut werden, da digitale und soziale Medien die wichtigste Informationsquelle für Erwachsene und jüngere Zielgruppen darstellen. Dabei soll die Bereitstellung zielgruppengerechter und evidenzbasierter Inhalte im Vordergrund stehen, um Fehlinformationen („Fake News“) in sozialen Medien wirksam entgegenzuwirken.	modifiziert 2026
		5.45	Die Entwicklung und Verbreitung von evidenzbasierten Informationsangeboten kann in Kooperation mit Institutionen, Fachgesellschaften und qualifizierten Medienschaffenden erfolgen, um Glaubwürdigkeit und Reichweite zu erhöhen. Die Einbindung von Meinungsführern und Influencern kann hilfreich sein, sofern die Inhalte evidenzbasiert und werbefrei vermittelt werden.	neu 2026
5.25	Die digitale Medienkompetenz als Teil der Gesundheitskompetenz der Bevölkerung sollte gefördert werden, um gezielter Informationen zu Hautkrebs und Hautkrebsprävention zu finden, zu verstehen	5.46	Die digitale Medienkompetenz als Bestandteil der Gesundheitskompetenz der Bevölkerung sollte gezielt gefördert werden, um verlässliche Informationen zu Hautkrebs und Hautkrebsprävention in digitalen Medien – insbesondere in sozialen Netzwerken- zu finden, zu verstehen, kritisch zu bewerten und im Alltag anzuwenden. Dadurch können der	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	und in ihrer Qualität beurteilen zu können. AG Informationsgrundlage Bevölkerung		Einfluss von Desinformation reduziert und die selbstbestimmte Gesundheitsentscheidung gestärkt werden.	
		5.47	Im ärztlichen Gespräch soll anlassbezogen zum UV-Schutz beraten werden. Geeignete Anlässe hierfür sind die regelmäßigen Früherkennungsuntersuchungen (U- bzw. J-Untersuchungen) bei Kindern und Jugendlichen, die Gesundheitsuntersuchung sowie das Hautkrebs-Screening.	modifiziert 2026
		5.48	Im Rahmen der ärztlichen Beratung soll der Patient für UV-Schutz sensibilisiert und bei der Umsetzung von UV-Schutzverhalten unterstützt werden. Dabei soll auf die empfohlenen verhaltensbezogenen UV-Schutzmaßnahmen (siehe [5.1] bis [5.20], [5.22], [5.23]) eingegangen und der Patient auf individuelle Besonderheiten sowie das Vorhandensein von Risikofaktoren hingewiesen werden.	modifiziert 2026
		5.49	Verhältnispräventive Maßnahmen der Hautkrebsprävention zum UV-Schutz sollen auf folgenden Ebenen ansetzen:· Bund und Länder· Städte und Kommunen· Forschung und Entwicklung· Bildung· Medien	modifiziert 2026
		5.50	Der Verkauf und kommerzielle Betrieb von Solarien als Verbraucherprodukte soll zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung nicht weiter gestattet werden	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
5.45	Der UV-Index sollte als Teil von Sonnenschutzempfehlungen stärker kommuniziert, in den Medien verankert und als Hilfsmittel im Rahmen von UV-Schutz-Kampagnen genutzt werden. Dabei muss auf eine verständliche Erklärung des UVI geachtet werden, damit er im Sinne des UV-Schutzes richtig verstanden und genutzt wird. AG Primäre Prävention	5.53	Der UV-Index soll im Rahmen von UV-Schutzempfehlungen und UV-Schutz-Kampagnen genutzt werden. Der UV-Index soll im öffentlichen Raum sichtbar gemacht werden. Auf eine verständliche Erklärung des UV-Index soll geachtet werden, damit er im Sinne des UV-Schutzes richtig verstanden und genutzt wird.	modifiziert 2026
		6.1	Bewölkung, Ozon in der Atmosphäre und Aerosole in der Luft beeinflussen die bodennahe UV-Strahlung. Der Klimawandel hat Einfluss auf die vorgenannten Faktoren.	modifiziert 2026
6.2	Klimawandel bedingt steigende Lufttemperaturen und Veränderungen der UV-Strahlungsbelastung haben Einfluss auf die Morbidität der Gesellschaft. Ein Einfluss auf die Mortalität kann derzeit nur in Bezug auf steigende Lufttemperaturen gesehen werden. Inwieweit der Klimawandel im Zusammenwirken mit den Vorgängen in der stratosphärischen Ozonschicht Auswirkungen auf Inzidenz und Prävalenz des Hautkrebses hat oder haben wird, kann derzeit lediglich unter vereinfachten Annahmen quantifiziert werden. Anpassungsstrategien an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sollen dementsprechend Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung	6.2	Es gibt Anhaltspunkte, dass klimawandelbedingte Veränderungen der UV-Strahlung Einfluss auf die Morbidität und Mortalität in der Bevölkerung haben werden. Daher sollen Anpassungsstrategien in Bezug auf die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung UV- bedingter Erkrankungen, insbesondere von Hautkrebs, im Fokus haben.	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	UV- und hitzebedingter Erkrankungen, insbesondere von Hautkrebs, im Fokus haben.			
		6.4	Das vom Temperaturempfinden beeinflusste Verhalten hat Einfluss auf die individuelle Exposition gegenüber UV-Strahlung. Dies sollte bei der Gestaltung von Präventionsmaßnahmen berücksichtigt werden.	modifiziert 2026
6.6	Bebauung, bautechnische Maßnahmen und vor allem Bepflanzung (Bäume, Gebäudebegrünungen und Rasenflächen), die einzeln und in Kombination eine effektive Reduzierung hoher Sonnenstrahlungsbelastungen ermöglichen, sollen verstärkt in Klimaanpassungsstrategien von Bund und Kommunen integriert sein. Insbesondere bei Flächen mit hohem Rückstrahlvermögen soll bei der Bebauung eine gute Verschattung und ggf. Überdachungen mit Verschattungselementen gewährleistet sein. Durch informierte Planung der Tagesabläufe in Kindergärten und Schulen sowie Arbeitsplanung sollen Sonnenstrahlungsbelastungen reduziert werden.	6.6	Bebauung, bautechnische Maßnahmen und Bepflanzung die einzeln und in Kombination eine effektive Reduzierung hoher UV-Strahlungsbelastungen ermöglichen, sollen verstärkt in Klimaanpassungsstrategien von Bund, Ländern und Kommunen integriert sein. Insbesondere bei Flächen mit hohem Rückstrahlvermögen soll eine gute Verschattung und ggf. Überdachungen mit Verschattungselementen gewährleistet sein. Durch informierte Planung der Tagesabläufe in Kindergärten und Schulen sowie Arbeitsplanung sollen UV-Strahlungsbelastungen reduziert werden.	modifiziert 2026
		7.1	Die arbeitsbezogene UV-Exposition beeinflusst das Hautkrebsrisiko (insbesondere NMSC). Maßnahmen zur	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
			Reduktion der arbeitsbezogenen UV-Exposition sollen daher umgesetzt werden.	
7.1	Sind Beschäftigte im Freien arbeitsbedingt einer intensiven UV-Strahlung ausgesetzt, sollen gezielte technische, organisatorische und personenbezogene Schutz- und Präventionsmaßnahmen im Arbeitsalltag integriert werden	7.2	Sind Beschäftigte im Freien arbeitsbedingt einer regelmäßigen UV-Strahlung ausgesetzt, sollen gezielte technische, organisatorische und personenbezogene Schutz- und Präventionsmaßnahmen im Arbeitsalltag integriert werden	modifiziert 2026
7.4	Organisatorische Maßnahme: Notwendige Mittel (z.B. Sonnenhut mit Krempe und Nackenschutz, Sonnenbrille, bedeckende Kleidung, Sonnenschutzmittel) zum Schutz vor UV-Strahlung sollen am Arbeitsplatz bereitgestellt werden.	7.5	Personenbezogene Maßnahme: Notwendige Mittel (z. B. Sonnenhut mit Krempe und Nackenschutz, Sonnenbrille, bedeckende Kleidung, Sonnenschutzmittel) zum Schutz vor UV-Strahlung sollen am Arbeitsplatz bereitgestellt werden.	modifiziert 2026
7.7	Personenbezogene Maßnahme: Körperstellen, die durch Textil nicht bedeckt oder beschattet werden können, sollen mit geeigneten Sonnenschutzmitteln eingecremt werden.	7.8	Personenbezogene Maßnahme: Körperstellen, die durch Textil nicht bedeckt werden können, sollen mit geeigneten Sonnenschutzmitteln eingecremt werden. Die Anwendung von Sonnenschutzmittlen wird in den Empfehlungen [5.10] bis [5.13], [5.16], [5.17] und [5.19] genauer beschrieben.	modifiziert 2026
8.1	Negative Folgen eines Hautkrebs-Screenings bestehen in Exzisionen mit gutartiger Histologie (falsch-positive Tests). Die in Studien beschriebene Number-Needed-to-Excise reicht hierbei von 3,25 bis 179, d.h. zwischen 3,25 und 179 Exzisionen sind	8.1	Negative Folgen eines Hautkrebs-Screenings bestehen in Exzisionen mit gutartiger Histologie (falsch-positive Tests). Die in Studien beschriebene Number-Needed-to-Excise reicht hierbei von 3,25 bis 179, d. h. zwischen 3,25 und	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	nötig, um einen malignen Hauttumor histologisch zu bestätigen.		179 Exzisionen sind nötig, um einen malignen Hauttumor histologisch zu bestätigen.	
8.8	Der zu Screenende soll zu Beginn des Screenings / der Verdachtsdiagnostik nach Veränderungen an seiner Haut befragt werden.	8.5	Es soll zu Beginn des Screenings eine Anamnese zu Hautveränderungen und zu Ergebnissen einer Haut-Selbstuntersuchung erfolgen.	modifiziert 2026
8.4	Zum Screening von Hautkrebs soll eine Ganzkörperinspektion durchgeführt werden.	8.6	Zum Hautkrebs-Screening soll gemäß Krebsfrüherkennungs-Richtlinie eine ärztliche standardisierte Ganzkörperinspektion der Haut durchgeführt werden.	modifiziert 2026
8.20	Im Rahmen der Prävention von Hautkrebs sollte ein Hautkrebs-Screening angeboten werden.	8.9	Im Rahmen der Prävention von Hautkrebs sollte ein Hautkrebs-Screening gemäß KFE-RL angeboten werden.	modifiziert 2026
8.21	Sondervotum der DEGAM und der DGHNO Die Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Familienmedizin (DEGAM) bewertetsowie die Deutsche Gesellschaft Deutsche Gesellschaft für HNO-Heilkunde (DGHNO), Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. bewerten die Evidenz für den Nutzen eines generellen Hautkrebs-Screenings im Vergleich zu einem opportunistischen Screening, in Übereinstimmung mit internationalen Institutionen weiterhin als unzureichend. Seit der Einführung des Hautkrebs-Screening ist die Mortalität am Hautkrebs in Deutschland nicht gesunken. Daher soll kein anlassloses Hautkrebs-	8.10	Sondervotum der DEGAM und der DGHNO Die Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Familienmedizin (DEGAM) bewertet sowie die Deutsche Gesellschaft Deutsche Gesellschaft für HNO-Heilkunde (DGHNO), Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. bewerten die Evidenz für den Nutzen eines generellen Hautkrebs-Screenings im Vergleich zu einem opportunistischen Screening, in Übereinstimmung mit internationalen Institutionen weiterhin als unzureichend. Seit der Einführung des Hautkrebs-Screening ist die Mortalität am Hautkrebs in Deutschland nicht gesunken. Daher soll kein anlassloses Hautkrebs-Screening angeboten werden. Im Einzelfall kann eine Früherkennung auf Hautkrebs nach	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	Screening angeboten werden. Im Einzelfall kann eine Früherkennung auf Hautkrebs nach ausgewogener Aufklärung über Vor- und Nachteile durchgeführt werden, insbesondere bei Menschen mit erhöhtem Risiko.		ausgewogener Aufklärung über Vor- und Nachteile durchgeführt werden, insbesondere bei Menschen mit erhöhtem Risiko.	
		8.11	Auf Basis der derzeitigen Datenlage zeigen sich für das aktuell praktizierte bundesweite Hautkrebs-Screening keine populationsbezogenen Effekte im Sinne einer Senkung der Hautkrebsmorbidität und -mortalität.	neu 2026
8.22	Ein Hautkrebs-Screening soll nur von approbierten Ärzten durchgeführt werden, die eine qualitätsgesicherte, anerkannte Fortbildung zur Durchführung eines Hautkrebs-Screenings erfolgreich absolviert haben.	8.12	Ein Hautkrebs-Screening soll nur von approbierten Ärzten durchgeführt werden, die eine qualitätsgesicherte, gemäß Krebsfrüherkennungsrichtlinie zertifizierte Fortbildung zur Durchführung eines Hautkrebs-Screenings erfolgreich absolviert haben.	modifiziert 2026
8.48	Dermatologen sollen zur Verdachtsdiagnostik pigmentierter und nicht-pigmentierter Haut- und Nagelveränderungen die Dermatoskopie anbieten. Leitlinienadaptation: Australian Cancer Network Melanoma Guidelines Revision Working Party (2008).	8.20	Dermatologen sollen zur Verdachtsdiagnostik pigmentierter und nicht-pigmentierter Haut- und Nagelveränderungen die Dermatoskopie anbieten. Leitlinienadaptation: Australian Cancer Network Melanoma Guidelines Revision Working Party (2008).	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
8.50	Bei Personen mit erhöhtem Risiko, die einer individuell angepassten Verlaufskontrolle unterzogen werden, kann die Dermatoskopie durchgeführt werden.	8.23	Ärztliche Befundung einer Ganzkörperfotografie zur Verlaufsdiagnostik kann bei Patienten mit erhöhtem Hautkrebsrisiko angewendet werden.	modifiziert 2026
		8.24	Zur Beurteilung von benignen und malignen Hauttumoren kann die Teledermatologie eingesetzt werden.	neu 2026
8.11	Im Rahmen eines Hautkrebs-Screenings soll die Zeitspanne bis zum nächsten Termin zur weiteren Befundsicherung bei Verdacht auf ein malignes Melanom oder Plattenepithelkarzinom zehn Tage nicht überschreiten.	8.26	Im Rahmen eines Hautkrebs-Screenings soll die Zeitspanne bis zum nächsten Termin zur weiteren Befundsicherung bei Verdacht auf ein malignes Melanom oder Plattenepithelkarzinom zehn Tage nicht überschreiten, um eine mögliche Tumorprogression zu vermeiden und psychische Belastung zu minimieren.	modifiziert 2026
8.12	Im Rahmen eines Hautkrebs-Screenings kann die Zeitspanne bis zum nächsten Termin zur weiteren Befundsicherung nach Verdacht auf ein Basalzellkarzinom individuell angepasst festgelegt werden.	8.28	Bei Verdacht auf ein Basalzellkarzinom sollte die weitere diagnostische Abklärung zeitnah und individuell angepasst erfolgen.	modifiziert 2026
8.11	Im Rahmen eines Hautkrebs-Screenings soll die Zeitspanne bis zum nächsten Termin zur weiteren Befundsicherung bei Verdacht auf ein malignes Melanom oder Plattenepithelkarzinom zehn Tage nicht überschreiten.	8.29	Im Rahmen eines Hautkrebs-Screenings soll die Zeitspanne bis zum nächsten Termin zur weiteren Befundsicherung bei Verdacht auf ein malignes Melanom oder Plattenepithelkarzinom zehn Tage nicht überschreiten, um eine mögliche	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
			Tumorprogression zu vermeiden und psychische Belastung zu minimieren.	
8.12	Im Rahmen eines Hautkrebs-Screenings kann die Zeitspanne bis zum nächsten Termin zur weiteren Befundsicherung nach Verdacht auf ein Basalzellkarzinom individuell angepasst festgelegt werden.	8.31	Bei Verdacht auf ein Basalzellkarzinom sollte die weitere diagnostische Abklärung zeitnah und individuell angepasst erfolgen.	modifiziert 2026
		8.40	Die Information zur Hautkrebsfrüherkennung soll Bürgerinnen und Bürger zu einer informierten und partizipativen Entscheidung befähigen. Hierzu sollen evidenzbasierte, ausgewogene und verständliche Informationsmaterialien bereitgestellt werden, die sich an Qualitätsstandards wie beispielsweise der Guten Praxis Gesundheitsinformation und der Leitlinie Evidenzbasierte Gesundheitsinformationen orientieren.	modifiziert 2026
		8.52	In Arzt-Patienten-Gesprächen soll eine patientenzentrierte, partizipative und kultursensible Kommunikationsform angewendet werden, die auf Verständlichkeit, gegenseitigem Vertrauen, emotionaler Unterstützung und der aktiven Einbindung des Patienten in Entscheidungen beruht — unabhängig davon, ob das Gespräch in Präsenz oder digital stattfindet.	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
8.44	Vor dem Arzt-Patienten-Gespräch sollen dem Patienten evidenzbasierte Informationen zur Hautkrebsfrüherkennung (Hautkrebs-Screening) ausgehändigt werden, die ohne Angst zu erzeugen in verständlicher Sprache über die Vor- und Nachteile der Früherkennung informieren. Die Inhalte sollen sich an die im Rahmen des Nationalen Krebsplans konsentierte Checkliste Empfohlene Inhalte einer Information über Früherkennungsmaßnahmen halten (Bundesministerium für Gesundheit, 2010). Außerdem soll auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass offene Fragen im anschließenden Arzt-Patienten-Gespräch geklärt werden können. Während des Arzt-Patienten-Gesprächs, das in einer ruhigen und ungestörten Atmosphäre stattfinden soll, soll die Checkliste ebenfalls als Leitfaden dienen. Schwerpunkte sollten dabei auf folgende Inhalte gelegt werden: Ablauf des Hautkrebs-Screenings, Vor- und Nachteile des Hautkrebs-Screenings, primärpräventive Informationen, persönliches Risikoprofil und die daraus resultierenden Konsequenzen (Risikokommunikation). Zwischen der Informierung und der Entscheidung sollte ein, den persönlichen Präferenzen des Patienten angemessener, Zeitraum liegen. Assistierende Berufsgruppen und ggf. Angehörige sollten in den Kommunikationsprozess einbezogen werden.	8.54	Vor dem Arzt-Patienten-Gespräch sollen dem Patienten evidenzbasierte Informationen zur Hautkrebsfrüherkennung (Hautkrebs-Screening) ausgehändigt werden, die ohne Angst zu erzeugen in verständlicher Sprache über die Vor- und Nachteile der Früherkennung informieren. Außerdem soll auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass offene Fragen im anschließenden Arzt-Patienten-Gespräch geklärt werden können. Während des Arzt-Patienten-Gesprächs, das in einer ruhigen und ungestörten Atmosphäre stattfinden soll, soll die Checkliste ebenfalls als Leitfaden dienen. Schwerpunkte sollten dabei auf folgende Inhalte gelegt werden: Ablauf des Hautkrebs-Screenings, Vor- und Nachteile des Hautkrebs-Screenings, primärpräventive Informationen persönliches Risikoprofil und die daraus resultierenden Konsequenzen (Risikokommunikation). Zwischen der Informierung und der Entscheidung sollte ein, den persönlichen Präferenzen des Patienten angemessener, Zeitraum liegen. Assistierende Berufsgruppen und ggf. Angehörige sollten in den Kommunikationsprozess einbezogen werden.	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
8.46	Ergibt das Screening einen Verdacht auf Hautkrebs, so soll dies dem Patienten direkt im Anschluss an die Untersuchung durch den Arzt, der die Früherkennung durchführte, persönlich in einem Gespräch mitgeteilt werden. Hausarzt (hausärztlich tätige Fachärzte für Allgemeinmedizin, Internisten, praktische Ärzte und Ärzte ohne Gebietsbezeichnung): Nach Verdachtsmitteilung soll das weitere Vorgehen erklärt werden. Dermatologe: Die weitere Abklärungsdiagnostik des klinischen Verdachts soll kommuniziert und erklärt werden. Der Patient soll informiert werden, dass die Befundmitteilung in einem persönlichen Gespräch erfolgen wird und er die Möglichkeit habe, eine Person seines Vertrauens in dieses Gespräch mit einzubeziehen. Der Patient soll nach Ressourcen für die psychische Unterstützung während der Wartezeit befragt und zur Selbstfürsorge angeregt werden. Das ausführliche Gespräch soll nach Eingang des histologischen Befundes erfolgen.	8.56	Ergibt das Screening einen Verdacht auf Hautkrebs, so soll dies dem Patienten zeitnah, vorzugsweise direkt im Anschluss an die Untersuchung durch den Arzt, der die Früherkennung durchführte, persönlich in einem Gespräch mitgeteilt werden. Das Gespräch soll empathisch, verständlich und strukturiert erfolgen, um den Befund, seine Bedeutung und das weitere Vorgehen zu erläuternHausarzt (hausärztlich tätige Fachärzte für Allgemeinmedizin, Internisten, praktische Ärzte und Ärzte ohne Gebietsbezeichnung): Nach Verdachtsmitteilung soll das weitere Vorgehen erklärt werden. Dabei sollen Patienten über die nächsten diagnostischen Schritte informiert und auf die Möglichkeit einer Überweisung zur weiterführenden dermatologischen Abklärung hingewiesen werden.Dermatologe: Die weitere Abklärungsdiagnostik des klinischen Verdachts soll kommuniziert und erklärt werden. Hierzu gehört eine transparente Darstellung des geplanten Vorgehens (z. B. Exzision, Biopsie, histologische Untersuchung) sowie eine realistische Einschätzung des zeitlichen Ablaufs.Der Patient soll informiert werden, dass die Befundmitteilung nach Eingang des histologischen Befundes in einem persönlichen Gespräch erfolgen wird und er die Möglichkeit habe, eine Person seines Vertrauens in dieses Gespräch mit einzubeziehen. Alternativ kann – falls eine persönliche Vorstellung nicht möglich ist – ein videobasiertes Gespräch angeboten werden. Telefonische Mitteilungen sind nur in Ausnahmefällen	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
			angemessen und sollten besonders einfühlsam erfolgen. Der Patient soll nach Ressourcen für die psychische Unterstützung während der Wartezeit befragt und zur Selbstfürsorge angeregt werden. Zudem sollen bei Bedarf Informations- oder Unterstützungsangebote (z. B. Patientenbroschüren, Beratungsstellen, psychoonkologische Hilfe) bereitgestellt werden, da viele Patienten die Zeit bis zur Diagnosemitteilung als stark belastend empfinden.Das ausführliche Gespräch soll nach Eingang des histologischen Befundes erfolgen. Es dient der Mitteilung des Befundergebnisses, der gemeinsamen Besprechung weiterer diagnostischer oder therapeutischer Schritte sowie der emotionalen Begleitung des Patienten.	
8.47	Der Zeitraum zwischen den Maßnahmen zur Diagnosesicherung und der Mitteilung der Diagnose soll so kurz wie möglich gehalten werden. Ausschluss Hautkrebs: Dem Patienten soll der histologische Ausschluss von Hautkrebs mitgeteilt werden. Zudem sollen dem Patienten seine individuellen Risikofaktoren erläutert und er soll zu primärpräventivem Verhalten und zur Selbstbeobachtung motiviert werden. Der Patient soll darüber informiert werden, dass er sich bei Unsicherheiten hinsichtlich des selbst erhobenen Hautbefundes jederzeit erneut beim Arzt vorstellen kann. Bestätigung Hautkrebs: Der Befund	8.57	Der Zeitraum zwischen den Maßnahmen zur Diagnosesicherung und der Mitteilung der Diagnose soll so kurz wie möglich gehalten werden. Ausschluss Hautkrebs: Dem Patienten soll der histologische Ausschluss von Hautkrebs mitgeteilt werden. Zudem sollen dem Patienten seine individuellen Risikofaktoren erläutert und er soll zu primärpräventivem Verhalten und zur Selbstbeobachtung motiviert werden. Die Mitteilung kann persönlich, telefonisch oder – bei vorheriger Einwilligung – schriftlich oder digital erfolgen, sofern eine Rückfragemöglichkeit sichergestellt ist. Der Patient soll darüber informiert werden, dass er sich bei Unsicherheiten hinsichtlich des selbst erhobenen Hautbefundes	modifiziert 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	Hautkrebs soll dem Patienten detailliert mit Diagnose und Grading in einem persönlichen (face-to-face) Gespräch mitgeteilt werden. Die nach dem momentanen Stand der Wissenschaft bestehenden diagnostischen und therapeutischen Schritte (inkl. Nutzen und Schaden) sollen dem Patienten in verständlicher Weise übermittelt werden.		jederzeit erneut beim Arzt vorstellen kann.Bestätigung Hautkrebs: Der Befund Hautkrebs soll dem Patienten detailliert, empathisch und in verständlicher Sprache mitgeteilt werden. Dies soll in einem persönlichen (face-to-face) Gespräch erfolgen; alternativ kann, falls eine persönliche Vorstellung nicht zeitnah möglich ist, ein videobasiertes Gespräch angeboten werden. berücksichtigt Die nach dem momentanen Stand der Wissenschaft bestehenden diagnostischen und therapeutischen Schritte (inkl. Nutzen und Schaden) sollen dem Patienten in verständlicher Weise übermittelt werden. Dabei soll ein partizipativer Ansatz („Shared Decision Making“) umgesetzt werden, der Präferenzen, Werte und Informationsbedürfnisse des Patienten berücksichtigt.	
		9.1	Je weniger Solarien genutzt werden, desto weniger solarieninduzierte Krankheitskosten entstehen, daher soll die Nutzung von Solarien vermieden werden.	neu 2026
		9.2	Verschiedene Maßnahmen der primären Hautkrebsprävention weisen sowohl einen ökonomischen Nutzen als auch einen gesundheitsbezogenen Nutzen auf. Daher sollte verstärkt in solche Maßnahmen investiert werden.	neu 2026

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
9.3	Verschiedene Maßnahmen des Hautkrebsscreenings sind basierend auf interna-tionaler Evidenz als kosteneffektiv einzustufen. Screening bei Risikopersonen weist ein günstigeres Kosteneffektivitätsverhältnis auf als ein bevölkerungswei-tes Screening.	9.3	Verschiedene Maßnahmen des Hautkrebs-Screenings sind basierend auf internationaler Evidenz als kosteneffektiv einzustufen. Screening bei Risikopersonen weist ein günstigeres Kosteneffektivitätsverhältnis auf als ein bevölkerungsweites Screening.	modifiziert 2026
5.21	Maßnahmen der primären Prävention von Hautkrebs setzen weit vor der Entstehung einer Erkrankung an und zielen darauf ab, Risikofaktoren für das Auftreten von Hautkrebs zu reduzieren. Daher werden zur Bewertung von primärpräventiven Maßnahmen folgende Risikofaktoren und –indikatoren als intermediäre Endpunkte als relevant betrachtet: Sonnenschutz- und Bräunungsverhalten, die Benutzung von Solarien etc. Wissen, Einstellungen zu Hautkrebs, Sonnenschutz und Exposition Anzahl an Naevi Anzahl an Sonnenbränden Die meisten Studien in der Primärprävention konnten nur diese intermediären Endpunkte beeinflussen. Wegen des langen zeitlichen Vorlaufes bis zur Entstehung von Hautkrebs und multipler weiterer Einflussfaktoren (Confounder) ist es extrem schwierig, wenn nicht unmöglich, den Effekt präventiver Interventionen zur Senkung der Hautkrebs-Häufigkeit zu beurteilen. Wenn in der Folge evidenzbasierte Empfehlungen gegeben werden, bezieht sich die entsprechende Evidenz			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	ausschließlich auf die o.a. intermediären Endpunkte, nicht auf das Hautkrebs-Risiko selbst. Weil die geschilderten Risikomarker das Hautkrebs-Risiko erhöhen, geht die Leitlinie-Gruppe von einem Nutzen aus. AG Primäre Prävention			
4.1	UV-Strahlung gilt aufgrund der derzeitigen Erkenntnisse als der bedeutsamste Risikofaktor in der Ätiologie von Hautkrebs, auch wenn noch nicht alle Details der Induktion, Promotion und Progression von Hautkrebs beim Menschen geklärt sind.			entfallen 2020
4.3	Konstitutionelle Risikofaktoren:Nicht-melanozytärer Hautkrebs (NMSC)Ein wichtiger konstitutioneller Risikofaktor für nicht-melanozytären Hautkrebs (Basalzellkarzinom und Plattenepithelkarzinom) ist der Hauttyp. Weitere Risikofaktoren (siehe 4.3.2, 4.3.4) können im Laufe des Lebens erworben werden.			entfallen 2020
4.4	Konstitutionelle Risikofaktoren:Malignes Melanom (MM)In die Klasse der konstitutionellen Risikofaktoren für das maligne Melanom fallen a) der Hauttyp und b) der große kongenitale Nävus Weitere Risikofaktoren (siehe Abschnitte 4.3.2, 4.3.4 sowie 5.1) können im Laufe des Lebens erworben werden.			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
4.5	Erworbene Risikofaktoren:Nicht-melanozytärer Hautkrebs (NMSC)Die wichtigen erworbenen Risikofaktoren für nicht-melanozytären Hautkrebs (Basalzellkarzinom und Plattenepithelkarzinom) sind:a) Aktinische Keratose,b) Nicht-melanozytärer Hautkrebs in der Vorgeschichte,c) Immunsuppression,d) Röntgenkombinationsschaden.			entfallen 2020
4.6	Erworbene Risikofaktoren:Malignes Melanom (MM)Die wichtigen erworbenen Risikofaktoren für das maligne Melanom sind:a) Melanom in der Vorgeschichte,b) Melanom in der Familienanamnese.c) Anzahl erworbener Nävi,d) klinisch atypische Nävi.			entfallen 2020
4.7	Als weitere Risikofaktoren für nicht-melanozytären Hautkrebs wird die Exposition mit Arsen oder Teer, insbesondere im beruflichen Umfeld, beschrieben. HPV-Infektionen werden sowohl als alleiniger Risikofaktor für Hautkrebs (PEK) als auch als Ko-Faktor in Verbindung mit UV-Strahlung diskutiert.			entfallen 2020
5.44	Das Wissen über und die Bedeutsamkeit des UV-Index für das Sonnenschutzverhalten der Bevölkerung ist derzeit gering und abhängig von Alter und			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	sozioökonomischem Status. AG Informationsgrundlage der Bevölkerung			
5.46	Verhältnispräventive Maßnahmen der Hautkrebsprävention sollen sich an dem Grundsatzpapier „Vorbeugung gesundheitlicher Schäden durch die Sonne – Verhältnisprävention in der Stadt und auf dem Land“ (2017) des UV-Schutz-Bündnisses orientieren. AG Primäre Prävention			entfallen 2020
6.1	Der Klimawandel hat einen Einfluss auf die globale und regionale Lufttemperatur. Der Klimawandel hat indirekten Einfluss auf die UV-Strahlungsbelastung. Bislang können aber keine quantitativen Aussagen zu den damit verbundenen regionsspezifischen Auswirkungen getroffen werden.			entfallen 2020
6.4	Erkenntnisse über temperaturabhängiges Verhalten liegen bisher nicht unabhängig von der Jahreszeit und damit Tageslichtdauer vor. Die Häufigkeit und Dauer von Aktivitäten im Freien nehmen bei längerer Tageslichtdauer und höheren Temperaturen im Bereich thermischen Komforts bis hin zu leichter Wärmebelastung zu. Bei freier Wahlmöglichkeit ist das temperaturabhängige Verhalten abhängig vom thermischen Empfinden und der inneren Einstellung			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	gegenüber der herrschenden Temperatur. Bei Hitze (starkem oder extremem thermischen Diskomfort) werden Aktivitäten im Freien eher vermieden. Das temperaturabhängige Verhalten kann durch Vorgaben und organisatorische Randbedingungen in den unterschiedlichen Lebenswelten beeinflusst und davon abhängig sein. Das temperaturabhängige Verhalten sollte darum bei der Gestaltung von Präventionsmaßnahmen berücksichtigt werden.			
8.2	Mit Ausnahme der falsch-positiven Tests gibt es bisher wenig Evidenz zu potenziellen Risiken und negativen Folgen eines Hautkrebs-Screenings. Mögliche negative Folgen sind Überdiagnosen, Übertherapie, negative psychologische Folgen sowie mögliche Diagnoseverzögerung in Folge von falsch-negativen Tests. Diese potenziellen Risiken und negativen Folgen des Hautkrebs-Screenings sollten durch angemessene Ärztetrainings- und -schulungsmaßnahmen so weit wie möglich reduziert werden. Ärzte sollten potenzielle Risiken und negative Folgen vor dem Screening mit ihren Patienten besprechen.			entfallen 2020
8.7	Risikopersonen sollen so geschult werden, dass diese eine Selbstuntersuchung der Haut durchführen können, um auffällige Hautläsionen zu			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	identifizieren.Risikopersonen sollen über ihr individuelles Risiko informiert und regelmäßig (in einer individuell festzulegenden Frequenz) von einem geschulten Arzt mittels einer Ganzkörperinspektion der Haut untersucht werden.			
8.15	Daten zu dem Hautkrebs-Screening in Deutschland belegen, dass das bevölkerungsweite Angebot einer standardisierten Untersuchung der Haut am gesamten Körper durch geschulte Ärzte zu einer initial betonten Steigerung der Inzidenz entdeckter Fälle melanozytärem und nicht-melanozytärem Hautkrebs führt.			entfallen 2020
8.16	Infolge des Hautkrebs-Screenings kommt es im Vergleich zu den invasiven Tumoren zu einer deutlicheren Zunahme der Inzidenz von in situ-Karzinomen. Bei den invasiven Melanomen resultiert eine Stadienverschiebung mit geringerem Anteil an fortgeschrittenen Tumoren (Stadium T2-T4).			entfallen 2020
8.17	Die Inzidenz fortgeschrittener Melanome geht nach Einführung des bevölkerungsbezogenen Haukrebs-Screenings zurück.			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
8.18	Bei Screeningteilnehmern mit unauffälligem Ergebnis werden innerhalb von zwei Jahren nach der Untersuchung weniger invasive Melanome (im Sinne von Intervallkarzinomen) diagnostiziert, als dies ohne die Intervention zu erwarten wäre.			entfallen 2020
8.19	Im zeitlichen Zusammenhang mit einer Machbarkeitsstudie zum bevölkerungsbezogenen Screening kam es zu einem deutlichen Rückgang der dokumentierten Melanomsterblichkeit. Für das bundesweite Hautkrebs-Screening konnte in Studien, die einen Zeitraum von maximal sieben Jahren nach Einführung abdecken, kein Rückgang der Melanomsterblichkeit festgestellt werden.			entfallen 2020
8.42	In Arzt-Patienten-Gesprächen soll eine patientenzentrierte Form der Kommunikation stattfinden.			entfallen 2020
5.2	Folgende Maßnahmen sollen - unter Berücksichtigung des Hauttyps - zur Vermeidung zu hoher UV-Expositionen ergriffen werden: Bei mittlerer und hoher UV-Bestrahlungsstärke (UVI 3-7) in der Mittagszeit Schatten suchen, Bei sehr hoher UV-Bestrahlungsstärke (UV-Index 8 und höher) Aufenthalt im Freien während der Mittagszeit möglichst			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	vermeiden. Wenn dies nicht möglich ist, unbedingt Schatten suchen, Ggf. Aktivitäten im Freien in die Morgen- und Abendstunden verlegen, Einen Sonnenbrand vermeiden.			
5.5	Geeignete Sonnenschutzmittel sollen für Hautstellen benutzt werden, die nicht anders geschützt werden können. Die Anwendung von Sonnenschutzmitteln soll nicht dazu führen, dass der Aufenthalt in der Sonne verlängert wird.			entfallen 2020
5.7	Es liegen widersprüchliche Daten dafür vor, ob das Melanomrisiko durch die Benutzung von Sonnenschutzmitteln gesenkt wird.			entfallen 2020
5.12	Kinder sollen keinen Sonnenbrand bekommen.			entfallen 2020
5.14	Kinder sollen angehalten werden, bei starker Sonnenstrahlung hautbedeckende Kleidung zu tragen.			entfallen 2020
5.15	Bei der Entstehung von Nävi ist textiler Sonnenschutz protektiv. Die Rolle von Sonnenschutzmitteln ist offen.			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
5.17	Transplantierte immunsupprimierte Personen sollen zum Schutz vor Hautkrebs im Rahmen eines konsequenten, umfassenden UV-Schutzes Sonnenschutzmittel verwenden.			entfallen 2020
5.18	Immunsupprimierte Personen sollen auf einen konsequenten, umfassenden UV-Schutz achten.			entfallen 2020
5.30	Personalisierte Botschaften haben einen größeren Einfluss auf das Sonnenschutzverhalten als allgemein formulierte Botschaften. AG Primäre Prävention			entfallen 2020
5.34	Interventionen zur Prävention von Hautkrebs, die auch das äußere Erscheinungsbild adressieren, sind eine Strategie, um das Sonnenschutzverhalten zu verändern. AG Informationsgrundlage der Bevölkerung			entfallen 2020
5.42	Das ärztliche Gespräch (z. B. auch im Rahmen des Hautkrebs-Screenings) soll anlassbezogen für Hinweise auf primärpräventive Maßnahmen genutzt werden. AG Primäre Prävention			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
5.43	Im Arzt-Gespräch zu Hautkrebsprävention sollen folgende Empfehlungen gegeben werden:Inhalt Aufklärung über die Gefährdung durch übermäßige UV-Strahlung Motivation zur Verhaltensänderung Starke Sonnenstrahlungsexpositionen vermeiden Bei mittlerer und hoher UV-Exposition (UVI 3-7) in der Mittagszeit Schatten suchen Bei sehr hoher UV-Exposition (UV-Index 8 und höher) Aufenthalt im Freien während der Mittagszeit möglichst vermeiden. Wenn dies nicht möglich ist, unbedingt Schatten suchen. Ggf. Aktivitäten im Freien in die Morgen- und Abendstunden verlegen, Auf jeden Fall einen Sonnenbrand vermeiden. Schützende Kleidung tragen Sonnenschutzmittel benutzen, ohne die Expositionszeit zu verlängern Individuelle Hautempfindlichkeit beachten Über die verschiedenen Hauttypen informieren Beratung über individuelle Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit vom Hauttyp des Patienten Auf mögliche Nebenwirkungen von Medikamenten in der Sonne achten Besonders Säuglinge und Kinder schützen Sonnenstudios meiden (Hinweis auf NiSG) Sonnenbrille tragen AG Primäre Prävention			entfallen 2020
5.47	Zur Einhaltung des NiSG und der UVSV, insbesondere hinsichtlich des Verbots der Nutzung von Solarien durch Minderjährige sowie der Anwesenheit von			entfallen 2020

Vorherige Fassung		Aktuelle Fassung		Änderung
Nr.	Text	Nr.	Text	
	Fachpersonal in Solarienbetrieben, sollen Kontrollen und der Vollzug des Gesetzes bzw. der Verordnung verbessert werden. AG Primäre Prävention			
8.6	Laut einer systematischen Übersichtsarbeit reichen die vorliegenden Studiendaten nicht aus, um Aussagen über statistisch signifikante Unterschiede zwischen Dermatologen und ärztlichen Primärversorgern bzgl. der Treffsicherheit bei der Einordnung von melanomverdächtigen Läsionen zu treffen.			entfallen 2020
8.52	Computerbasierte Algorithmen zur Klassifikation (pigmentierter) Hautveränderungen werden derzeit vielfach entwickelt und untersucht, die Leitliniengruppe kann aber noch keine Aussagen dazu machen.			entfallen 2020
8.53	Die Wertigkeit einer Ganzkörperfotografie bei Melanom Risikopatienten bleibt offen.			entfallen 2020

11 Qualitätsindikatoren

Die Ableitung von Qualitätsindikatoren (QI) auf Basis der starken Empfehlungen innerhalb der S3-Leitlinie Prävention von Hautkrebs durchlief den standardisierten Prozess, der im Rahmen des Leitlinienprogramms Onkologie etabliert ist (siehe Leitlinienreport). Dieser Prozess ist bisher ausschließlich bei Leitlinien für die Diagnostik, Therapie und Nachsorge von Tumorerkrankungen zum Einsatz gekommen. Die hier vorliegende Leitlinie ist die erste, die sich ausschließlich mit dem Thema Prävention befasst. Diese grundsätzlich andere Situation wurde ausgiebig in der Arbeitsgruppe QI diskutiert. Im Folgenden werden die Besonderheiten und die Konsequenzen für die QI Ableitung dargestellt.

Ein Kernproblem stellt die fehlende Umsetzbarkeit der Leitlinien-Empfehlungen in klar und eindeutig definierte QI dar, sowie die Verfügbarkeit entsprechender Daten zu eventuellen Indikatoren. Im Bereich der primären Prävention sind Verhaltensindikatoren der wichtigste Bestandteil der Evaluation, mit dem Ziel Veränderungen im Verhalten durch entsprechende Interventionen zu detektieren. Solche Verhaltensindikatoren müssten aber gerade im Rahmen der primären Prävention häufig in Form retrospektiver Selbstauskünfte erhoben werden; dadurch unterliegen die Daten im Vergleich zu verhaltensnahen Messungen oder medizinischen Routinedaten in stärkerem Maße subjektiven Verzerrungen und sind daher in ihrer Objektivität und Validität als vergleichsweise begrenzt zu bewerten. Dies trifft auch zu Teilen auf sekundärpräventive Maßnahmen zu, wobei hier neben Verhaltensindikatoren auch epidemiologische Daten und Daten der Versorgungsforschung eine Rolle spielen. Außerdem ist, wenn sich einzelne Empfehlungen bspw. auf Verhaltensweisen großer Teilpopulationen oder der Allgemeinbevölkerung beziehen, eine Vollerhebung anhand von Routinedaten kaum oder gar nicht möglich.

Zum Ausgleich der geschilderten Schwierigkeiten stellt die Leitlinie umfangreiche Empfehlungen zur formativen und summativen Evaluation von Informations- und Schulungsprogrammen im Bereich der primären und sekundären Prävention von Hautkrebs zur Verfügung. Dabei lassen sich zwei Bereiche unterscheiden, in denen die Wirksamkeit einer Intervention jeweils sowohl prozess- als auch ergebnisbezogen umfassend evaluiert werden sollte: Verhaltensprävention und Verhältnisprävention.

Im Bereich der Verhaltensprävention sind Fragen zu beantworten wie *Welche Information hat der Bürger oder bestimmte Zielgruppen (bspw. Eltern) erhalten und aus welcher Quelle? Wie werden diese wahrgenommen und verarbeitet?* Hierbei geht es um die Erfragung von Kenntnissen, aber auch um die Abbildung der Risikowahrnehmung oder Einstellungen sowie der subjektiven Informiertheit. Deshalb ist es notwendig neben den verhaltensrelevanten Endpunkten, intermediäre Faktoren miteinzubeziehen, die den Prozess der Informationsverbreitung und -verarbeitung widerspiegeln.

In der Verhältnisprävention liegt der Fokus auf den Umweltfaktoren und Strukturen im öffentlichen Raum, wie beispielsweise in Schulen, Kindergärten und am Arbeitsplatz oder auch im Bereich der Stadtentwicklung und Stadtplanung. Dabei spielen politische oder verwaltungstechnische Rahmenbedingungen und Prozesse eine gestaltende Rolle, die in die Evaluation einbezogen werden sollten. Die Evaluation kann sowohl im Rahmen von Feldexperimenten als auch mithilfe prozessbegleitender nichtexperimenteller Evaluationsstudien erfolgen. Mögliche Fragen können dabei sein: *(Wie) wurden die für die Umsetzung der Maßnahme erforderlichen rechtlichen, politischen und finanziellen Rahmenbedingungen geschaffen? Wie sind die relevanten*

Entscheidungsträger in den Planungsprozess einbezogen und informiert worden? Welche Maßnahmen sind in welchen Bereichen wie umgesetzt worden? Wie kommen die Maßnahmen bei den Experten und Multiplikatoren an und welche Auswirkungen entfalten sie in den Zielgruppen, z. B. Schüler, Arbeitnehmer? Im Weiteren beziehen sich einzelne Empfehlungen der Leitlinie auf die Aus-, Fort- und Weiterbildung von Multiplikatoren wie Ärzte, Medizinische Fachangestellte oder andere Berufsgruppen. Mögliche Fragen der entsprechenden Evaluation könnten sein: *Wie gut sind die Schulungsinhalte auf die Besonderheiten der Berufspraxis und des Berufsalltags der jeweiligen Berufsgruppe zugeschnitten? Wie sind die Programme inhaltlich ausgestaltet und die Schulungsunterlagen aufbereitet? Sind Voraussetzungen für die Teilnahme an einer solchen Schulung durch die jeweiligen Berufsgruppen geschaffen worden? Wie werden die Programme in der jeweiligen Berufsgruppe angenommen, wie werden die vermittelten Kompetenzen in das berufspraktische Handeln integriert und welche damit verbundenen Effekte lassen sich nachweisen, z. B. in der Patientenberatung?* Daneben spielen auch Änderungen bzw. Ergänzungen in der Weiterbildungsordnung, Approbationsordnung, in der pflegerischen Ausbildung, aber auch in der Ausbildung von Erziehern, Kinderpflegern oder Lehrern eine Rolle. Auch stellt sich die Frage, *inwiefern Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Präventionsmaßnahmen in verwaltenden Systemen, wie dem ärztlichen Abrechnungssystem bspw. als Form einer „Beratungsziffer" berücksichtigt werden.*

Bei der Evaluation des HKS sind zudem Hürden aufgrund der Dokumentationsvoraussetzungen darzulegen. Jede HKS-Untersuchung muss zum Zweck der Abrechnung vollständig (nach §34 der Krebsfrüherkennungsrichtlinie) elektronisch durch eine von der Kassenärztlichen Bundesvereinigung zertifizierte Software dokumentiert werden. Diese elektronischen Dokumentationen werden auch für die Evaluation genutzt, die in §35 der Krebsfrüherkennungsrichtlinie festgeschrieben ist. Zielparameter der Evaluation sind u.a. Teilnahmeraten, Verdachtsdiagnosen und falsch-positive Befunde. Eine umfassende Bewertung des HKS beinhaltet jedoch auch epidemiologische Endpunkte wie Mortalität und Morbidität (Stadienshift zu früher erkannten Tumoren), sowie Intervallkarzinome. Diese Endpunkte sind von großer Bedeutung für die Effektivitätsbewertung eines Krebsfrüherkennungsprogrammes und werden auch international gefordert. Auf Grund der derzeitigen Datenerhebung ist eine belastbare Evaluation des HKS jedoch nicht möglich, da die Dokumentation ohne die erforderliche Personenidentifikation erfolgt. Durch einen Personenbezug wäre ein Abgleich mit den epidemiologischen Krebsregistern möglich, und die Zieltumoren des HKS lassen sich in ‚im Screening entdeckt' und ‚nicht im Screening entdeckt' unterteilen. Dadurch kann eine Untersuchung z.B. zur möglichen Mortalitätsreduktion bei Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern durchgeführt werden.

Außerdem ist es durch die Zweistufigkeit des Hautkrebs-Screenings möglich, dass Diagnosen doppelt dokumentiert werden und deshalb bei der Gegenüberstellung von Verdachts- und gesicherten Diagnosen Verzerrungen auftreten. Eine Personenidentifikation würde auch diese Verzerrungen aufheben. Damit ein umfassender und wissenschaftlicher Nachweis der Effekte des HKS möglich ist, wird empfohlen, mit den relevanten Stakeholdern die derzeitige elektronische Dokumentation um die o.g. Items zu erweitern und anzupassen.

Aus den oben dargestellten Gründen konnten basierend auf dieser Leitlinie keine Qualitätsindikatoren abgeleitet werden.

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen 12

Tabelle 2: Arbeitsgruppe 16

Tabelle 3: Abkürzungen 19

Tabelle 4: Schema der modifizierten Evidenzklassifikation nach OXFORD 2011 26

Tabelle 5: Empfehlungsgraduierung 27

Tabelle 6: Konsensstärken 27

Tabelle 7: Aktuelle Kennzahlen für das maligne Melanom in Deutschland 48

Tabelle 8: Aktuelle Kennzahlen für nicht-melanozytäre Hauttumoren in Deutschland 49

Tabelle 9: T- Kategorie von Hautkrebs 57

Tabelle 10: N- Kategorie von Hautkrebs 57

Tabelle 11: M- Kategorie von Hautkrebs 58

Tabelle 12: Klinische Stadien von Hautkrebs 58

Tabelle 13: T-Kategorie des Primärtumors beim Melanom (2018) 59

Tabelle 14: N-Kategorie der regionären Lymphknoten beim Melanom (2018) 60

Tabelle 15: M-Kategorie der Fernmetastasen beim Melanom (2018) 60

Tabelle 16: Stadieneinteilung des Melanoms (2018) 61

Tabelle 17: Hauttyp als Risikofaktor des nicht-melanozytären Hautkrebses 64

Tabelle 18: Hauttyp als Risikofaktor des malignen Melanoms 64

Tabelle 19: Ausgewählte Ergebnisse der in silico Determination von Sonnenschutzmitteln in RCTs .. 108

Tabelle 20: Überblick über die aus diesen Studien ableitbaren Informationen bezüglich der das Freizeitverhalten steuernden Wetterparameter und der festgestellten Verhaltensmuster 173

Tabelle 21: Arbeitsbedingt erworbene UV-Strahlungsbelastungen ausgewählter Fachdisziplinen (Stand:2025) 190

Tabelle 22: Algorithmus zur „Informierten Entscheidung“ 311

Tabelle 23: Effektmaße und Kalkulationstool präventiver Maßnahmen 327

Tabelle 24: Qualitätsadjustierte Lebensjahre (QALY) und inkrementelles Kosten-Nutzen-Verhältnis der eingeschlossenen Studien 337

Tabelle 25: Änderungsdokumentation 343

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Präventionsmatrix: Unterschiedliche Dimensionen von Präventionsmaßnahmen (ADP, 2020) 36

Abbildung 2: Altersstandardisierte Melanominzidenz weltweit im Jahr 2022 (Weltstandard) (International Agency for Research on Cancer, 2022b) 41

Abbildung 3: Altersstandardisierte Melanommortalität weltweit im Jahr 2022 (Weltstandard) (International Agency for Research on Cancer, 2022b) 42

Abbildung 4: Altersspezifische Melanom-Inzidenzraten 2021-2023 nach Geschlecht differenziert (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025) 44

Abbildung 5: Langfristiger Verlauf der Neuerkrankungs- und Sterbefälle des malignen Melanoms 1999-2023, Deutschland, nach Geschlecht, (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025) 45

Abbildung 6: Altersstandardisierte Neuerkrankungs- und Sterberaten nach Geschlecht, ICD-10 C43, Deutschland 1999-2023, je 100.000 (alter Europastandard), (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025) 46

Abbildung 7: Altersspezifische Inzidenzraten des invasiven nicht-melanozytären Hautkrebses in den Jahren 2021-2023 nach Geschlecht differenziert (Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025) 50

Abbildung 8: Schätzung der Inzidenz von nicht-melanozytären Hautkrebsfällen in Deutschland auf Basis der epidemiologischen Landeskrebsregisterdaten. Zentrum für Krebsregisterdaten im Robert Koch-Institut. Datenbereitstellung vom 31.08.2026. ... 52

Abbildung 9: Nichtmelanozytärer Hautkrebs: Altersstandardisierte Inzidenz- und Mortalitätsraten nach Geschlecht, ICD-10 C44, Deutschland 2006-2023 je 100.000 (alter Europastandard)(Krebs in Deutschland für 2021 – 2023. 15. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und Deutsche Krebsregister e.V. (Hrsg). Berlin, 2025) 53

Abbildung 10: Die Risikofaktoren von Hautkrebs (Konsensstärke: 98%) 63

Abbildung 11: Schematische Darstellung des multidisziplinären zweistufigen Ansatzes der bevölkerungsbezogenen Früherkennung von Hautkrebs 232

14 Literaturverzeichnis

1. Hurrelmann, K., Klotz, T., Haisch, J., Krankheitsprävention und GesundheitsförderungHans Huber Verlag, 2010.
2. Faltermaier, Toni, GesundheitspsychologieKohlhammer, 2017. 2, überarbeitete und erweiterte Auflage:
3. Hurrelmann, K., Klotz, T., Haisch, J., Lehrbuch Prävention und GesundheitsförderungHans Huber Verlag, 2009.
4. Hurrelmann, K., Richter, M., Gesundheits¬ und MedizinsoziologieBetlz Juventa, 2013.
5. Graf, C., Starke, D., Nellen, M., Anwendungsorientierung und Qualitätssicherung in der Krankheitsprävention und Gesundheitsförderung, Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2008. 51:1321-1328:
6. Franzkowiak, P., Prävention und Krankheitsprävention, 2018.
7. Rosenbrock, R., Michel, C., Primäre Prävention - Bausteine für eine systematische GesundheitssicherungMedizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2007.
8. Kolenda, K.D., Ratje, U., Mehr Prävention!Hans Marseille Verlag GmbH, 2013.
9. Morrison, A.S., Screening for cancer of the breast Epidemiol Review, 1993. 15(1):244-55.:
10. Deutsche Gesellschaft für Nährstoffmedizin und Prävention e.V., Definition der Präventivmedizin, 2015., http://www.dgnp.de/wir-ueber-uns/definition-der-praeventionsmedizin.html
11. Starfield, B., Hyde, J., Gervas, J., Heath, I., The concept of prevention: a good idea gone astray?, J Epidemiol Community Health, 2008. 62(7): p. 580-3., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18559439
12. Kühnlein, T., Sghedoni, D., Visentin, G., Gérvas, J., Jamoulle, M.,, Quartäre Prävention, eine Aufgabe für Hausärzte, Primary Care, 2010. 10(18): p. 350-354.
13. Widmer, D., Care and Do Not Harm: Possible Misunderstandings With Quaternary Prevention (P4) Comment on "Quaternary Prevention, an Answer of Family Doctors to Over Medicalization", Int J Health Policy Manag, 2015. 4(8): p. 561-3., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26340401
14. Kardorff, E. von, Prävention: wissenschaftliche und politische Desiderate, 1995. 1: p. 6 - 14., https://doi.org/10.25656/01:6639
15. Rosenbrock, R., Gerlinger, T., Gesundheitspolitik - Eine systematische Einführung, 2014.
16. Haisch, J., Hurrelmann, K., Klotz, T., Medizinische Prävention und GesundheitsförderungHans Huber Verlag, 2006.
17. Strech, D., Follmann, M., Klemperer, D., Lelgemann, M., Ollenschlager, G., Raspe, H., et.al. When Choosing Wisely meets clinical practice guidelines, Z Evid Fortbild Qual Gesundhwes, 2014. 108(10): p. 601-3., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25499114
18. Plattform § 65c, Umsetzungsleitfaden, meldepflichtige Diagnosen nach ICD, ergänzende Regelungen für Hauttumoren, 2026., https://plattform65c.atlassian.net/wiki/spaces/UMK/pages/15532944/Meldepflichtige+Diagnosen+nach+ICD#Erg%C3%A4nzende-Regelungen-f%C3%BCr-Hauttumore
19. Karagas, M. R., Greenberg, E. R., Spencer, S. K., Stukel, T. A., Mott, L. A., Increase in incidence rates of basal cell and squamous cell skin cancer in New Hampshire, USA. New Hampshire Skin Cancer Study Group, Int J Cancer, 1999. 81(4): p. 555-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10225444

20. International Agency for Research on Cancer, Cancer TODAY - Data visualization tools for exploring the global cancer burden in 2022, 2024., https://gco.iarc.who.int, Data, version:, Globocan, 2022, (version, 1.1), -, 08.02.2024

21. Zhou, L., Zhong, Y., Han, L., Xie, Y., Wan, M., Global, regional, and national trends in the burden of melanoma and non-melanoma skin cancer: insights from the global burden of disease study 1990–2021, 2025. 15: p. 5996., https://doi.org/10.1038/s41598-025-90485-3

22. Zentrum für Krebsregisterdaten und Deutsche Krebsregister e.V., Krebs in Deutschland für 2021 – 2023Robert Koch-Institut, 2025. 15. Ausgabe:

23. Katalinic, A., Hochrechnungen der Hautkrebszahlen auf Basis des Krebsregisters Schleswig-Holstein, 2025., https://www.krebsregister-sh.de/neue-prognose-fuer-hautkrebs-2025

24. Robert Koch-Institut, Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland 2016, 2016.

25. Zentrum für Krebsregisterdaten und Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e. V., Krebs in Deutschland 2013/2014Robert Koch-Institut, Gesundheitsberichterstattung des Bundes, 2017.

26. Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V., GEKID-Atlas „Inzidenz und Mortalität von Krebserkrankungen in den Bundesländern; interaktiver Atlas der Gesellschaft für epidemiologische Krebsregister in Deutschland, 2023., https://www.dkr.de/dkr-atlas/index.html#/de

27. Katalinic, Alexander, Kunze, Uta, Schäfer, Torsten, Epidemiology of cutaneous melanoma and non-melanoma skin cancer in Schleswig-Holstein, Germany: incidence, clinical subtypes, tumour stages and localization (epidemiology of skin cancer), The British Journal of Dermatology, 2003. 149: p. 1200-1206.

28. Christenson, L. J., Borrowman, T. A., Vachon, C. M., Tollefson, M. M., Otley, C. C., Weaver, A. L., et.al. Incidence of basal cell and squamous cell carcinomas in a population younger than 40 years, Journal of the American Medical Association, 2005. p. 294(6)(pp 681-690), 2005.

29. Demers, A. A., Nugent, Z., Mihalcioiu, C., Wiseman, M. C., Kliewer, E. V., Trends of nonmelanoma skin cancer from 1960 through 2000 in a Canadian population, Journal of the American Academy of Dermatology, 2005. p. 53(2)(pp 320-328), 2005.

30. Brewster, D. H., Bhatti, L. A., Inglis, J. H. C., Nairn, E. R., Doherty, V. R., Recent trends in incidence of nonmelanoma skin cancers in the East of Scotland, 1992-2003, British Journal of Dermatology, 2007. p. 156(6)(pp 1295-1300), 2007., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17535229

31. Bath-Hextall, F., Leonardi-Bee, J., Smith, C., Meal, A., Hubbard, R., Trends in incidence of skin basal cell carcinoma. Additional evidence from a UK primary care database study, International Journal of Cancer, 2007. p. 121(9)(pp 2105-2108), 2007., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17640064

32. Robinson, J.K., Dahiya, M., Basal cell carcinoma with pulmonary and lymph node metastasis causing death, Arch Dermatol, 2003. 139(5): p. 643-8.

33. World Health Organization (WHO), WHO Classification of Tumours, Skin Tumours, 2025. Band 12:

34. Scrivener, Y., Grosshans, E., Cribier, B., Variations of basal cell carcinomas according to gender, age, location and histopathological subtype, Br J Dermatol, 2002. 147(1): p. 41-7.

35. Union For International Cancer Control (UICC), John Wiley & Sons, Ltd., TNM-Klassifikation maligner Tumoren. Neunte Auflage, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Herausgegeben von Ch. Wittekind, 2026.

36. Gallagher, R. P., Hill, G. B., Bajdik, C. D., Coldman, A. J., Fincham, S., McLean, D. I., et.al. Sunlight exposure, pigmentation factors, and risk of nonmelanocytic skin cancer. II. Squamous cell carcinoma, Arch Dermatol, 1995. 131(2): p. 164-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7857112

37. Gallagher, R. P., Hill, G. B., Bajdik, C. D., Fincham, S., Coldman, A. J., McLean, D. I., et.al. Sunlight exposure, pigmentary factors, and risk of nonmelanocytic skin cancer. I. Basal cell carcinoma, Arch Dermatol, 1995. 131(2): p. 157-63., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7857111

38. Gandini, S., Sera, F., Cattaruzza, M. S., Pasquini, P., Abeni, D., Boyle, P., et.al. Meta-analysis of risk factors for cutaneous melanoma: I. Common and atypical naevi, Eur J Cancer, 2005. 41(1): p. 28-44., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15617989

39. Gandini, S., Sera, F., Cattaruzza, M. S., Pasquini, P., Zanetti, R., Masini, C., et.al. Meta-analysis of risk factors for cutaneous melanoma: III. Family history, actinic damage and phenotypic factors, Eur J Cancer, 2005. 41(14): p. 2040-59., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16125929

40. Tucker, M. A., Boice, J. D., Jr., Hoffman, D. A., Second cancer following cutaneous melanoma and cancers of the brain, thyroid, connective tissue, bone, and eye in Connecticut, 1935-82, Natl Cancer Inst Monogr, 1985. 68: p. 161-89., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4088297

41. Krengel, S., Scope, A., Dusza, S. W., Vonthein, R., Marghoob, A. A., New recommendations for the categorization of cutaneous features of congenital melanocytic nevi, J Am Acad Dermatol, 2013. 68(3): p. 441-51., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22982004

42. Kinsler, V. A., Birley, J., Atherton, D. J., Great Ormond Street Hospital for Children Registry for congenital melanocytic naevi: prospective study 1988-2007. Part 1-epidemiology, phenotype and outcomes, Br J Dermatol, 2009. 160(1): p. 143-50., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18811688

43. Krengel, S., Hauschild, A., Schafer, T., Melanoma risk in congenital melanocytic naevi: a systematic review, Br J Dermatol, 2006. 155(1): p. 1-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16792745

44. Price, H. N., Schaffer, J. V., Congenital melanocytic nevi-when to worry and how to treat: Facts and controversies, Clin Dermatol, 2010. 28(3): p. 293-302., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20541682

45. Castilla, E. E., da Graca Dutra, M., Orioli-Parreiras, I. M., Epidemiology of congenital pigmented naevi: II. Risk factors, Br J Dermatol, 1981. 104(4): p. 421-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7236505

46. Illig, L., Weidner, F., Hundeiker, M., Gartmann, H., Biess, B., Leyh, F., et.al. Congenital nevi less than or equal to 10 cm as precursors to melanoma. 52 cases, a review, and a new conception, Arch Dermatol, 1985. 121(10): p. 1274-81., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4037820

47. Kinsler, V. A., Thomas, A. C., Ishida, M., Bulstrode, N. W., Loughlin, S., Hing, S., et.al. Multiple congenital melanocytic nevi and neurocutaneous melanosis are caused by postzygotic mutations in codon 61 of NRAS, J Invest Dermatol, 2013. 133(9): p. 2229-36., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23392294

48. Bastian, B. C., Xiong, J., Frieden, I. J., Williams, M. L., Chou, P., Busam, K., et.al. Genetic changes in neoplasms arising in congenital melanocytic nevi: differences between nodular proliferations and melanomas, Am J Pathol, 2002. 161(4): p. 1163-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12368190

49. Strahlenschutzkommission, Dosis-Wirkungs-Beziehung für den Zusammenhang von UV-Strahlung und Hautkrebs - Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, 2023.,

https://ssk.de/fileadmin/documents/de/2023/2023-02-03_Stg_Dosiswirkungsbeziehungen_UV.pdf

50. Seité, S, Fourtanier, A, Moyal, D, Young, AR, Photodamage to human skin by suberythemal exposure to solar ultraviolet radiation can be attenuated by sunscreens: a review., Br J Dermatol, 2010. 163 (5)(5): p. 903-14., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20977441/

51. Zamudio Díaz, D. F., Schleusener, J., Pacagnelli Infante, V. H., Busch, L., Klemp, M., Witzel, C., et.al. Prolonged DNA damage at suberythemal UV dose - Dependency on skin type and age, J Photochem Photobiol B, 2025. 270: p. 113206.

52. Greinert, R., Boguhn, O., Harder, D., Breitbart, E. W., Mitchell, D. L., Volkmer, B., The dose dependence of cyclobutane dimer induction and repair in UVB-irradiated human keratinocytes, Photochem Photobiol, 2000. 72(5): p. 701-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11107858

53. Blanpain, C, Tracing the cellular origin of cancer., Nat Cell Biol, 2013. 15 (2)(2): p. 126-34., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23334500/

54. National Institutes of Health summary of the Consensus Development Conference on Sunlight, U.R., and the Skin, Bethesda, Maryland, May 8-10, 1989. Consensus Development Panel,, J Am Acad Dermatol, 1991. 24(4): p. 608-12., 1991.

55. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. A review of human carcinogens: Radiation, 2012. 100D:

56. WHO/ILO, The effect of occupational exposure to solar ultraviolet radiation on malignant skin melanoma and nonmelanoma, 2021.

57. Smith, J., Cust, A. E., Lo, S. N., Risk factors for subsequent primary melanoma in patients with previous melanoma: a systematic review and meta-analysis, Br J Dermatol, 2024. 190(2): p. 174-183.

58. Lashway, S. G., Worthen, A. D. M., Abuasbeh, J. N., Harris, R. B., Farland, L. V., O'Rourke, M. K., et.al. A meta-analysis of sunburn and basal cell carcinoma risk, Cancer Epidemiol, 2023. 85: p. 102379.

59. Gandini, S., Sera, F., Cattaruzza, M. S., Pasquini, P., Picconi, O., Boyle, P., et.al. Meta-analysis of risk factors for cutaneous melanoma: II. Sun exposure, Eur J Cancer, 2005. 41(1): p. 45-60., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15617990

60. Armstrong, B. K., Kricker, A., The epidemiology of UV induced skin cancer, J Photochem Photobiol B, 2001. 63(1-3): p. 8-18., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11684447

61. Savoye, I., Olsen, C. M., Whiteman, D. C., Bijon, A., Wald, L., Dartois, L., et.al. Patterns of Ultraviolet Radiation Exposure and Skin Cancer Risk: the E3N-SunExp Study, J Epidemiol, 2018. 28(1): p. 27-33., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29176271

62. Schmitt, J., Haufe, E., Trautmann, F., Schulze, H. J., Elsner, P., Drexler, H., et.al. Is ultraviolet exposure acquired at work the most important risk factor for cutaneous squamous cell carcinoma? Results of the population-based case-control study FB-181, Br J Dermatol, 2018. 178(2): p. 462-472., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28845516

63. Iannacone, M. R., Wang, W., Stockwell, H. G., O'Rourke, K., Giuliano, A. R., Sondak, V. K., et.al. Patterns and timing of sunlight exposure and risk of basal cell and squamous cell carcinomas of the skin--a case-control study, BMC Cancer, 2012. 12: p. 417., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22994655

64. Schmitt, J., Haufe, E., Trautmann, F., Schulze, H. J., Elsner, P., Drexler, H., et.al. Occupational UV-Exposure is a Major Risk Factor for Basal Cell Carcinoma: Results of the Population-Based Case-

Control Study FB-181, J Occup Environ Med, 2018. 60(1): p. 36-43., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29111985

65. Wehner, M. R., Shive, M. L., Chren, M. M., Han, J., Qureshi, A. A., Linos, E., Indoor tanning and non-melanoma skin cancer: systematic review and meta-analysis, BMJ, 2012. 345: p. e5909., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23033409

66. Karagas, M. R., Zens, M. S., Li, Z., Stukel, T. A., Perry, A. E., Gilbert-Diamond, D., et.al. Early-onset basal cell carcinoma and indoor tanning: a population-based study, Pediatrics, 2014. 134(1): p. e4-12., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24958589

67. Burgard, B., Schope, J., Holzschuh, I., Schiekofer, C., Reichrath, S., Stefan, W., et.al. Solarium Use and Risk for Malignant Melanoma: Meta-analysis and Evidence-based Medicine Systematic Review, Anticancer Res, 2018. 38(2): p. 1187-1199., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29374757

68. Colantonio, S., Bracken, M. B., Beecker, J., The association of indoor tanning and melanoma in adults: systematic review and meta-analysis, J Am Acad Dermatol, 2014. 70(5): p. 847-57 e1-18., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24629998

69. Boniol, M., Autier, P., Boyle, P., Gandini, S., Cutaneous melanoma attributable to sunbed use: systematic review and meta-analysis, BMJ, 2012. 345: p. e4757., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22833605

70. Ghiasvand, R., Rueegg, C. S., Weiderpass, E., Green, A. C., Lund, E., Veierod, M. B., Indoor Tanning and Melanoma Risk: Long-Term Evidence From a Prospective Population-Based Cohort Study, Am J Epidemiol, 2017. 185(3): p. 147-156., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28077359

71. Garbe, C., Buttner, P., Weiss, J., Soyer, H. P., Stocker, U., Kruger, S., et.al. Associated factors in the prevalence of more than 50 common melanocytic nevi, atypical melanocytic nevi, and actinic lentigines: multicenter case-control study of the Central Malignant Melanoma Registry of the German Dermatological Society, J Invest Dermatol, 1994. 102(5): p. 700-5.

72. Garbe, C., Buttner, P., Weiss, J., Soyer, H. P., Stocker, U., Kruger, S., et.al. Risk factors for developing cutaneous melanoma and criteria for identifying persons at risk: multicenter case-control study of the Central Malignant Melanoma Registry of the German Dermatological Society, J Invest Dermatol, 1994. 102(5): p. 695-9.

73. Grob, J. J., Gouvernet, J., Aymar, D., Mostaque, A., Romano, M. H., Collet, A. M., et.al. Count of benign melanocytic nevi as a major indicator of risk for nonfamilial nodular and superficial spreading melanoma, Cancer, 1990. 66(2): p. 387-95., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2369719

74. Holly, E. A., Kelly, J. W., Shpall, S. N., Chiu, S. H., Number of melanocytic nevi as a major risk factor for malignant melanoma, J Am Acad Dermatol, 1987. 17(3): p. 459-68., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3655025

75. Halpern, A. C., Guerry, D. th, Elder, D. E., Clark, W. H., Jr., Synnestvedt, M., Norman, S., et.al. Dysplastic nevi as risk markers of sporadic (nonfamilial) melanoma. A case-control study, Arch Dermatol, 1991. 127(7): p. 995-9.

76. Bataille, V., Bishop, J. A., Sasieni, P., Swerdlow, A. J., Pinney, E., Griffiths, K., et.al. Risk of cutaneous melanoma in relation to the numbers, types and sites of naevi: a case-control study, Br J Cancer, 1996. 73(12): p. 1605-11., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8664138

77. Breitbart, M., Garbe, C., Buttner, P., Weiss, J., Soyer, H. P., Stocker, U., et.al. Ultraviolet light exposure, pigmentary traits and the development of melanocytic naevi and cutaneous melanoma.

A case-control study of the German Central Malignant Melanoma Registry, Acta Derm Venereol, 1997. 77(5): p. 374-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9298131

78. Chang, Y. M., Newton-Bishop, J. A., Bishop, D. T., Armstrong, B. K., Bataille, V., Bergman, W., et.al. A pooled analysis of melanocytic nevus phenotype and the risk of cutaneous melanoma at different latitudes, Int J Cancer, 2009. 124(2): p. 420-8.

79. Grulich, A. E., Bataille, V., Swerdlow, A. J., Newton-Bishop, J. A., Cuzick, J., Hersey, P., et.al. Naevi and pigmentary characteristics as risk factors for melanoma in a high-risk population: a case-control study in New South Wales, Australia, Int J Cancer, 1996. 67(4): p. 485-91., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8759605

80. Hübner, J., Waldmann, A., Eisemann, N., Noftz, M., Geller, A. C., Weinstock, M. A., et.al. Association between risk factors and detection of cutaneous melanoma in the setting of a population-based skin cancer screening., Eur J Cancer Prev, 2018. 27 (6)(6): p. 563-569., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28692584/

81. Naldi, L., Lorenzo Imberti, G., Parazzini, F., Gallus, S., La Vecchia, C., Pigmentary traits, modalities of sun reaction, history of sunburns, and melanocytic nevi as risk factors for cutaneous malignant melanoma in the Italian population: results of a collaborative case-control study, Cancer, 2000. 88(12): p. 2703-10., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8759605

82. Olsen, C. M., Zens, M. S., Stukel, T. A., Sacerdote, C., Chang, Y. M., Armstrong, B. K., et.al. Nevus density and melanoma risk in women: a pooled analysis to test the divergent pathway hypothesis, Int J Cancer, 2009. 124(4): p. 937-44., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19035450

83. Rodenas, J. M., Delgado-Rodriguez, M., Herranz, M. T., Tercedor, J., Serrano, S., Sun exposure, pigmentary traits, and risk of cutaneous malignant melanoma: a case-control study in a Mediterranean population, Cancer Causes Control, 1996. 7(2): p. 275-83., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8740740

84. White, E., Kirkpatrick, C. S., Lee, J. A., Case-control study of malignant melanoma in Washington State. I. Constitutional factors and sun exposure, Am J Epidemiol, 1994. 139(9): p. 857-68.

85. Bataille, V., Snieder, H., MacGregor, A. J., Sasieni, P., Spector, T. D., Genetics of risk factors for melanoma: an adult twin study of nevi and freckles, J Natl Cancer Inst, 2000. 92(6): p. 457-63., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10716963

86. Easton, D. F., Cox, G. M., Macdonald, A. M., Ponder, B. A., Genetic susceptibility to naevi--a twin study, Br J Cancer, 1991. 64(6): p. 1164-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1764382

87. Green, A., Siskind, V., Hansen, M. E., Hanson, L., Leech, P., Melanocytic nevi in schoolchildren in Queensland, J Am Acad Dermatol, 1989. 20(6): p. 1054-60.

88. Green, A. C., Wallingford, S. C., McBride, P., Childhood exposure to ultraviolet radiation and harmful skin effects: epidemiological evidence, Prog Biophys Mol Biol, 2011. 107(3): p. 349-55.

89. Dulon, M., Weichenthal, M., Blettner, M., Breitbart, M., Hetzer, M., Greinert, R., et.al. Sun exposure and number of nevi in 5- to 6-year-old European children, J Clin Epidemiol, 2002. 55(11): p. 1075-81., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12507670

90. Gallagher, R. P., McLean, D. I., Yang, C. P., Coldman, A. J., Silver, H. K., Spinelli, J. J., et.al. Suntan, sunburn, and pigmentation factors and the frequency of acquired melanocytic nevi in children. Similarities to melanoma: the Vancouver Mole Study, Arch Dermatol, 1990. 126(6): p. 770-6.

91. Harrison, S. L., MacLennan, R., Buettner, P. G., Sun exposure and the incidence of melanocytic nevi in young Australian children, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2008. 17(9): p. 2318-24., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18768500

92. Kelly, J. W., Rivers, J. K., MacLennan, R., Harrison, S., Lewis, A. E., Tate, B. J., Sunlight: a major factor associated with the development of melanocytic nevi in Australian schoolchildren, J Am Acad Dermatol, 1994. 30(1): p. 40-8.

93. Richard, M. A., Grob, J. J., Gouvernet, J., Culat, J., Normand, P., Zarour, H., et.al. Role of sun exposure on nevus. First study in age-sex phenotype-controlled populations, Arch Dermatol, 1993. 129(10): p. 1280-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8215492

94. Wiecker, T. S., Luther, H., Buettner, P., Bauer, J., Garbe, C., Moderate sun exposure and nevus counts in parents are associated with development of melanocytic nevi in childhood: a risk factor study in 1,812 kindergarten children, Cancer, 2003. 97(3): p. 628-38.

95. Salasche, S. J., Epidemiology of actinic keratoses and squamous cell carcinoma, J Am Acad Dermatol, 2000. 42(1 Pt 2): p. 4-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10607349

96. Dodson, J. M., DeSpain, J., Hewett, J. E., Clark, D. P., Malignant potential of actinic keratoses and the controversy over treatment. A patient-oriented perspective, Arch Dermatol, 1991. 127(7): p. 1029-31., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2064402

97. Glogau, R. G., The risk of progression to invasive disease, J Am Acad Dermatol, 2000. 42(1 Pt 2): p. 23-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10607353

98. Marks, R., Rennie, G., Selwood, T., The relationship of basal cell carcinomas and squamous cell carcinomas to solar keratoses, Arch Dermatol, 1988. 124(7): p. 1039-42., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3389848

99. Czarnecki, D., Meehan, C. J., Bruce, F., Culjak, G., The majority of cutaneous squamous cell carcinomas arise in actinic keratoses, J Cutan Med Surg, 2002. 6(3): p. 207-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11951126

100. Evans, T., Boonchai, W., Shanley, S., Smyth, I., Gillies, S., Georgas, K., et.al. The spectrum of patched mutations in a collection of Australian basal cell carcinomas, Hum Mutat, 2000. 16(1): p. 43-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10874304

101. Ridley, A. J., Whiteside, J. R., McMillan, T. J., Allinson, S. L., Cellular and sub-cellular responses to UVA in relation to carcinogenesis, Int J Radiat Biol, 2009. 85(3): p. 177-95., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19296341

102. Ikehata, H., Ono, T., The mechanisms of UV mutagenesis, J Radiat Res (Tokyo), 2011. 52(2): p. 115-25., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21436607

103. Cadet, J., Douki, T., Ravanat, J. L., Oxidatively generated base damage to cellular DNA, Free Radic Biol Med, 2010. 49(1): p. 9-21., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20363317

104. Courdavault, S., Baudouin, C., Charveron, M., Favier, A., Cadet, J., Douki, T., Larger yield of cyclobutane dimers than 8-oxo-7,8-dihydroguanine in the DNA of UVA-irradiated human skin cells, Mutat Res, 2004. 556(1-2): p. 135-42., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15491641

105. Douki, T., Reynaud-Angelin, A., Cadet, J., Sage, E., Bipyrimidine photoproducts rather than oxidative lesions are the main type of DNA damage involved in the genotoxic effect of solar UVA radiation, Biochemistry, 2003. 42(30): p. 9221-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12885257

106. Mouret, S., Baudouin, C., Charveron, M., Favier, A., Cadet, J., Douki, T., Cyclobutane pyrimidine dimers are predominant DNA lesions in whole human skin exposed to UVA radiation, Proc Natl Acad Sci U S A, 2006. 103(37): p. 13765-70., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16954188

107. Mouret, S., Forestier, A., Douki, T., The specificity of UVA-induced DNA damage in human melanocytes, Photochem Photobiol Sci, 2012. 11(1): p. 155-62., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21986862

108. Kozmin, S. G., Pavlov, Y. I., Kunkel, T. A., Sage, E., Roles of Saccharomyces cerevisiae DNA polymerases Poleta and Polzeta in response to irradiation by simulated sunlight, Nucleic Acids Res, 2003. 31(15): p. 4541-52., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12888515

109. Pfeifer, G. P., Besaratinia, A., UV wavelength-dependent DNA damage and human non-melanoma and melanoma skin cancer, Photochem Photobiol Sci, 2012. 11(1): p. 90-7.

110. Cannistraro, V. J., Taylor, J. S., Acceleration of 5-methylcytosine deamination in cyclobutane dimers by G and its implications for UV-induced C-to-T mutation hotspots, J Mol Biol, 2009. 392(5): p. 1145-57., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19631218

111. Hendriks, G., Jansen, J. G., Mullenders, L. H., de Wind, N., Transcription-coupled repair and apoptosis provide specific protection against transcription-associated mutagenesis by ultraviolet light, Transcription, 2010. 1(2): p. 95-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21326899

112. Tu, Y., Dammann, R., Pfeifer, G. P., Sequence and time-dependent deamination of cytosine bases in UVB-induced cyclobutane pyrimidine dimers in vivo, J Mol Biol, 1998. 284(2): p. 297-311., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9813119

113. Pleasance, E. D., Cheetham, R. K., Stephens, P. J., McBride, D. J., Humphray, S. J., Greenman, C. D., et.al. A comprehensive catalogue of somatic mutations from a human cancer genome, Nature, 2010. 463(7278): p. 191-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20016485

114. Kricker, A., Armstrong, B. K., English, D. R., Heenan, P. J., Pigmentary and cutaneous risk factors for non-melanocytic skin cancer--a case-control study, Int J Cancer, 1991. 48(5): p. 650-62., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2071226

115. Kricker, A., Armstrong, B. K., English, D. R., Heenan, P. J., A dose-response curve for sun exposure and basal cell carcinoma, Int J Cancer, 1995. 60(4): p. 482-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7829261

116. Kricker, A., Armstrong, B. K., English, D. R., Heenan, P. J., Does intermittent sun exposure cause basal cell carcinoma? a case-control study in Western Australia, Int J Cancer, 1995. 60(4): p. 489-94., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7829262

117. Rosso, S., Zanetti, R., Martinez, C., Tormo, M. J., Schraub, S., Sancho-Garnier, H., et.al. The multicentre south European study 'Helios'. II: Different sun exposure patterns in the aetiology of basal cell and squamous cell carcinomas of the skin, Br J Cancer, 1996. 73(11): p. 1447-54., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8645596

118. Vitasa, B. C., Taylor, H. R., Strickland, P. T., Rosenthal, F. S., West, S., Abbey, H., et.al. Association of nonmelanoma skin cancer and actinic keratosis with cumulative solar ultraviolet exposure in Maryland watermen, Cancer, 1990. 65(12): p. 2811-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2340474

119. Zanetti, R., Rosso, S., Martinez, C., Navarro, C., Schraub, S., Sancho-Garnier, H., et.al. The multicentre south European study 'Helios'. I: Skin characteristics and sunburns in basal cell and squamous cell carcinomas of the skin, Br J Cancer, 1996. 73(11): p. 1440-6.

120. Kimonis, V. E., Goldstein, A. M., Pastakia, B., Yang, M. L., Kase, R., DiGiovanna, J. J., et.al. Clinical manifestations in 105 persons with nevoid basal cell carcinoma syndrome, Am J Med Genet, 1997. 69(3): p. 299-308., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9096761

121. Shanley, S., Ratcliffe, J., Hockey, A., Haan, E., Oley, C., Ravine, D., et.al. Nevoid basal cell carcinoma syndrome: review of 118 affected individuals, Am J Med Genet, 1994. 50(3): p. 282-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8042673

122. Hahn, H., Wicking, C., Zaphiropoulous, P. G., Gailani, M. R., Shanley, S., Chidambaram, A., et.al. Mutations of the human homolog of Drosophila patched in the nevoid basal cell carcinoma syndrome, Cell, 1996. 85(6): p. 841-51., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8681379

123. Johnson, R. L., Rothman, A. L., Xie, J., Goodrich, L. V., Bare, J. W., Bonifas, J. M., et.al. Human homolog of patched, a candidate gene for the basal cell nevus syndrome, Science, 1996. 272(5268): p. 1668-71., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8658145

124. Stone, D. M., Hynes, M., Armanini, M., Swanson, T. A., Gu, Q., Johnson, R. L., et.al. The tumour-suppressor gene patched encodes a candidate receptor for Sonic hedgehog, Nature, 1996. 384(6605): p. 129-34., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8906787

125. Brellier, F., Marionnet, C., Chevallier-Lagente, O., Toftgard, R., Mauviel, A., Sarasin, A., et.al. Ultraviolet irradiation represses PATCHED gene transcription in human epidermal keratinocytes through an activator protein-1-dependent process, Cancer Res, 2004. 64(8): p. 2699-704., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15087382

126. Fan, H., Khavari, P. A., Sonic hedgehog opposes epithelial cell cycle arrest, J Cell Biol, 1999. 147(1): p. 71-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10508856

127. Aszterbaum, M., Beech, J., Epstein, E. H., Jr., Ultraviolet radiation mutagenesis of hedgehog pathway genes in basal cell carcinomas, J Investig Dermatol Symp Proc, 1999. 4(1): p. 41-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10537006

128. Grachtchouk, M., Mo, R., Yu, S., Zhang, X., Sasaki, H., Hui, C. C., et.al. Basal cell carcinomas in mice overexpressing Gli2 in skin, Nat Genet, 2000. 24(3): p. 216-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10700170

129. Nilsson, M., Unden, A. B., Krause, D., Malmqwist, U., Raza, K., Zaphiropoulos, P. G., et.al. Induction of basal cell carcinomas and trichoepitheliomas in mice overexpressing GLI-1, Proc Natl Acad Sci U S A, 2000. 97(7): p. 3438-43., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10725363

130. Oro, A. E., Higgins, K. M., Hu, Z., Bonifas, J. M., Epstein, E. H., Jr., Scott, M. P., Basal cell carcinomas in mice overexpressing sonic hedgehog, Science, 1997. 276(5313): p. 817-21., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9115210

131. Grachtchouk, M., Pero, J., Yang, S. H., Ermilov, A. N., Michael, L. E., Wang, A., et.al. Basal cell carcinomas in mice arise from hair follicle stem cells and multiple epithelial progenitor populations, J Clin Invest, 2011. 121(5): p. 1768-81., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21519145

132. Wang, G. Y., Wang, J., Mancianti, M. L., Epstein, E. H., Jr., Basal cell carcinomas arise from hair follicle stem cells in Ptch1(+/-) mice, Cancer Cell, 2011. 19(1): p. 114-24., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21215705

133. Gailani, M. R., Stahle-Backdahl, M., Leffell, D. J., Glynn, M., Zaphiropoulos, P. G., Pressman, C., et.al. The role of the human homologue of Drosophila patched in sporadic basal cell carcinomas, Nat Genet, 1996. 14(1): p. 78-81., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8782823

134. Lupi, O., Correlations between the Sonic Hedgehog pathway and basal cell carcinoma, Int J Dermatol, 2007. 46(11): p. 1113-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17988327

135. Reifenberger, J., Wolter, M., Knobbe, C. B., Kohler, B., Schonicke, A., Scharwachter, C., et.al. Somatic mutations in the PTCH, SMOH, SUFUH and TP53 genes in sporadic basal cell carcinomas, Br J Dermatol, 2005. 152(1): p. 43-51., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15656799

136. Xie, J., Murone, M., Luoh, S. M., Ryan, A., Gu, Q., Zhang, C., et.al. Activating Smoothened mutations in sporadic basal-cell carcinoma, Nature, 1998. 391(6662): p. 90-2., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9422511

137. Bakshi, A., Chaudhary, S. C., Rana, M., Elmets, C. A., Athar, M., Basal cell carcinoma pathogenesis and therapy involving hedgehog signaling and beyond, Mol Carcinog, 2017. 56(12): p. 2543-2557., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28574612

138. Couve-Privat, S., Bouadjar, B., Avril, M. F., Sarasin, A., Daya-Grosjean, L., Significantly high levels of ultraviolet-specific mutations in the smoothened gene in basal cell carcinomas from DNA repair-deficient xeroderma pigmentosum patients, Cancer Res, 2002. 62(24): p. 7186-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12499255

139. Couve-Privat, S., Le Bret, M., Traiffort, E., Queille, S., Coulombe, J., Bouadjar, B., et.al. Functional analysis of novel sonic hedgehog gene mutations identified in basal cell carcinomas from xeroderma pigmentosum patients, Cancer Res, 2004. 64(10): p. 3559-65., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15150112

140. Daya-Grosjean, L., Couve-Privat, S., Sonic hedgehog signaling in basal cell carcinomas, Cancer Lett, 2005. 225(2): p. 181-92., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15978322

141. Daya-Grosjean, L., Sarasin, A., UV-specific mutations of the human patched gene in basal cell carcinomas from normal individuals and xeroderma pigmentosum patients, Mutat Res, 2000. 450(1-2): p. 193-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10838143

142. Kim, M. Y., Park, H. J., Baek, S. C., Byun, D. G., Houh, D., Mutations of the p53 and PTCH gene in basal cell carcinomas: UV mutation signature and strand bias, J Dermatol Sci, 2002. 29(1): p. 1-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12007715

143. Ratner, D., Peacocke, M., Zhang, H., Ping, X. L., Tsou, H. C., UV-specific p53 and PTCH mutations in sporadic basal cell carcinoma of sun-exposed skin, J Am Acad Dermatol, 2001. 44(2): p. 293-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11174390

144. Bolshakov, S., Walker, C. M., Strom, S. S., Selvan, M. S., Clayman, G. L., El-Naggar, A., et.al. p53 mutations in human aggressive and nonaggressive basal and squamous cell carcinomas, Clin Cancer Res, 2003. 9(1): p. 228-34., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12538474

145. Boehnke, K., Falkowska-Hansen, B., Stark, H. J., Boukamp, P., Stem cells of the human epidermis and their niche: composition and function in epidermal regeneration and carcinogenesis, Carcinogenesis, 2012. 33(7): p. 1247-58., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22461521

146. Jin, Y., Mertens, F., Persson, B., Warloe, T., Gullestad, H. P., Salemark, L., et.al. Nonrandom numerical chromosome abnormalities in basal cell carcinomas, Cancer Genet Cytogenet, 1998. 103(1): p. 35-42., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9595042

147. Jin, Y., Martins, C., Salemark, L., Persson, B., Jin, C., Miranda, J., et.al. Nonrandom karyotypic features in basal cell carcinomas of the skin, Cancer Genet Cytogenet, 2001. 131(2): p. 109-19., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11750050

148. Karagas, M. R., Zens, M. S., Nelson, H. H., Mabuchi, K., Perry, A. E., Stukel, T. A., et.al. Measures of cumulative exposure from a standardized sun exposure history questionnaire: a comparison with histologic assessment of solar skin damage, Am J Epidemiol, 2007. 165(6): p. 719-26.

149. Kennedy, C., Bajdik, C. D., Willemze, R., De Gruijl, F. R., Bouwes Bavinck, J. N., Leiden Skin Cancer, Study, The influence of painful sunburns and lifetime sun exposure on the risk of actinic keratoses, seborrheic warts, melanocytic nevi, atypical nevi, and skin cancer, J Invest Dermatol, 2003. 120(6): p. 1087-93., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12787139

150. Marks, R., Rennie, G., Selwood, T. S., Malignant transformation of solar keratoses to squamous cell carcinoma, Lancet, 1988. 1(8589): p. 795-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2895318

151. Criscione, V. D., Weinstock, M. A., Naylor, M. F., Luque, C., Eide, M. J., Bingham, S. F., et.al. Actinic keratoses: Natural history and risk of malignant transformation in the Veterans Affairs Topical Tretinoin Chemoprevention Trial, Cancer, 2009. 115(11): p. 2523-30., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19382202

152. Chen, G. J., Feldman, S. R., Williford, P. M., Hester, E. J., Kiang, S. H., Gill, I., et.al. Clinical diagnosis of actinic keratosis identifies an elderly population at high risk of developing skin cancer, Dermatol Surg, 2005. 31(1): p. 43-7.

153. Feldman, S. R., Fleischer, A. B., Jr., Progression of actinic keratosis to squamous cell carcinoma revisited: clinical and treatment implications, Cutis, 2011. 87(4): p. 201-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21644496

154. Quaedvlieg, P. J., Tirsi, E., Thissen, M. R., Krekels, G. A., Actinic keratosis: how to differentiate the good from the bad ones?, Eur J Dermatol, 2006. 16(4): p. 335-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16935787

155. Kanellou, P., Zaravinos, A., Zioga, M., Stratigos, A., Baritaki, S., Soufla, G., et.al. Genomic instability, mutations and expression analysis of the tumour suppressor genes p14(ARF), p15(INK4b), p16(INK4a) and p53 in actinic keratosis, Cancer Lett, 2008. 264(1): p. 145-61., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18331779

156. Padilla, R. S., Sebastian, S., Jiang, Z., Nindl, I., Larson, R., Gene expression patterns of normal human skin, actinic keratosis, and squamous cell carcinoma: a spectrum of disease progression, Arch Dermatol, 2010. 146(3): p. 288-93., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20231500

157. Drake, L. A., Ceilley, R. I., Cornelison, R. L., Dobes, W. L., Dorner, W., Goltz, R. W., et.al. Guidelines of care for actinic keratoses. Committee on Guidelines of Care, J Am Acad Dermatol, 1995. 32(1): p. 95-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7529779

158. Lober, B. A., Lober, C. W., Actinic keratosis is squamous cell carcinoma, South Med J, 2000. 93(7): p. 650-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11050603

159. Stulberg, D. L., Crandell, B., Fawcett, R. S., Diagnosis and treatment of basal cell and squamous cell carcinomas, Am Fam Physician, 2004. 70(8): p. 1481-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15526735

160. Ackerman, A. B., Mones, J. M., Solar (actinic) keratosis is squamous cell carcinoma, Br J Dermatol, 2006. 155(1): p. 9-22., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16792746

161. Anwar, J., Wrone, D. A., Kimyai-Asadi, A., Alam, M., The development of actinic keratosis into invasive squamous cell carcinoma: evidence and evolving classification schemes, Clin Dermatol, 2004. 22(3): p. 189-96., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15262304

162. Cockerell, C. J., Histopathology of incipient intraepidermal squamous cell carcinoma ('actinic keratosis'), Journal of the American Academy of Dermatology, 2000. p. 42(1 II)(pp S11-S17), 2000., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10607351

163. Roewert-Huber, J., Stockfleth, E., Kerl, H., Pathology and pathobiology of actinic (solar) keratosis - an update, Br J Dermatol, 2007. 157 Suppl 2: p. 18-20., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18067626

164. Fernandez-Figueras, M. T., Carrato, C., Saenz, X., Puig, L., Musulen, E., Ferrandiz, C., et.al. Actinic keratosis with atypical basal cells (AK I) is the most common lesion associated with invasive

squamous cell carcinoma of the skin, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2015. 29(5): p. 991-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25428612

165. Brash, D. E., Sunlight and the onset of skin cancer, Trends Genet, 1997. 13(10): p. 410-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9351343

166. Cleaver, J. E., Crowley, E., UV damage, DNA repair and skin carcinogenesis, Front Biosci, 2002. 7: p. d1024-43., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11897551

167. Ziegler, A., Jonason, A. S., Leffell, D. J., Simon, J. A., Sharma, H. W., Kimmelman, J., et.al. Sunburn and p53 in the onset of skin cancer, Nature, 1994. 372(6508): p. 773-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7997263

168. Park, W. S., Lee, H. K., Lee, J. Y., Yoo, N. J., Kim, C. S., Kim, S. H., p53 mutations in solar keratoses, Hum Pathol, 1996. 27(11): p. 1180-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8912828

169. Ortonne, J. P., From actinic keratosis to squamous cell carcinoma, Br J Dermatol, 2002. 146 Suppl 61: p. 20-3., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11966728

170. Mitchell, D. L., The relative cytotoxicity of (6-4) photoproducts and cyclobutane dimers in mammalian cells, Photochem Photobiol, 1988. 48(1): p. 51-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3217442

171. Kielbassa, C., Roza, L., Epe, B., Wavelength dependence of oxidative DNA damage induced by UV and visible light, Carcinogenesis, 1997. 18(4): p. 811-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9111219

172. Perdiz, D., Grof, P., Mezzina, M., Nikaido, O., Moustacchi, E., Sage, E., Distribution and repair of bipyrimidine photoproducts in solar UV-irradiated mammalian cells. Possible role of Dewar photoproducts in solar mutagenesis, J Biol Chem, 2000. 275(35): p. 26732-42., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10827179

173. Rochette, P. J., Therrien, J. P., Drouin, R., Perdiz, D., Bastien, N., Drobetsky, E. A., et.al. UVA-induced cyclobutane pyrimidine dimers form predominantly at thymine-thymine dipyrimidines and correlate with the mutation spectrum in rodent cells, Nucleic Acids Res, 2003. 31(11): p. 2786-94., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12771205

174. Tornaletti, S., Rozek, D., Pfeifer, G. P., The distribution of UV photoproducts along the human p53 gene and its relation to mutations in skin cancer, Oncogene, 1993. 8(8): p. 2051-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8336934

175. Tornaletti, S., Pfeifer, G. P., Slow repair of pyrimidine dimers at p53 mutation hotspots in skin cancer, Science, 1994. 263(5152): p. 1436-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8128225

176. Berg, R. J., van Kranen, H. J., Rebel, H. G., de Vries, A., van Vloten, W. A., Van Kreijl, C. F., et.al. Early p53 alterations in mouse skin carcinogenesis by UVB radiation: immunohistochemical detection of mutant p53 protein in clusters of preneoplastic epidermal cells, Proc Natl Acad Sci U S A, 1996. 93(1): p. 274-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8552621

177. Luo, J. L., Tong, W. M., Yoon, J. H., Hergenhahn, M., Koomagi, R., Yang, Q., et.al. UV-induced DNA damage and mutations in Hupki (human p53 knock-in) mice recapitulate p53 hotspot alterations in sun-exposed human skin, Cancer Res, 2001. 61(22): p. 8158-63., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11719445

178. Mitchell, D. L., Volkmer, B., Breitbart, E. W., Byrom, M., Lowery, M. G., Greinert, R., Identification of a non-dividing subpopulation of mouse and human epidermal cells exhibiting high levels of persistent ultraviolet photodamage, J Invest Dermatol, 2001. 117(3): p. 590-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11564164

179. Mitchell, D. L., Byrom, M., Chiarello, S., Lowery, M. G., Effects of chronic exposure to ultraviolet B radiation on DNA repair in the dermis and epidermis of the hairless mouse, J Invest Dermatol, 2001. 116(2): p. 209-15., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11179995

180. Gambardella, L., Barrandon, Y., The multifaceted adult epidermal stem cell, Curr Opin Cell Biol, 2003. 15(6): p. 771-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14644204

181. Bickenbach, J. R., Holbrook, K. A., Label-retaining cells in human embryonic and fetal epidermis, J Invest Dermatol, 1987. 88(1): p. 42-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3794386

182. Braun, K. M., Watt, F. M., Epidermal label-retaining cells: background and recent applications, J Investig Dermatol Symp Proc, 2004. 9(3): p. 196-201., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15369213

183. Cairns, J., Mutation selection and the natural history of cancer, Nature, 1975. 255(5505): p. 197-200., https://www.nature.com/articles/255197a0

184. Cairns, J., Somatic stem cells and the kinetics of mutagenesis and carcinogenesis, Proc Natl Acad Sci U S A, 2002. 99(16): p. 10567-70., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12149477

185. Potten, C. S., Owen, G., Booth, D., Intestinal stem cells protect their genome by selective segregation of template DNA strands, J Cell Sci, 2002. 115(Pt 11): p. 2381-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12006622

186. Boukamp, P., Non-melanoma skin cancer: what drives tumor development and progression?, Carcinogenesis, 2005. 26(10): p. 1657-67., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15905207

187. Quinn, A. G., Sikkink, S., Rees, J. L., Delineation of two distinct deleted regions on chromosome 9 in human non-melanoma skin cancers, Genes Chromosomes Cancer, 1994. 11(4): p. 222-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7533525

188. Rehman, I., Takata, M., Wu, Y. Y., Rees, J. L., Genetic change in actinic keratoses, Oncogene, 1996. 12(12): p. 2483-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8700506

189. Popp, S., Waltering, S., Herbst, C., Moll, I., Boukamp, P., UV-B-type mutations and chromosomal imbalances indicate common pathways for the development of Merkel and skin squamous cell carcinomas, Int J Cancer, 2002. 99(3): p. 352-60., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11992403

190. Greinert, R., Volkmer, B., Henning, S., Breitbart, E. W., Greulich, K. O., Cardoso, M. C., et.al. UVA-induced DNA double-strand breaks result from the repair of clustered oxidative DNA damages, Nucleic Acids Res, 2012., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22941639

191. Rapp, A., Greulich, K. O., After double-strand break induction by UV-A, homologous recombination and nonhomologous end joining cooperate at the same DSB if both systems are available, J Cell Sci, 2004. 117(Pt 21): p. 4935-45., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15367581

192. Gruis, N. A., van Doorn, R., Melanocortin 1 receptor function: shifting gears from determining skin and nevus phenotype to fetal growth, J Invest Dermatol, 2012. 132(8): p. 1953-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22797298

193. Schaffer, J. V., Bolognia, J. L., The melanocortin-1 receptor: red hair and beyond, Arch Dermatol, 2001. 137(11): p. 1477-85., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11708951

194. Robinson, S., Dixon, S., August, S., Diffey, B., Wakamatsu, K., Ito, S., et.al. Protection against UVR involves MC1R-mediated non-pigmentary and pigmentary mechanisms in vivo, J Invest Dermatol, 2010. 130(7): p. 1904-13., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20237490

195. Barnhill, R. L., Roush, G. C., Titus-Ernstoff, L., Ernstoff, M. S., Duray, P. H., Kirkwood, J. M., Comparison of nonfamilial and familial melanoma, Dermatology, 1992. 184(1): p. 2-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1558990

196. Fountain, J. W., Bale, S. J., Housman, D. E., Dracopoli, N. C., Genetics of melanoma, Cancer Surv, 1990. 9(4): p. 645-71., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2101727

197. Hansson, J., Familial cutaneous melanoma, Adv Exp Med Biol, 2010. 685(Department of Oncology-Pathology, Karolinska Institutet, Karolinska University Hospital Solna S-171 76, Stockholm, Sweden. johan.hansson@ki.se): p. 134-45., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20687502

198. Markovic, S. N., Erickson, L. A., Rao, R. D., Weenig, R. H., Pockaj, B. A., Bardia, A., et.al. Malignant melanoma in the 21st century, part 1: epidemiology, risk factors, screening, prevention, and diagnosis, Mayo Clin Proc, 2007. 82(3): p. 364-80., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17352373

199. Psaty, E. L., Scope, A., Halpern, A. C., Marghoob, A. A., Defining the patient at high risk for melanoma, International Journal of Dermatology, 2010. p. 49(4)(pp 362-376), 2010., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20465687

200. Hussussian, C. J., Struewing, J. P., Goldstein, A. M., Higgins, P. A., Ally, D. S., Sheahan, M. D., et.al. Germline p16 mutations in familial melanoma, Nat Genet, 1994. 8(1): p. 15-21., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7987387

201. Kamb, A., Shattuck-Eidens, D., Eeles, R., Liu, Q., Gruis, N. A., Ding, W., et.al. Analysis of the p16 gene (CDKN2) as a candidate for the chromosome 9p melanoma susceptibility locus, Nat Genet, 1994. 8(1): p. 23-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7987388

202. Udayakumar, D., Mahato, B., Gabree, M., Tsao, H., Genetic determinants of cutaneous melanoma predisposition, Semin Cutan Med Surg, 2010. 29(3): p. 190-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21051013

203. Chin, L., The genetics of malignant melanoma: lessons from mouse and man, Nat Rev Cancer, 2003. 3(8): p. 559-70., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12894244

204. Sherr, C. J., The INK4a/ARF network in tumour suppression, Nat Rev Mol Cell Biol, 2001. 2(10): p. 731-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11584300

205. Piccinin, S., Doglioni, C., Maestro, R., Vukosavljevic, T., Gasparotto, D., D'Orazi, C., et.al. p16/CDKN2 and CDK4 gene mutations in sporadic melanoma development and progression, Int J Cancer, 1997. 74(1): p. 26-30., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9036865

206. Ha, L., Ichikawa, T., Anver, M., Dickins, R., Lowe, S., Sharpless, N. E., et.al. ARF functions as a melanoma tumor suppressor by inducing p53-independent senescence, Proc Natl Acad Sci U S A, 2007. 104(26): p. 10968-73., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17576930

207. Garcia-Casado, Z., Nagore, E., Fernandez-Serra, A., Botella-Estrada, R., Lopez-Guerrero, J. A., A germline mutation of p14/ARF in a melanoma kindred, Melanoma Res, 2009. 19(5): p. 335-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19741424

208. Randerson-Moor, J. A., Harland, M., Williams, S., Cuthbert-Heavens, D., Sheridan, E., Aveyard, J., et.al. A germline deletion of p14(ARF) but not CDKN2A in a melanoma-neural system tumour syndrome family, Hum Mol Genet, 2001. 10(1): p. 55-62., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11136714

209. Daniotti, M., Oggionni, M., Ranzani, T., Vallacchi, V., Campi, V., Di Stasi, D., et.al. BRAF alterations are associated with complex mutational profiles in malignant melanoma, Oncogene, 2004. 23(35): p. 5968-77., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15195137

210. Daniotti, M., Vallacchi, V., Rivoltini, L., Patuzzo, R., Santinami, M., Arienti, F., et.al. Detection of mutated BRAFV600E variant in circulating DNA of stage III-IV melanoma patients, Int J Cancer, 2007. 120(11): p. 2439-44., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17315191

211. Hodis, E., Watson, I. R., Kryukov, G. V., Arold, S. T., Imielinski, M., Theurillat, J. P., et.al. A landscape of driver mutations in melanoma, Cell, 2012. 150(2): p. 251-63., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22817889

212. Mann, G. J., Pupo, G. M., Campain, A. E., Carter, C. D., Schramm, S. J., Pianova, S., et.al. BRAF Mutation, NRAS Mutation, and the Absence of an Immune-Related Expressed Gene Profile Predict Poor Outcome in Patients with Stage III Melanoma, J Invest Dermatol, 2012., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22931913

213. Sasaki, Y., Niu, C., Makino, R., Kudo, C., Sun, C., Watanabe, H., et.al. BRAF point mutations in primary melanoma show different prevalences by subtype, J Invest Dermatol, 2004. 123(1): p. 177-83., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15191558

214. Sosman, J. A., Kim, K. B., Schuchter, L., Gonzalez, R., Pavlick, A. C., Weber, J. S., et.al. Survival in BRAF V600-mutant advanced melanoma treated with vemurafenib, N Engl J Med, 2012. 366(8): p. 707-14., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22356324

215. Hayward, N., New developments in melanoma genetics, Curr Oncol Rep, 2000. 2(4): p. 300-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11122857

216. Kvaskoff, M., Whiteman, D. C., Zhao, Z. Z., Montgomery, G. W., Martin, N. G., Hayward, N. K., et.al. Polymorphisms in nevus-associated genes MTAP, PLA2G6, and IRF4 and the risk of invasive cutaneous melanoma, Twin Res Hum Genet, 2011. 14(5): p. 422-32., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21962134

217. Whiteman, D. C., Watt, P., Purdie, D. M., Hughes, M. C., Hayward, N. K., Green, A. C., Melanocytic nevi, solar keratoses, and divergent pathways to cutaneous melanoma, J Natl Cancer Inst, 2003. 95(11): p. 806-12., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12783935

218. Bennett, D. C., Human melanocyte senescence and melanoma susceptibility genes, Oncogene, 2003. 22(20): p. 3063-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12789281

219. Gray-Schopfer, V. C., Cheong, S. C., Chong, H., Chow, J., Moss, T., Abdel-Malek, Z. A., et.al. Cellular senescence in naevi and immortalisation in melanoma: a role for p16?, Br J Cancer, 2006. 95(4): p. 496-505., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16880792

220. Haferkamp, S., Becker, T. M., Scurr, L. L., Kefford, R. F., Rizos, H., p16INK4a-induced senescence is disabled by melanoma-associated mutations, Aging Cell, 2008. 7(5): p. 733-45., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18843795

221. Demunter, A., Ahmadian, M. R., Libbrecht, L., Stas, M., Baens, M., Scheffzek, K., et.al. A novel N-ras mutation in malignant melanoma is associated with excellent prognosis, Cancer Res, 2001. 61(12): p. 4916-22., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11406571

222. Demunter, A., Stas, M., Degreef, H., De Wolf-Peeters, C., van den Oord, J. J., Analysis of N- and K-ras mutations in the distinctive tumor progression phases of melanoma, J Invest Dermatol, 2001. 117(6): p. 1483-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11886512

223. Eskandarpour, M., Huang, F., Reeves, K. A., Clark, E., Hansson, J., Oncogenic NRAS has multiple effects on the malignant phenotype of human melanoma cells cultured in vitro, Int J Cancer, 2009. 124(1): p. 16-26., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18814281

224. Omholt, K., Karsberg, S., Platz, A., Kanter, L., Ringborg, U., Hansson, J., Screening of N-ras codon 61 mutations in paired primary and metastatic cutaneous melanomas: mutations occur

early and persist throughout tumor progression, Clin Cancer Res, 2002. 8(11): p. 3468-74., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12429636

225. Bloethner, S., Snellman, E., Bermejo, J. L., Hiripi, E., Gast, A., Thirumaran, R. K., et.al. Differential gene expression in melanocytic nevi with the V600E BRAF mutation, Genes Chromosomes Cancer, 2007. 46(11): p. 1019-27., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17696195

226. Brose, M. S., Volpe, P., Feldman, M., Kumar, M., Rishi, I., Gerrero, R., et.al. BRAF and RAS mutations in human lung cancer and melanoma, Cancer Res, 2002. 62(23): p. 6997-7000., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12460918

227. Davies, H., Bignell, G. R., Cox, C., Stephens, P., Edkins, S., Clegg, S., et.al. Mutations of the BRAF gene in human cancer, Nature, 2002. 417(6892): p. 949-54., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12068308

228. Kumar, R., Angelini, S., Snellman, E., Hemminki, K., BRAF mutations are common somatic events in melanocytic nevi, J Invest Dermatol, 2004. 122(2): p. 342-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15009715

229. Pollock, P. M., Harper, U. L., Hansen, K. S., Yudt, L. M., Stark, M., Robbins, C. M., et.al. High frequency of BRAF mutations in nevi, Nat Genet, 2003. 33(1): p. 19-20., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12447372

230. Clark, W. H., Jr., Elder, D. E., Guerry, D. th, Braitman, L. E., Trock, B. J., Schultz, D., et.al. Model predicting survival in stage I melanoma based on tumor progression, J Natl Cancer Inst, 1989. 81(24): p. 1893-904., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2593166

231. Schmid-Wendtner, M. H., Baumert, J., Eberle, J., Plewig, G., Volkenandt, M., Sander, C. A., Disease progression in patients with thin cutaneous melanomas (tumour thickness < or = 0.75 mm): clinical and epidemiological data from the Tumour Center Munich 1977-98, Br J Dermatol, 2003. 149(4): p. 788-93., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14616371

232. Palmieri, G., Colombino, M., Casula, M., Manca, A., Mandala, M., Cossu, A., et.al. Molecular Pathways in Melanomagenesis: What We Learned from Next-Generation Sequencing Approaches, Curr Oncol Rep, 2018. 20(11): p. 86., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30218391

233. Rivers, J. K., Is there more than one road to melanoma?, Lancet, 2004. 363(9410): p. 728-30., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15005091

234. Maldonado, J. L., Fridlyand, J., Patel, H., Jain, A. N., Busam, K., Kageshita, T., et.al. Determinants of BRAF mutations in primary melanomas, J Natl Cancer Inst, 2003. 95(24): p. 1878-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14679157

235. Sondak, V. K., Smalley, K., Targeting mutant BRAF and KIT in metastatic melanoma: ASCO 2009 meeting report, Pigment Cell Melanoma Res, 2009. 22(4): p. 386-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19624312

236. Esteve-Puig, R., Canals, F., Colome, N., Merlino, G., Recio, J. A., Uncoupling of the LKB1-AMPKalpha energy sensor pathway by growth factors and oncogenic BRAF, PLoS One, 2009. 4(3): p. e4771., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19274086

237. Lopez-Bergami, P., The long arm of BRAF V600E gets to mTORC1, Pigment Cell Melanoma Res, 2009. 22(3): p. 244-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19338646

238. Zheng, B., Jeong, J. H., Asara, J. M., Yuan, Y. Y., Granter, S. R., Chin, L., et.al. Oncogenic B-RAF negatively regulates the tumor suppressor LKB1 to promote melanoma cell proliferation, Mol Cell, 2009. 33(2): p. 237-47., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19187764

239. Zerp, S. F., van Elsas, A., Peltenburg, L. T., Schrier, P. I., p53 mutations in human cutaneous melanoma correlate with sun exposure but are not always involved in melanomagenesis, Br J Cancer, 1999. 79(5-6): p. 921-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10070891

240. Whiteman, D. C., Parsons, P. G., Green, A. C., p53 expression and risk factors for cutaneous melanoma: a case-control study, Int J Cancer, 1998. 77(6): p. 843-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9714052

241. Hoglund, M., Gisselsson, D., Hansen, G. B., White, V. A., Sall, T., Mitelman, F., et.al. Dissecting karyotypic patterns in malignant melanomas: temporal clustering of losses and gains in melanoma karyotypic evolution, Int J Cancer, 2004. 108(1): p. 57-65., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14618616

242. Greinert, R., Breitbart, E.W., Volkmer, B., UV-radiation biology as part of cancer research, Life Science and radiation, 2004.

243. Li, G., Schaider, H., Satyamoorthy, K., Hanakawa, Y., Hashimoto, K., Herlyn, M., Downregulation of E-cadherin and Desmoglein 1 by autocrine hepatocyte growth factor during melanoma development, Oncogene, 2001. 20(56): p. 8125-35., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11781826

244. Healy, E., Rehman, I., Angus, B., Rees, J. L., Loss of heterozygosity in sporadic primary cutaneous melanoma, Genes Chromosomes Cancer, 1995. 12(2): p. 152-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7535089

245. Celebi, J. T., Shendrik, I., Silvers, D. N., Peacocke, M., Identification of PTEN mutations in metastatic melanoma specimens, J Med Genet, 2000. 37(9): p. 653-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10978354

246. Pollock, P. M., Walker, G. J., Glendening, J. M., Que Noy, T., Bloch, N. C., Fountain, J. W., et.al. PTEN inactivation is rare in melanoma tumours but occurs frequently in melanoma cell lines, Melanoma Res, 2002. 12(6): p. 565-75., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12459646

247. Stambolic, V., Suzuki, A., de la Pompa, J. L., Brothers, G. M., Mirtsos, C., Sasaki, T., et.al. Negative regulation of PKB/Akt-dependent cell survival by the tumor suppressor PTEN, Cell, 1998. 95(1): p. 29-39., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9778245

248. Blum, A., Epidemiologie und Risikofaktoren des malignen Melanoms, Onkologe, 2004. 10:

249. Hartevelt, MM, Bavinck, JN, Kootte, AM, Vermeer, BJ, Vandenbroucke, JP, Incidence of skin cancer after renal transplantation in The Netherlands., Transplantation, 1990. 49 (3)(3): p. 506-9., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2316011/

250. Euvrard, S, Kanitakis, J, Claudy, A, Skin cancers after organ transplantation., N Engl J Med, 2003. 348 (17)(17): p. 1681-91., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12711744/

251. Ong, C. S., Keogh, A. M., Kossard, S., Macdonald, P. S., Spratt, P. M., Skin cancer in Australian heart transplant recipients, J Am Acad Dermatol, 1999. 40(1): p. 27-34., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9922009

252. Garrett, GL, Blanc, PD, Boscardin, J, Lloyd, AA, Ahmed, RL, Anthony, T, et.al. Incidence of and Risk Factors for Skin Cancer in Organ Transplant Recipients in the United States., JAMA Dermatol, 2017. 153 (3)(3): p. 296-303., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28097368/

253. O'Donovan, P, Perrett, CM, Zhang, X, Montaner, B, Xu, YZ, Harwood, CA, et.al. Azathioprine and UVA light generate mutagenic oxidative DNA damage., Science, 2005. 309 (5742)(5742): p. 1871-4., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16166520/

254. Silverberg, MJ, Lau, B, Achenbach, CJ, Jing, Y, Althoff, KN, D'Souza, G, et.al. Cumulative Incidence of Cancer Among Persons With HIV in North America: A Cohort Study., Ann Intern Med, 2015. 163 (7)(7): p. 507-18., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26436616/

255. Raaschou, P, Söderling, J, Turesson, C, Askling, J, Tumor Necrosis Factor Inhibitors and Cancer Recurrence in Swedish Patients With Rheumatoid Arthritis: A Nationwide Population-Based Cohort Study., Ann Intern Med, 2018. 169 (5)(5): p. 291-299., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30105374/

256. Singal, A, Lipner, SR, PD-1 and PD-L1 inhibitor treatment is associated with increased odds of cutaneous squamous cell carcinoma in a large retrospective cohort study., Arch Dermatol Res, 2024. 317 (1)(1): p. 31., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39549110/

257. Curkovic, N. B., Bai, K., Ye, F., Johnson, D. B., Incidence of Cutaneous Immune-Related Adverse Events and Outcomes in Immune Checkpoint Inhibitor-Containing Regimens: A Systematic Review and Meta-Analysis.Cancers, 2024. 16(2): p. 340.

258. Travis, L. B., Arndt, K. A., Occupational skin cancer. Four major carcinogens that put workers at risk, Postgrad Med, 1986. 79(6): p. 211-4, 217., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3703756

259. Karagas, M. R., McDonald, J. A., Greenberg, E. R., Stukel, T. A., Weiss, J. E., Baron, J. A., et.al. Risk of basal cell and squamous cell skin cancers after ionizing radiation therapy. For The Skin Cancer Prevention Study Group, J Natl Cancer Inst, 1996. 88(24): p. 1848-53., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8961975

260. Lichter, M. D., Karagas, M. R., Mott, L. A., Spencer, S. K., Stukel, T. A., Greenberg, E. R., Therapeutic ionizing radiation and the incidence of basal cell carcinoma and squamous cell carcinoma. The New Hampshire Skin Cancer Study Group, Arch Dermatol, 2000. 136(8): p. 1007-11., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10926736

261. Marcil, I., Stern, R. S., Risk of developing a subsequent nonmelanoma skin cancer in patients with a history of nonmelanoma skin cancer: a critical review of the literature and meta-analysis, Arch Dermatol, 2000. 136(12): p. 1524-30., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11115165

262. Frankel, D. H., Hanusa, B. H., Zitelli, J. A., New primary nonmelanoma skin cancer in patients with a history of squamous cell carcinoma of the skin. Implications and recommendations for follow-up, J Am Acad Dermatol, 1992. 26(5 Pt 1): p. 720-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1583171

263. DiGiovanna, J. J., Posttransplantation skin cancer: scope of the problem, management, and role for systemic retinoid chemoprevention, Transplant Proc, 1998. 30(6): p. 2771-5; discussion 2776-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9745564

264. Ford, D., Bliss, J. M., Swerdlow, A. J., Armstrong, B. K., Franceschi, S., Green, A., et.al. Risk of cutaneous melanoma associated with a family history of the disease. The International Melanoma Analysis Group (IMAGE), Int J Cancer, 1995. 62(4): p. 377-81.

265. Hemminki, K., Lonnstedt, I., Vaittinen, P., A population-based study of familial cutaneous melanoma, Melanoma Res, 2001. 11(2): p. 133-40., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11333122

266. Brobeil, A., Rapaport, D., Wells, K., Cruse, C. W., Glass, F., Fenske, N., et.al. Multiple primary melanomas: implications for screening and follow-up programs for melanoma, Ann Surg Oncol, 1997. 4(1): p. 19-23., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8985513

267. Schmid-Wendtner, M. H., Baumert, J., Wendtner, C. M., Plewig, G., Volkenandt, M., Risk of second primary malignancies in patients with cutaneous melanoma, Br J Dermatol, 2001. 145(6): p. 981-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11899153

268. Bhatia, S., Estrada-Batres, L., Maryon, T., Bogue, M., Chu, D., Second primary tumors in patients with cutaneous malignant melanoma, Cancer, 1999. 86(10): p. 2014-20., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10570426

269. Wassberg, C., Thorn, M., Yuen, J., Ringborg, U., Hakulinen, T., Second primary cancers in patients with cutaneous malignant melanoma: a population-based study in Sweden, Br J Cancer, 1996. 73(2): p. 255-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8546916

270. Wiener, AA, Schumacher, JR, Racz, JM, Weber, SM, Xu, YG, Neuman, HB, Incidence of Second Primary Melanoma in Cutaneous Melanoma Survivors., Ann Surg Oncol, 2022. 29 (9)(9): p. 5925-5932., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35505144/

271. Goldstein, A. M., Tucker, M. A., Genetic epidemiology of familial melanoma, Dermatol Clin, 1995. 13(3): p. 605-12., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7554508

272. Bauer, J., Garbe, C., Acquired melanocytic nevi as risk factor for melanoma development. A comprehensive review of epidemiological data, Pigment Cell Res, 2003. 16(3): p. 297-306., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12753404

273. Partanen, T., Boffetta, P., Cancer risk in asphalt workers and roofers: review and meta-analysis of epidemiologic studies, Am J Ind Med, 1994. 26(6): p. 721-40., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7892824

274. Tsai, P. J., Shieh, H. Y., Lee, W. J., Lai, S. O., Health-risk assessment for workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a carbon black manufacturing industry, Sci Total Environ, 2001. 278(1-3): p. 137-50., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11669262

275. Roelofzen, J. H., Aben, K. K., Oldenhof, U. T., Coenraads, P. J., Alkemade, H. A., van de Kerkhof, P. C., et.al. No increased risk of cancer after coal tar treatment in patients with psoriasis or eczema, J Invest Dermatol, 2010. 130(4): p. 953-61., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20016499

276. Forslund, O., Iftner, T., Andersson, K., Lindelof, B., Hradil, E., Nordin, P., et.al. Cutaneous human papillomaviruses found in sun-exposed skin: Beta-papillomavirus species 2 predominates in squamous cell carcinoma, J Infect Dis, 2007. 196(6): p. 876-83., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17703418

277. Kelly, D. A., Young, A. R., McGregor, J. M., Seed, P. T., Potten, C. S., Walker, S. L., Sensitivity to sunburn is associated with susceptibility to ultraviolet radiation-induced suppression of cutaneous cell-mediated immunity, J Exp Med, 2000. 191(3): p. 561-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10662801

278. Quint, KD, Genders, RE, de Koning, MN, Borgogna, C, Gariglio, M, Bouwes Bavinck, JN, et.al. Human Beta-papillomavirus infection and keratinocyte carcinomas., J Pathol, 2015. 235 (2)(2): p. 342-54., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25131163/

279. Tommasino, M, HPV and skin carcinogenesis., Papillomavirus Res, 2019. 7 (): p. 129-131., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30953864/

280. Pedersen, S. A., Gaist, D., Schmidt, S. A. J., Holmich, L. R., Friis, S., Pottegard, A., Hydrochlorothiazide use and risk of nonmelanoma skin cancer: A nationwide case-control study from Denmark, J Am Acad Dermatol, 2018. 78(4): p. 673-681 e9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29217346

281. Pottegard, A., Hallas, J., Olesen, M., Svendsen, M. T., Habel, L. A., Friedman, G. D., et.al. Hydrochlorothiazide use is strongly associated with risk of lip cancer, J Intern Med, 2017. 282(4): p. 322-331., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28480532

282. Stern, RS, The risk of melanoma in association with long-term exposure to PUVA., J Am Acad Dermatol, 2001. 44 (5)(5): p. 755-61., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11312420/

283. Stern, RS, The risk of squamous cell and basal cell cancer associated with psoralen and ultraviolet A therapy: a 30-year prospective study., J Am Acad Dermatol, 2012. 66 (4)(4): p. 553-62., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22264671/

284. Li, WQ, Drucker, AM, Cho, E, Laden, F, VoPham, T, Li, S, et.al. Tetracycline use and risk of incident skin cancer: a prospective study., Br J Cancer, 2018. 118 (2)(2): p. 294-298., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29073637/

285. Tang, H, Shi, W, Song, Y, Han, J, Voriconazole exposure and risk of cutaneous squamous cell carcinoma among lung or hematopoietic cell transplant patients: A systematic review and meta-analysis., J Am Acad Dermatol, 2019. 80 (2)(2): p. 500-507.e10., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30130598/

286. Cullen, A. P., Photokeratitis and other phototoxic effects on the cornea and conjunctiva, Int J Toxicol, 2002. 21(6): p. 455-64., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12537642

287. Oliva, M. S., Taylor, H., Ultraviolet radiation and the eye, Int Ophthalmol Clin, 2005. 45(1): p. 1-17., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15632523

288. Ren, H., Wilson, G., The effect of ultraviolet-B irradiation on the cell shedding rate of the corneal epithelium, Acta Ophthalmol (Copenh), 1994. 72(4): p. 447-52., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7825410

289. Chen, K. C., Jung, J. J., Aizman, A., High definition spectral domain optical coherence tomography findings in three patients with solar retinopathy and review of the literature, Open Ophthalmol J, 2012. 6: p. 29-35., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22798967

290. Comander, J., Gardiner, M., Loewenstein, J., High-resolution optical coherence tomography findings in solar maculopathy and the differential diagnosis of outer retinal holes, Am J Ophthalmol, 2011. 152(3): p. 413-419 e6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21708377

291. Cameron, M, Pterygium throughout the worldCharles C. Thomas, 1992.

292. Mackenzie, F. D., Hirst, L. W., Battistutta, D., Green, A., Risk analysis in the development of pterygia, Ophthalmology, 1992. 99(7): p. 1056-61., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1495784

293. Moran, D. J., Hollows, F. C., Pterygium and ultraviolet radiation: a positive correlation, Br J Ophthalmol, 1984. 68(5): p. 343-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6712914

294. Taylor, H. R., West, S. K., Rosenthal, F. S., Munoz, B., Newland, H. S., Emmett, E. A., Corneal changes associated with chronic UV irradiation, Arch Ophthalmol, 1989. 107(10): p. 1481-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2803097

295. Norn, M. S., Spheroid degeneration, pinguecula, and pterygium among Arabs in the Red Sea territory, Jordan, Acta Ophthalmol (Copenh), 1982. 60(6): p. 949-54., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7170936

296. Gray, R. H., Johnson, G. J., Freedman, A., Climatic droplet keratopathy, Surv Ophthalmol, 1992. 36(4): p. 241-53., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1549808

297. Johnson, G. J., Aetiology of spheroidal degeneration of the cornea in Labrador, Br J Ophthalmol, 1981. 65(4): p. 270-83., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7236572

298. Klintworth, G. K., Chronic actinic keratopathy--a condition associated with conjunctival elastosis (pingueculae) and typified by characteristic extracellular concretions, Am J Pathol, 1972. 67(2): p. 327-48., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5021106

299. Pe'er, J., Ocular surface squamous neoplasia: evidence for topical chemotherapy, Int Ophthalmol Clin, 2015. 55(1): p. 9-21., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25436490

300. Lee, G. A., Hirst, L. W., Incidence of ocular surface epithelial dysplasia in metropolitan Brisbane. A 10-year survey, Arch Ophthalmol, 1992. 110(4): p. 525-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1562262

301. Malik, M. O., El Sheikh, E. H., Tumors of the eye and adnexa in the Sudan, Cancer, 1979. 44(1): p. 293-303., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/455254

302. Newton, R., Ferlay, J., Reeves, G., Beral, V., Parkin, D. M., Effect of ambient solar ultraviolet radiation on incidence of squamous-cell carcinoma of the eye, Lancet, 1996. 347(9013): p. 1450-1., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8676629

303. Pola, E. C., Masanganise, R., Rusakaniko, S., The trend of ocular surface squamous neoplasia among ocular surface tumour biopsies submitted for histology from Sekuru Kaguvi Eye Unit, Harare between 1996 and 2000, Cent Afr J Med, 2003. 49(1-2): p. 1-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14562592

304. Sun, E. C., Fears, T. R., Goedert, J. J., Epidemiology of squamous cell conjunctival cancer, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 1997. 6(2): p. 73-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9037556

305. Templeton, A. C., Tumors of the eye and adnexa in Africans of Uganda, Cancer, 1967. 20(10): p. 1689-98., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6058176

306. El-Shabrawi, Y., Radner, H., Muellner, K., Langmann, G., Hoefler, G., The role of UV-radiation in the development of conjunctival malignant melanoma, Acta Ophthalmol Scand, 1999. 77(1): p. 31-2., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10071144

307. Brilliant, L. B., Grasset, N. C., Pokhrel, R. P., Kolstad, A., Lepkowski, J. M., Brilliant, G. E., et.al. Associations among cataract prevalence, sunlight hours, and altitude in the Himalayas, Am J Epidemiol, 1983. 118(2): p. 250-64., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6603790

308. Chatterjee, A., Milton, R. C., Thyle, S., Prevalence and aetiology of cataract in Punjab, Br J Ophthalmol, 1982. 66(1): p. 35-42., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7055541

309. Hollows, F., Moran, D., Cataract--the ultraviolet risk factor, Lancet, 1981. 2(8258): p. 1249-50., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6118668

310. Taylor, H. R., The environment and the lens, Br J Ophthalmol, 1980. 64(5): p. 303-10., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7437389

311. Wong, L., Ho, S. C., Coggon, D., Cruddas, A. M., Hwang, C. H., Ho, C. P., et.al. Sunlight exposure, antioxidant status, and cataract in Hong Kong fishermen, J Epidemiol Community Health, 1993. 47(1): p. 46-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8436894

312. Bochow, T. W., West, S. K., Azar, A., Munoz, B., Sommer, A., Taylor, H. R., Ultraviolet light exposure and risk of posterior subcapsular cataracts, Arch Ophthalmol, 1989. 107(3): p. 369-72., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2923558

313. Cruickshanks, K. J., Klein, B. E., Klein, R., Ultraviolet light exposure and lens opacities: the Beaver Dam Eye Study, Am J Public Health, 1992. 82(12): p. 1658-62., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1456342

314. Hyman, L. G., Lilienfeld, A. M., Ferris, F. L., 3rd, Fine, S. L., Senile macular degeneration: a case-control study, Am J Epidemiol, 1983. 118(2): p. 213-27., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6881127

315. Risk factors for neovascular age-related macular degeneration. The Eye Disease Case-Control Study Group, Arch Ophthalmol, 1992. 110(12): p. 1701-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1281403

316. Darzins, P., Mitchell, P., Heller, R. F., Sun exposure and age-related macular degeneration. An Australian case-control study, Ophthalmology, 1997. 104(5): p. 770-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9160021

317. West, S. K., Rosenthal, F. S., Bressler, N. M., Bressler, S. B., Munoz, B., Fine, S. L., et.al. Exposure to sunlight and other risk factors for age-related macular degeneration, Arch Ophthalmol, 1989. 107(6): p. 875-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2786410

318. Taylor, H. R., West, S., Munoz, B., Rosenthal, F. S., Bressler, S. B., Bressler, N. M., The long-term effects of visible light on the eye, Arch Ophthalmol, 1992. 110(1): p. 99-104., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1731731

319. Tomany, SC, Cruickshanks, KJ, Klein, R, Klein, BE, Knudtson, MD, Sunlight and the 10-year incidence of age-related maculopathy: the Beaver Dam Eye Study., Arch Ophthalmol, 2004. 122 (5)(5): p. 750-7., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15136324/

320. Sui, G. Y., Liu, G. C., Liu, G. Y., Gao, Y. Y., Deng, Y., Wang, W. Y., et.al. Is sunlight exposure a risk factor for age-related macular degeneration? A systematic review and meta-analysis, Br J Ophthalmol, 2013. 97(4): p. 389-94., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23143904

321. Wang, J. J., Klein, R., Smith, W., Klein, B. E., Tomany, S., Mitchell, P., Cataract surgery and the 5-year incidence of late-stage age-related maculopathy: pooled findings from the Beaver Dam and Blue Mountains eye studies, Ophthalmology, 2003. 110(10): p. 1960-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14522772

322. Downie, L. E., Busija, L., Keller, P. R., Blue-light filtering intraocular lenses (IOLs) for protecting macular health, Cochrane Database Syst Rev, 2018. 5: p. CD011977., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29786830

323. Kulasingam, V., Diamandis, E. P., Strategies for discovering novel cancer biomarkers through utilization of emerging technologies, Nat Clin Pract Oncol, 2008. 5(10): p. 588-99., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18695711

324. Ludwig, J. A., Weinstein, J. N., Biomarkers in cancer staging, prognosis and treatment selection, Nat Rev Cancer, 2005. 5(11): p. 845-56., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16239904

325. Neagu, M., Constantin, C., Cretoiu, S. M., Zurac, S., miRNAs in the Diagnosis and Prognosis of Skin Cancer, Front Cell Dev Biol, 2020. 8: p. 71., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32185171

326. Weinstein, D., Leininger, J., Hamby, C., Safai, B., Diagnostic and prognostic biomarkers in melanoma, J Clin Aesthet Dermatol, 2014. 7(6): p. 13-24., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25013535

327. Chen, J. J., Lu, T. P., Chen, Y. C., Lin, W. J., Predictive biomarkers for treatment selection: statistical considerations, Biomark Med, 2015. 9(11): p. 1121-35., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26507127

328. Chen, G., Huang, A. C., Zhang, W., Zhang, G., Wu, M., Xu, W., et.al. Exosomal PD-L1 contributes to immunosuppression and is associated with anti-PD-1 response, Nature, 2018. 560(7718): p. 382-386., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30089911

329. Kalia, M., Biomarkers for personalized oncology: recent advances and future challenges, Metabolism, 2015. 64(3 Suppl 1): p. S16-21., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25468140

330. Gaiser, M. R., von Bubnoff, N., Gebhardt, C., Utikal, J. S., Liquid biopsy to monitor melanoma patients, J Dtsch Dermatol Ges, 2018. 16(4): p. 405-414., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29512873

331. Lianidou, E., Pantel, K., Liquid biopsies, Genes Chromosomes Cancer, 2019. 58(4): p. 219-232., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30382599

332. Reimers, N., Pantel, K., Liquid biopsy: novel technologies and clinical applications, Clin Chem Lab Med, 2019. 57(3): p. 312-316., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30465714

333. Quandt, D., Dieter Zucht, H., Amann, A., Wulf-Goldenberg, A., Borrebaeck, C., Cannarile, M., et.al. Implementing liquid biopsies into clinical decision making for cancer immunotherapy, Oncotarget, 2017. 8(29): p. 48507-48520., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28501851

334. Dragomir, M., Mafra, A. C. P., Dias, S. M. G., Vasilescu, C., Calin, G. A., Using microRNA Networks to Understand Cancer, Int J Mol Sci, 2018. 19(7):, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29949872

335. Whiteside, T. L., Tumor-Derived Exosomes and Their Role in Cancer Progression, Adv Clin Chem, 2016. 74: p. 103-41., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27117662

336. Lim, S. Y., Lee, J. H., Diefenbach, R. J., Kefford, R. F., Rizos, H., Liquid biomarkers in melanoma: detection and discovery, Mol Cancer, 2018. 17(1): p. 8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29343260

337. Mumford, S. L., Towler, B. P., Pashler, A. L., Gilleard, O., Martin, Y., Newbury, S. F., Circulating MicroRNA Biomarkers in Melanoma: Tools and Challenges in Personalised Medicine, Biomolecules, 2018. 8(2):, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29701682

338. Sharma, P., Diergaarde, B., Ferrone, S., Kirkwood, J. M., Whiteside, T. L., Melanoma cell-derived exosomes in plasma of melanoma patients suppress functions of immune effector cells, Sci Rep, 2020. 10(1): p. 92., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31919420

339. Zhang, Y., Liu, Y., Liu, H., Tang, W. H., Exosomes: biogenesis, biologic function and clinical potential, Cell Biosci, 2019. 9: p. 19., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30815248

340. Granger, C., Krutmann, J., Bustos, J., Sola, Y., Hosenally, M., Trullàs, C., et.al. New Methodology to Evaluate Sunscreens Under Outdoor Conditions: A Double-Blind, Randomized Intra-Individual Clinical Study of a Water-Based Broad-Spectrum SPF50+ Versus SPF15 (P3) and SPF50, Dermatol Ther (Heidelb), 2019. 9(3): p. 589-599.

341. Granger, C., Ong, Gavin, Andres, Philippe, Trullàs, Carles, Hosenally, Muzzammil, Lai, Wei, et.al. Outdoor sunscreen testing with high-intensity solar exposure in a Chinese and Caucasian population, Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine, 2022. 38(1): p. 19-28., https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/phpp.12710

342. Granger, C., Passeron, Thierry, Trullas, Carles, Hosenally, Muzzammil, Sokeechand, Bibi Nusayha, Krutmann, Jean, et.al. Outdoor clinical testing with reference sunscreens to determine differences in skin response between populations of different ethnicity: A combined data analysis from 128 subjects, Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine, 2023. 39(5): p. 419-427., https://doi.org/10.1111/phpp.12871

343. Granger, C., Petkar, G., Hosenally, M., Bustos, J., Trullàs, C., Passeron, T., et.al. Evaluation of a Sunscreen Product Compared with Reference Standards P3, P5 and P8 in Outdoor Conditions: a Randomized, Double-Blinded, Intra-individual Study in Healthy Subjects, Dermatol Ther (Heidelb), 2022. 12(11): p. 2531-2546.

344. Granger, C., Sola, Y., Gilaberte, Y., Trullàs, C., Outdoor testing of the photoprotection provided by a new water-based broad-spectrum SPF50+ sunscreen product: two double-blind, split-face,

randomized controlled studies in healthy adults, Clin Cosmet Investig Dermatol, 2019. 12: p. 461-467.

345. Trullàs, Carles, Granger, Corinne, Lim, Henry W., Krutmann, Jean, Masson, Philippe, Linear and exponential sunscreen behaviours as an explanation for observed discrepancies in sun protection factor testing, Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine, 2020. 36(5): p. 351-356., https://doi.org/10.1111/phpp.12500

346. Williams, Joshua D., Maitra, Prithwiraj, Atillasoy, Evren, Wu, Mei-Miau, Farberg, Aaron S., Rigel, Darrell S., SPF 100+ sunscreen is more protective against sunburn than SPF 50+ in actual use: Results of a randomized, double-blind, split-face, natural sunlight exposure clinical trial, Journal of the American Academy of Dermatology, 2018. 78(5): p. 902-910.e2., https://doi.org/10.1016/j.jaad.2017.12.062

347. Young, A. R., Narbutt, J., Harrison, G. I., Lawrence, K. P., Bell, M., O'Connor, C., et.al. Optimal sunscreen use, during a sun holiday with a very high ultraviolet index, allows vitamin D synthesis without sunburn, Br J Dermatol, 2019. 181(5): p. 1052-1062.

348. Narbutt, J., Philipsen, P. A., Harrison, G. I., Morgan, K. A., Lawrence, K. P., Baczynska, K. A., et.al. Sunscreen applied at ≥ 2 mg cm−2 during a sunny holiday prevents erythema, a biomarker of ultraviolet radiation-induced DNA damage and suppression of acquired immunity, British Journal of Dermatology, 2019. 180(3): p. 604-614., https://doi.org/10.1111/bjd.17277

349. Ou-Yang, H, Jiang, LI, Meyer, K, Wang, SQ, Farberg, AS, Rigel, DS, Sun Protection by Beach Umbrella vs Sunscreen With a High Sun Protection Factor: A Randomized Clinical Trial., JAMA Dermatol, 2017. 153 (3)(3): p. 304-308., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28114650/

350. Russak, JE, Chen, T, Appa, Y, Rigel, DS, A comparison of sunburn protection of high-sun protection factor (SPF) sunscreens: SPF 85 sunscreen is significantly more protective than SPF 50., J Am Acad Dermatol, 2010. 62 (2)(2): p. 348-9., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20115958/

351. Rueegg, CS, Stenehjem, JS, Egger, M, Ghiasvand, R, Cho, E, Lund, E, et.al. Challenges in assessing the sunscreen-melanoma association., Int J Cancer, 2019. 144 (11)(11): p. 2651-2668., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30447006, 29620003/

352. Silva, ESD, Tavares, R, Paulitsch, FDS, Zhang, L, Use of sunscreen and risk of melanoma and non-melanoma skin cancer: a systematic review and meta-analysis., Eur J Dermatol, 2018. 28 (2)(2): p. 186-201., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29620003/

353. Rönsch, H, Bauer, A, The Preventive Value of Sun Protection., Curr Probl Dermatol, 2021. 55 (): p. 316-328., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34698024/

354. Sánchez, G, Nova, J, Rodriguez-Hernandez, AE, Medina, RD, Solorzano-Restrepo, C, Gonzalez, J, et.al. Sun protection for preventing basal cell and squamous cell skin cancers., Cochrane Database Syst Rev, 2016. 7 (7)(7): p. CD011161., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27455163/

355. World Health Organisation (WHO), Global Solar UV-Index - A Practical Guide, 2002., https://www.who.int/publications/i/item/9241590076

356. Neale, R. E., Beedle, V., Ebeling, P. R., Elliott, T., Francis, D., Girgis, C. M., et.al. Balancing the risks and benefits of sun exposure: A revised position statement for Australian adults, Aust N Z J Public Health, 2024. 48(1): p. 100117.

357. Abou-Dakn, Michael, Abu-Omar, Karim, Alaze-Hagemann, Felizitas, Alexy, Ute, Bauer, Carl-Peter, Beyer, Kirsten, et.al. Ernährung und Bewegung von Säuglingen und stillenden Frauen 2024, Monatsschrift Kinderheilkunde, 2025. 173(1): p. 69-93., https://doi.org/10.1007/s00112-024-02014-7

358. Majumdar, A., Kothari, V. K., Mondal, A. K., Hatua, P., Effect of weave, structural parameters and ultraviolet absorbers on in vitro protection factor of bleached cotton woven fabrics, Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2012. 28(2): p. 58-67.

359. Aguilera, J., de Gálvez, M. V., Sánchez-Roldán, C., Herrera-Ceballos, E., New advances in protection against solar ultraviolet radiation in textiles for summer clothing, Photochem Photobiol, 2014. 90(5): p. 1199-206.

360. Aguilera, J., Navarrete-de Gálvez, E., Sánchez-Roldán, C., Herrera-Ceballos, E., de Gálvez, M. V., Sun-protective Properties of Technical Sportswear Fabrics 100% Polyester: The Influence of Moisture and Sweat on Protection against Different Biological Effects of Ultraviolet (UV) Radiation, Photochem Photobiol, 2023. 99(1): p. 184-192.

361. EU-Verordnung (EG) Nr. 1223/2009, VERORDNUNG (EG) Nr. 1223/2009 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. November 2009 über kosmetische Mittel (Neufassung) vom 24.04.2025, Wirksamkwerden 01.05.2025, 2009.

362. Cadet, J., Douki, T., Formation of UV-induced DNA damage contributing to skin cancer development, Photochem Photobiol Sci, 2018. 17(12): p. 1816-1841.

363. Olsen, C. M., Wilson, L. F., Green, A. C., Biswas, N., Loyalka, J., Whiteman, D. C., Prevention of DNA damage in human skin by topical sunscreens, Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2017. 33(3): p. 135-142.

364. Autier, P., Boniol, M., Dore, J. F., Sunscreen use and increased duration of intentional sun exposure: still a burning issue, Int J Cancer, 2007. 121(1): p. 1-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17415716

365. Autier, P., Dore, J. F., Reis, A. C., Grivegnee, A., Ollivaud, L., Truchetet, F., et.al. Sunscreen use and intentional exposure to ultraviolet A and B radiation: A double blind randomized trial using personal dosimeters, British Journal of Cancer, 2000. p. 83(9)(pp 1243-1248), 2000., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2363574/

366. Moon, So Hyun, Sangha, Amolak, Ravichandran, Malavika, Samuela, Amy Vicki, Tso, Stephanie, Sharma, Dileep, et.al. Use of Lip Protecting Agents in the Prevention of Actinic Cheilitis, Herpes Labialis and Cancer of Lip: A Systematic Review, The Open Dentistry Journal, 2021. 15: p. 428-438., https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874210621000806

367. Green, A., Williams, G., Neale, R., Hart, V., Leslie, D., Parsons, P., et.al. Daily sunscreen application and betacarotene supplementation in prevention of basal-cell and squamous-cell carcinomas of the skin: a randomised controlled trial, Lancet, 1999. 354(9180): p. 723-9.

368. van der Pols, JC, Williams, GM, Pandeya, N, Logan, V, Green, AC, Prolonged prevention of squamous cell carcinoma of the skin by regular sunscreen use., Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2006. 15 (12)(12): p. 2546-8., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17132769/

369. Darlington, S., Williams, G., Neale, R., Frost, C., Green, A., A randomized controlled trial to assess sunscreen application and beta carotene supplementation in the prevention of solar keratoses, Arch Dermatol, 2003. 139(4): p. 451-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12707092

370. Naylor, M. F., Boyd, A., Smith, D. W., Cameron, G. S., Hubbard, D., Neldner, K. H., High sun protection factor sunscreens in the suppression of actinic neoplasia, Arch Dermatol, 1995. 131(2): p. 170-5.

371. Thompson, S. C., Jolley, D., Marks, R., Reduction of solar keratoses by regular sunscreen use, N Engl J Med, 1993. 329(16): p. 1147-51.

372. de Oliveira Ribeiro, A., da Silva, L. C., Martins-Filho, P. R., Prevalence of and risk factors for actinic cheilitis in Brazilian fishermen and women, Int J Dermatol, 2014. 53(11): p. 1370-6.

373. Miksa, S., Lutz, D., Guy, C., Delamour, E., Sunscreen sun protection factor claim based on in vivo interlaboratory variability, Int J Cosmet Sci, 2016. 38(6): p. 541-549.

374. Surber, C., Osterwalder, U., Challenges in Sun Protection, Curr Probl Dermatol, 2021. 55: p. 1-43.

375. Cole, C., Colson, B., Uhlig, S., The variability of in vivo sunscreen sun protection factor values, Int J Cosmet Sci, 2025. 47 Suppl 1(Suppl 1): p. 25-36.

376. Pouradier, F., Miksa, S., Batzer, J., Mangassi, M., Ludwikowska, A., Nocairi, H., et.al. Performance assessment of the Double Plate method (ISO23675) in ALT-SPF Consortium: A highly reproducible and accurate in vitro method to determine SPF, Int J Cosmet Sci, 2025. 47 Suppl 1: p. 37-52.

377. Ruvolo, E., Cole, C., Rohr, M., Silverman, J., Yousefian, O., Batzer, J., et.al. Performance of hybrid diffuse reflectance spectroscopy (HDRS-ISO 23698) methodology for assessment of sunscreen protection in the ALT-SPF Consortium validation study, Int J Cosmet Sci, 2025. 47 Suppl 1(Suppl 1): p. 53-77.

378. Acker, S., Büchse, A., Nogueira, L., Zur Lage, J., Perroux-David, E., Drulhon, F., et.al. The ALT-SPF ring study - in vitro determination of the SPF & UVA-PF by the fused method, Int J Cosmet Sci, 2025. 47 Suppl 1(Suppl 1): p. 115-132.

379. Reble, C., Bayer, M., Colson, B., Emmler, T., Hubaud, J. C., Seise, M., et.al. Characterization of LED-based hybrid diffuse reflectance spectroscopy method for determination of SPF and UVA-PF in blinded multi-centre study (ALT-SPF), Int J Cosmet Sci, 2025. 47 Suppl 1(Suppl 1): p. 96-114.

380. Kunze, G., Sohn, M., Giesinger, J., Quass, K., Prigl, Y., Schleiger, C., et.al. The ALT-SPF ring study-Correlation in silico versus in vivo SPF ISO24444 and in vitro UVA-PF ISO24443, Int J Cosmet Sci, 2025. 47 Suppl 1(Suppl 1): p. 78-95.

381. KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 22. September 2006 über die Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln und diesbezügliche Herstellerangaben, Amtsblatt der Europäischen Union, 2006., https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:265:0039:0043:DE:PDF

382. AOK-Bundesverband, Repräsentative Umfrage „Hautkrebsprävention und -vorsorge“ durch forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH im Auftrag des AOK-Bundesverbandes. Online befragt wurden 1.508 zufällig ausgewählte Personen ab 18 Jahren in Deutschland. Erhebung: 22. März bis 04. April 2024., 2024.

383. Mhamdi-Ghodbani, M, Starzonek, C, Degenhardt, S, Bender, M, Said, M, Greinert, R, et.al. UVB damage response of dermal stem cells as melanocyte precursors compared to keratinocytes, melanocytes, and fibroblasts from human foreskin., J Photochem Photobiol B, 2021. 220 (): p. 112216., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34023595/

384. Hacker, E., Testing Aerosol Sunscreen Products: exploring the impact of wind on the application of sunscreen (Scientific Report)., Griffith University. Brisbane, 2021. https://www.arpansa.gov.au/sites/default/files/aerosol_sunscreen_report_november_2021_0.pdf:

385. Kohli, Indermeet, Nicholson, Cynthia L., Williams, Joshua D., Lyons, Alexis B., Seo, InSeok, Maitra, Prithwiraj, et.al. Greater efficacy of SPF 100+ sunscreen compared with SPF 50+ in sunburn prevention during 5 consecutive days of sunlight exposure: A randomized, double-blind clinical trial, Journal of the American Academy of Dermatology, 2020. 82(4): p. 869-877., https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.09.018

386. Diffey, B. L., Grice, J., The influence of sunscreen type on photoprotection, Br J Dermatol, 1997. 137(1): p. 103-5.

387. Schalka, S., dos Reis, V. M., Cuce, L. C., The influence of the amount of sunscreen applied and its sun protection factor (SPF): evaluation of two sunscreens including the same ingredients at different concentrations, Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2009. 25(4): p. 175-80.

388. Heerfordt, I. M., Philipsen, P. A., Wulf, H. C., Sun behaviour on the beach monitored by webcam photos, Public Health, 2018. 155: p. 88-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29328978

389. Kobwanthanakun, W., Silpa-Archa, N., Wongpraparut, C., Pruksaekanan, C., Manuskiatti, W., An evaluation of the course of facial sunscreen coverage and sustainability over an 8-hour workday among outdoor workers, Health Sci Rep, 2021. 4(3): p. e350.

390. Bodekær, M., Akerström, U., Wulf, H. C., Accumulation of sunscreen in human skin after daily applications: a study of sunscreens with different ultraviolet radiation filters, Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2012. 28(3): p. 127-32.

391. Elliott, T., Nehl, E. J., Glanz, K., A controlled trial of objective measures of sunscreen and moisturizing lotion, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2009. 18(5): p. 1399-402.

392. Bundesamt für Strahlenschutz, Bewusstsein und Schutzmaßnahmenvor UV-Strahlung anlässlich der EURO 2024 Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung durchgeführt von forsa GmbH, https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/fachinfo/opt/forsa-umfrage2024.pdf?__blob=publicationFile&v=3, 2024.

393. Gambla, W. C., Fernandez, A. M., Gassman, N. R., Tan, M. C. B., Daniel, C. L., College tanning behaviors, attitudes, beliefs, and intentions: A systematic review of the literature, Prev Med, 2017. 105: p. 77-87., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28867504

394. Cuccaro, A., Freitas, R., De Marchi, L., Oliva, M., Pretti, C., UV-filters in marine environments: a review of research trends, meta-analysis, and ecotoxicological impacts of 4-methylbenzylidene-camphor and benzophenone-3 on marine invertebrate communities, Environ Sci Pollut Res Int, 2022. 29(43): p. 64370-64391.

395. National Academies of Sciences, Engineering, Medicine, Health, Medicine, Division, Division on, Earth, Life, Studies, et.al. Review of Fate, Exposure, and Effects of Sunscreens in Aquatic Environments and Implications for Sunscreen Usage and Human Health2022, National Academies Press (US): Washington (DC).

396. Prakash, V., Anbumani, S., A Systematic Review on Occurrence and Ecotoxicity of Organic UV Filters in Aquatic Organisms, Rev Environ Contam Toxicol, 2021. 257: p. 121-161.

397. Ramos, S., Homem, V., Alves, A., Santos, L., A review of organic UV-filters in wastewater treatment plants, Environ Int, 2016. 86: p. 24-44.

398. Fivenson, D., Sabzevari, N., Qiblawi, S., Blitz, J., Norton, B. B., Norton, S. A., Sunscreens: UV filters to protect us: Part 2-Increasing awareness of UV filters and their potential toxicities to us and our environment, Int J Womens Dermatol, 2021. 7(1): p. 45-69.

399. Yuan, S., Huang, J., Jiang, X., Huang, Y., Zhu, X., Cai, Z., Environmental Fate and Toxicity of Sunscreen-Derived Inorganic Ultraviolet Filters in Aquatic Environments: A Review, Nanomaterials (Basel), 2022. 12(4):

400. Danovaro, R., Bongiorni, L., Corinaldesi, C., Giovannelli, D., Damiani, E., Astolfi, P., et.al. Sunscreens cause coral bleaching by promoting viral infections, Environ Health Perspect, 2008. 116(4): p. 441-7.

401. Downs, C. A., Kramarsky-Winter, E., Segal, R., Fauth, J., Knutson, S., Bronstein, O., et.al. Toxicopathological Effects of the Sunscreen UV Filter, Oxybenzone (Benzophenone-3), on Coral

Planulae and Cultured Primary Cells and Its Environmental Contamination in Hawaii and the U.S. Virgin Islands, Arch Environ Contam Toxicol, 2016. 70(2): p. 265-88.

402. Levine, A., Reducing the prevalence of chemical UV filters from sunscreen in aquatic environments: Regulatory, public awareness, and other considerations, Integr Environ Assess Manag, 2021. 17(5): p. 982-988.

403. Mitchelmore, C. L., He, K., Gonsior, M., Hain, E., Heyes, A., Clark, C., et.al. Occurrence and distribution of UV-filters and other anthropogenic contaminants in coastal surface water, sediment, and coral tissue from Hawaii, Sci Total Environ, 2019. 670: p. 398-410.

404. Zou, W., Ramanathan, R., Sinclair, C., King, K., Tinker, R., Bansal,V., Sunscreen testing: A critical perspective and future roadmapelsevier, 2022. 157:

405. Osterwalder, U, Surber, C, [Characterization of sun protection performance: Quo vadis?]., Hautarzt, 2022. 73 (4)(4): p. 276-282., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35333933/

406. European Commission, International Agency for Research on Cancer (IARC), European Code Against Cancer (ECAC), 2014.

407. European Commission, International Agency for Research on Cancer (IARC), European Code Against Cancer (ECAC), 5th Edition, 2025., https://cancer-code-europe.iarc.who.int/

408. Schwalfenberg, G., Not enough vitamin D: Health consequences for Canadians, Canadian Family Physician, 2007. p. 53(5)(pp 841-854), 2007., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17872747

409. Ulrich, C., Jurgensen, J. S., Degen, A., Hackethal, M., Ulrich, M., Patel, M. J., et.al. Prevention of non-melanoma skin cancer in organ transplant patients by regular use of a sunscreen: a 24 months, prospective, case-control study, Br J Dermatol, 2009. 161 Suppl 3: p. 78-84., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19775361

410. de Gruijl, FR, Skin cancer and solar UV radiation., Eur J Cancer, 1999. 35 (14)(14): p. 2003-9., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10711242/

411. International Agency for Research on Cancer, GLOBOCAN 2008. Estimated age-standardised incidence rate per 100,000 - Melanoma of skin: both sexes, all ages, 2010., https://gco.iarc.fr/

412. Wolpowitz, D, Gilchrest, BA, The vitamin D questions: how much do you need and how should you get it?, J Am Acad Dermatol, 2006. 54 (2)(2): p. 301-17., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16443061/

413. Strahlenschutzkommission, Schutz des Menschen vor den Gefahren solarer UV-Strahlung und UV-Strahlung in Solarien, 2016. 67:

414. Bundesamt für Strahlenschutz, UV-Schutz-Bündnis, Konsentierte Empfehlung zu UV-Strahlung und Vitamin D, 2016., http://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/wirkung/akut/empfehlung.html

415. Myung, S. K., Kim, Y., Ju, W., Choi, H. J., Bae, W. K., Effects of antioxidant supplements on cancer prevention: meta-analysis of randomized controlled trials, Annals of oncology : official journal of the European Society for Medical Oncology / ESMO, 2010. 21(1): p. 166-79.

416. Lukic, M., Jareid, M., Weiderpass, E., Braaten, T., Coffee consumption and the risk of malignant melanoma in the Norwegian Women and Cancer (NOWAC) Study, BMC Cancer, 2016. 16: p. 562., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27473841

417. Miura, K., Hughes, M. C., Green, A. C., van der Pols, J. C., Caffeine intake and risk of basal cell and squamous cell carcinomas of the skin in an 11-year prospective study, Eur J Nutr, 2014. 53(2): p. 511-20., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23824258

418. Liu, J., Shen, B., Shi, M., Cai, J., Higher Caffeinated Coffee Intake Is Associated with Reduced Malignant Melanoma Risk: A Meta-Analysis Study, PLoS One, 2016. 11(1): p. e0147056., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26816289

419. Rollison, D. E., Iannacone, M. R., Messina, J. L., Glass, L. F., Giuliano, A. R., Roetzheim, R. G., et.al. Case-control study of smoking and non-melanoma skin cancer, Cancer Causes Control, 2012. 23(2): p. 245-54., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22101452

420. Kubo, J. T., Henderson, M. T., Desai, M., Wactawski-Wende, J., Stefanick, M. L., Tang, J. Y., Alcohol consumption and risk of melanoma and non-melanoma skin cancer in the Women's Health Initiative, Cancer Causes Control, 2014. 25(1): p. 1-10., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24173533

421. Jiang, A. J., Rambhatla, P. V., Eide, M. J., Socioeconomic and lifestyle factors and melanoma: a systematic review, Br J Dermatol, 2015. 172(4): p. 885-915., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25354495

422. Lang, B., Balermpas, P., Bauer, A., Blum, A., Brölsch, G.,, Dirschka, T., Follmann, M., et.al. S2k-Leitlinie Basalzellkarzinom der Hau, 2018., https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/032-021l_S2k_Basalzellkarzinom-der-Haut_2018-09_01.pdf

423. Leitlinienprogramm Onkologie, S3 Leitlinie Aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut, 2019., https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Leitlinien/Aktinische_Keratosen_und_PEK/LL_Aktinische_Keratose_und_PEK_Langversion_1.0.pdf

424. Breglio, Kimberly F., Knox, Katlyn M., Hwang, Jonathan, Weiss, Rachel, Maas, Kyle, Zhang, Siwei, et.al. Nicotinamide for Skin Cancer Chemoprevention, JAMA Dermatology, 2025., https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2025.3238

425. Jekauc,D., Voelkle, M.C., Giurgiu, M., Nigg, C.R., Unveiling the Multidimensional Nature of the Intention - Behavior Gap Dynamics of Intentions and BehaviorsEuropean Journal of Health Psychology, 2025. 32(1): p. 34 - 50.

426. Haluza, D., Simic, S., Holtge, J., Cervinka, R., Moshammer, H., Gender aspects of recreational sun-protective behavior: results of a representative, population-based survey among Austrian residents, Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2016. 32(1): p. 11-21., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26431724

427. McNoe, B. M., Reeder, A. I., Adolescent sun protection at secondary school athletic sporting events - a misnomer, Aust N Z J Public Health, 2016. 40(4): p. 313-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27028302

428. Falk, M., Faresjo, A., Faresjo, T., Sun exposure habits and health risk-related behaviours among individuals with previous history of skin cancer, Anticancer Res, 2013. 33(2): p. 631-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23393359

429. Tuncer Vural, A., Karatas Togral, A., Kirnap, M., Gulec, A. T., Haberal, M., Skin Cancer Risk Awareness and Sun-Protective Behavior Among Solid-Organ Transplant Recipients, Exp Clin Transplant, 2018. 16 Suppl 1(Suppl 1): p. 203-207., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29528028

430. Rosenbrock, R., Hartung, S., Public Health Action Cycle / Gesundheitspolitischer Aktionszyklus, in Leitbegriffe der Gesundheitsförderung, Bundeszentrale für Gesundheitliche Auflärung (BZgA) , Editor. 2015, Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)., https://www.leitbegriffe.bzga.de/?uid=6c2ee36daf9c988ea50649d69fb32afe&id=angebote&idx=163

431. Reyes-Marcelino, G, Wang, R, Gultekin, S, Humphreys, L, Smit, AK, Sharman, AR, et.al. School-based interventions to improve sun-safe knowledge, attitudes and behaviors in childhood and

adolescence: A systematic review., Prev Med, 2021. 146 (): p. 106459., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33609617/

432. Bastuji-Garin, S., Grob, J. J., Grognard, C., Grosjean, F., Guillaume, J. C., Melanoma prevention: evaluation of a health education campaign for primary schools, Arch Dermatol, 1999. 135(8): p. 936-40., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10456342

433. Gritz, E. R., Tripp, M. K., James, A. S., Harrist, R. B., Mueller, N. H., Chamberlain, R. M., et.al. Effects of a preschool staff intervention on children's sun protection: outcomes of sun protection is fun!, Health Educ Behav, 2007. 34(4): p. 562-77., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16740505

434. Milne, E., English, D. R., Johnston, R., Cross, D., Borland, R., Costa, C., et.al. Improved sun protection behaviour in children after two years of the Kidskin intervention, Australian and New Zealand Journal of Public Health, 2000. p. 24(5)(pp 481-487), 2000.

435. Milne, E., Johnston, R., Cross, D., Giles-Corti, B., English, D. R., Effect of a school-based sun-protection intervention on the development of melanocytic nevi in children, Am J Epidemiol, 2002. 155(8): p. 739-45.

436. Baig, IT, Petronzio, A, Maphet, B, Chon, S, A Review of the Impact of Sun Safety Interventions in Children., Dermatol Pract Concept, 2023. 13 (1)(1):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36892334/

437. Thoonen, K, Schneider, F, Candel, M, de Vries, H, van Osch, L, Childhood sun safety at different ages: relations between parental sun protection behavior towards their child and children's own sun protection behavior., BMC Public Health, 2019. 19 (1)(1): p. 1044., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31382940/

438. Horváth, Z, Evelin, CA, Oláh, P, Gyulai, R, Lengyel, Z, Results of a Primary Skin-Cancer-Prevention Campaign in Early Childhood on Sun-Related Knowledge and Attitudes in Southern Hungary., Cancers (Basel), 2021. 13 (15)(15):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34359770/

439. Hunkin, H, Pollock, K, Scupham, R, The National SunSmart Schools Program: Impact on sun protection policies and practices in Australian primary schools., Health Promot J Austr, 2020. 31 (2)(2): p. 251-257., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31466123/

440. Hunkin, H, Morris, JN, A decade of sun protection in Australian early-childhood services: analysis of cross-sectional and repeated-measures data., Health Educ Res, 2020. 35 (2)(2): p. 99-109., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32101611/

441. Görig, T, Schneider, S, Breitbart, EW, Diehl, K, Is the quality of skin cancer screening in Germany related to the specialization of the physician who performs it?: Results of a nationwide survey among participants of skin cancer screening., Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2021. 37 (5)(5): p. 454-460., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33738871/

442. Korbely, C, Huß, J, Quartucci, C, Nennstiel, U, Severin, R, Summer, B, et.al. Sun Exposure of Preschoolers, Parental Sun Protection Behavior, and Sun Protection Measures at Preschool in Bavaria-Comparison of Two Cross-Sectional Studies of 2010/11 and 2018/19., Dermatol Pract Concept, 2024. 14 (3)(3):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39122494/

443. Seidel, N, Fieber, V, Breitbart, EW, Bornhäuser, M, Stölzel, F, Cluster Randomized Trial: Sun Protection Intervention 'Clever in Sun and Shade for Preschools'-Effectiveness and Dissemination., Children (Basel), 2021. 8 (8)(8):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34438542/

444. Niels, T., Kaba-Velten, G., Luther, I., Muench, C., Cama, F., Christ, H., et.al. Skin cancer prevention training in elementary schools: Increasing the awareness towards UV-radiation.Oncol. Res. Treat., 2018. 41: p. 41 - 43.

445. Raudonat, L., Projekt „Die Sonnenchecker“. Entwicklung eines Workshops zum Thema Sonnenschutz für Grundschulen in Sachsen. Wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science, Technische Universität Chemnitz, Professur Soziologie mit dem Schwerpunkt Gesundheitsforschung., 2016.

446. Stölzel, F, Wolff, M, Fieber, V, Glausch, M, Wachs, C, Breitbart, E, et.al. UV protection for young athletes: using participatory program planning to develop a sports schools program., Environ Health Prev Med, 2020. 25 (1)(1): p. 39., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32778053/

447. Langmeier, S., SunPass – Gesunder Sonnenspaß für Kitas.Forum, 2025. 40(5): p. 340 - 342.

448. Stöver, LA, Hinrichs, B, Petzold, U, Kuhlmei, H, Baumgart, J, Parpart, C, et.al. Getting in early: primary skin cancer prevention at 55 German kindergartens., Br J Dermatol, 2012. 167 Suppl 2 (): p. 63-9., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22881589/

449. Seidel, N, Stoelzel, F, Garzarolli, M, Herrmann, S, Breitbart, EW, Berth, H, et.al. Sun protection training based on a theater play for preschoolers: an effective method for imparting knowledge on sun protection?, J Cancer Educ, 2013. 28 (3)(3): p. 435-8., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23728992/

450. Klostermann, S., Fromme, H., Bolte, G., G.M.E.S., Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Kenntnis von Sonnenschutzkampagnen und dem Sonnenschutz von Kindern durch ihre Eltern? Ergebnisse einer Elternbefragung. [Is there an Association between Prevention Campaign Knowledge and Sun Protection Behaviour of Parents for their Children? Results of a Parent Survey].Gesundheitswesen, 2015. 77(06): p. 436 - 438.

451. Fernandez-Ruiz, J, Montero-Vilchez, T, Buendia-Eisman, A, Arias-Santiago, S, Knowledge, Behaviour and Attitudes Related to Sun Exposure in Sportspeople: A Systematic Review., Int J Environ Res Public Health, 2022. 19 (16)(16):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36011808/

452. Fieber, V,, Weigmann-Faßbender, S., Stölzel, F., Breitbart, E.W., Hofbauer, C., Beck,H., et.al. UV-Schutz bei sportlicher Aktivität im Freien. [UV Protection during Outdoor Sports].B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport, 2024. 40(05): p. 227 - 232.

453. Ally, MS, Swetter, SM, Hirotsu, KE, Gordon, J, Kim, D, Wysong, A, et.al. Promoting sunscreen use and sun-protective practices in NCAA athletes: Impact of SUNSPORT educational intervention for student-athletes, athletic trainers, and coaches., J Am Acad Dermatol, 2018. 78 (2)(2): p. 289-292.e2., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28993006/

454. Glanz, K., Geller, A.C., Shigaki, D., Maddock, J.E., Isnec, M.R., A Randomized Trial of Skin Cancer Prevention in Aquatics Settings: The Pool Cool Program, 2002. 21(6): p. 579 - 587.

455. Abraham, J, Natarelli, N, Boby, A, Wei, G, Hennessy, K, Moore, S, et.al. A photoaging smartphone application to promote sun safety behaviors among youth in late childhood and adolescence., Pediatr Dermatol, 2024. 41 (4)(4): p. 641-645., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38770539/

456. De La Garza, H, Maymone, MBC, Vashi, NA, Impact of Social Media on Skin Cancer Prevention., Int J Environ Res Public Health, 2021. 18 (9)(9):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34065061/

457. Diehl, K, Breitbart, EW, de Buhr, Y, Görig, T, Tanning bed use in Germany between 2015 and 2022: Representative data of 28,000 individuals on indoor tanning, risk awareness and reasons for use., J Eur Acad Dermatol Venereol, 2024. 38 (4)(4): p. 732-740., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38112333/

458. Bränström, R., Ullén, H., Brandberg, Y., A randomised population-based intervention to examine the effects of the ultraviolet index on tanning behaviour, European Journal of Cancer, 2003. 39(7): p. 968-74.

459. Buller, M. K., Kane, I. L., Martin, R. C., Giese, A. J., Cutter, G. R., Saba, L. M., et.al. Randomized trial evaluating computer-based sun safety education for children in elementary school, Journal of cancer education : the official journal of the American Association for Cancer Education, 2008. 23(2): p. 74-9.

460. Loescher, L. J., Buller, M. K., Buller, D. B., Emerson, J., Taylor, A. M., Public education projects in skin cancer. The evolution of skin cancer prevention education for children at a comprehensive cancer center, Cancer, 1995. 75(2 Suppl): p. 651-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7804990

461. Reding, D. J., Fischer, V., Gunderson, P., Lappe, K., Anderson, H., Calvert, G., Teens teach skin cancer prevention, J Rural Health, 1996. 12(4 Suppl): p. 265-72.

462. Buller, D. B., Borland, R., Skin cancer prevention for children: a critical review, Health Educ Behav, 1999. 26(3): p. 317-43., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10349571

463. Diehl, K, Brokmeier, L, Konkel, T, Breitbart, EW, Drexler, H, Görig, T, Sun Protection in German Outdoor Workers: Differences by Sex and Job-Related Characteristics., Ann Work Expo Health, 2023. 67 (5)(5): p. 622-636., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36880259/

464. Garside, R., Pearson, M., Moxham, T., What influences the uptake of information to prevent skin cancer? A systematic review and synthesis of qualitative research, Health Educ Res, 2010. 25(1): p. 162-82., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19858077

465. Loescher, L. J., Emerson, J., Taylor, A., Christensen, D. H., McKinney, M., Educating preschoolers about sun safety, Am J Public Health, 1995. 85(7): p. 939-43.

466. Rocholl, M, Hannappel, J, Ludewig, M, John, SM, UV-Induced Skin Cancer Knowledge, Sun Exposure, and Tanning Behavior among University Students: Investigation of an Opportunity Sample of German University Students., J Skin Cancer, 2021. 2021 (): p. 5558694., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35003809/

467. White, K. M., Starfelt, L. C., Young, R. M., Hawkes, A. L., Cleary, C., Leske, S., et.al. A randomised controlled trial of an online theory-based intervention to improve adult Australians' sun-protective behaviours, Prev Med, 2015. 72: p. 19-22., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25572618

468. Glanz, K., Schoenfeld, E. R., Steffen, A., A randomized trial of tailored skin cancer prevention messages for adults: Project SCAPE, Am J Public Health, 2010. 100(4): p. 735-41., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20167900

469. Hart, K. M., Demarco, R. F., Primary prevention of skin cancer in children and adolescents: a review of the literature, Journal of pediatric oncology nursing : official journal of the Association of Pediatric Oncology Nurses, 2008. 25(2): p. 67-78.

470. Milne, E., English, D. R., Cross, D., Corti, B., Costa, C., Johnston, R., Evaluation of an intervention to reduce sun exposure in children: design and baseline results, Am J Epidemiol, 1999. 150(2): p. 164-73.

471. Weinstock, M. A., Rossi, J. S., Redding, C. A., Maddock, J. E., Randomized controlled community trial of the efficacy of a multicomponent stage-matched intervention to increase sun protection among beachgoers, Prev Med, 2002. 35(6): p. 584-92.

472. Gritz, E. R., Tripp, M. K., James, A. S., Carvajal, S. C., Harrist, R. B., Mueller, N. H., et.al. An intervention for parents to promote preschool children's sun protection: effects of Sun Protection is Fun!, Preventive medicine, 2005. 41(2): p. 357-66.

473. Walkosz, B., Voeks, J., Andersen, P., Scott, M., Buller, D., Cutter, G., et.al. Randomized trial on sun safety education at ski and snowboard schools in western North America, Pediatr Dermatol, 2007. 24(3): p. 222-9.

474. Adams, M. A., Norman, G. J., Hovell, M. F., Sallis, J. F., Patrick, K., Reconceptualizing decisional balance in an adolescent sun protection intervention: mediating effects and theoretical interpretations, Health Psychol, 2009. 28(2): p. 217-25., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19290714

475. Boer, H., Ter Huurne, E., Taal, E., Effects of pictures and textual arguments in sun protection public service announcements, Cancer Detect Prev, 2006. 30(5): p. 432-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17079090

476. Dietrich, A. J., Olson, A. L., Sox, C. H., Tosteson, T. D., Grant-Petersson, J., Persistent increase in children's sun protection in a randomized controlled community trial, Prev Med, 2000. 31(5): p. 569-74., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11071838

477. Glazebrook, C., Garrud, P., Avery, A., Coupland, C., Williams, H., Impact of a multimedia intervention "Skinsafe" on patients' knowledge and protective behaviors, Prev Med, 2006. 42(6): p. 449-54., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16580059

478. Hornung, R. L., Lennon, P. A., Garrett, J. M., DeVellis, R. F., Weinberg, P. D., Strecher, V. J., Interactive computer technology for skin cancer prevention targeting children, Am J Prev Med, 2000. 18(1): p. 69-76., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10808985

479. Kiekbusch, S., Hannich, H. J., Isacsson, A., Johannisson, A., Lindholm, L. H., Sager, E., et.al. Impact of a cancer education multimedia device on public knowledge, attitudes, and behaviors: a controlled intervention study in Southern Sweden, J Cancer Educ, 2000. 15(4): p. 232-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11199242

480. Bauer, J., Buttner, P., Wiecker, T. S., Luther, H., Garbe, C., Interventional study in 1,232 young German children to prevent the development of melanocytic nevi failed to change sun exposure and sun protective behavior, International journal of cancer. Journal international du cancer, 2005. 116(5): p. 755-61.

481. Mayer, J. A., Slymen, D. J., Eckhardt, L., Johnston, M. R., Elder, J. P., Sallis, J. F., et.al. Reducing ultraviolet radiation exposure in children, Prev Med, 1997. 26(4): p. 516-22.

482. Crane, L. A., Asdigian, N. L., Baron, A. E., Aalborg, J., Marcus, A. C., Mokrohisky, S. T., et.al. Mailed intervention to promote sun protection of children: a randomized controlled trial, Am J Prev Med, 2012. 43(4): p. 399-410., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22992358

483. Glanz, K., Steffen, A. D., Schoenfeld, E., Tappe, K. A., Randomized trial of tailored skin cancer prevention for children: the Project SCAPE family study, J Health Commun, 2013. 18(11): p. 1368-83., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23806094

484. Glanz, K., Volpicelli, K., Jepson, C., Ming, M. E., Schuchter, L. M., Armstrong, K., Effects of tailored risk communications for skin cancer prevention and detection: the PennSCAPE randomized trial, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2015. 24(2): p. 415-21., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25432953

485. Finch, L, Janda, M, Loescher, LJ, Hacker, E, Can skin cancer prevention be improved through mobile technology interventions? A systematic review., Prev Med, 2016. 90 (): p. 121-32., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27374946/

486. Austoker, J., Bankhead, C., Forbes, L. J., Atkins, L., Martin, F., Robb, K., et.al. Interventions to promote cancer awareness and early presentation: systematic review, Br J Cancer, 2009. 101 Suppl 2: p. S31-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19956160

487. Heckman, C. J., Darlow, S. D., Ritterband, L. M., Handorf, E. A., Manne, S. L., Efficacy of an Intervention to Alter Skin Cancer Risk Behaviors in Young Adults, Am J Prev Med, 2016. 51(1): p. 1-11., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26810358

488. Hanrahan, P. F., Hersey, P., Watson, A. B., Callaghan, T. M., The effect of an educational brochure on knowledge and early detection of melanoma, Aust J Public Health, 1995. 19(3): p. 270-4.

489. Idriss, N. Z., Alikhan, A., Baba, K., Armstrong, A. W., Online, video-based patient education improves melanoma awareness: a randomized controlled trial, Telemed J E Health, 2009. 15(10): p. 992-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20028190

490. Girardi, S., Gaudy, C., Gouvernet, J., Teston, J., Richard, M. A., Grob, J. J., Superiority of a cognitive education with photographs over ABCD criteria in the education of the general population to the early detection of melanoma: a randomized study, International journal of cancer. Journal international du cancer, 2006. 118(9): p. 2276-80.

491. Janda, M., Baade, P. D., Youl, P. H., Aitken, J. F., Whiteman, D. C., Gordon, L., et.al. The skin awareness study: promoting thorough skin self-examination for skin cancer among men 50 years or older, Contemporary clinical trials, 2010. 31(1): p. 119-30.

492. Hill, S. E., Durante, K. M., Courtship, competition, and the pursuit of attractiveness: mating goals facilitate health-related risk taking and strategic risk suppression in women, Pers Soc Psychol Bull, 2011. 37(3): p. 383-94., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21252381

493. Dodd, L.J., Forshaw, M.J., Assessing the efficacy of appearance-focused interventions to prevent skin cancer: A systematic review of the literature, 2010. 4(2): p. 93 - 111., DOI:10.1080/17437199.2010.485393

494. Reifegerste, Doreen, Rössler, Patrick, Soziale Appelle in der Gesundheitskommunikation. Motivkategorien als Grundlage für die theoretische Integration und die Systematisierung empirischer Befunde, Medien & Kommunikationswissenschaft, 2014. 62(4): p. 606-634., https://doi.org/10.5771/1615-634x-2014-4-606

495. Williams, A. L., Grogan, S., Clark-Carter, D., Buckley, E., Appearance-based interventions to reduce ultraviolet exposure and/or increase sun protection intentions and behaviours: a systematic review and meta-analyses, Br J Health Psychol, 2013. 18(1): p. 182-217., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22989352

496. Blashill, A. J., Rooney, B. M., Luberto, C. M., Gonzales, M. th, Grogan, S., A brief facial morphing intervention to reduce skin cancer risk behaviors: Results from a randomized controlled trial, Body Image, 2018. 25: p. 177-185., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29698824

497. Hillhouse, J., Turrisi, R., Scaglione, N. M., Cleveland, M. J., Baker, K., Florence, L. C., A Web-Based Intervention to Reduce Indoor Tanning Motivations in Adolescents: a Randomized Controlled Trial, Prev Sci, 2017. 18(2): p. 131-140., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27549602

498. Robinson, J. K., Turrisi, R., Stapleton, J., Efficacy of a partner assistance intervention designed to increase skin self-examination performance, Arch Dermatol, 2007. 143(1): p. 37-41.

499. Heckman, C. J., Zhu, F., Manne, S. L., Kloss, J. D., Collins, B. N., Bass, S. B., et.al. Process and outcomes of a skin protection intervention for young adults, J Health Psychol, 2013. 18(4): p. 561-73., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22843632

500. Hollands, G. J., Hankins, M., Marteau, T. M., Visual feedback of individuals' medical imaging results for changing health behaviourJohn Wiley & Sons, Ltd, Cochrane Database of Systematic Reviews, 2010., https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD007434.pub2/related-content

501. Hillhouse, J., Turrisi, R., Stapleton, J., Robinson, J., A randomized controlled trial of an appearance-focused intervention to prevent skin cancer, Cancer, 2008. 113(11): p. 3257-66.

502. Hillhouse, J., Turrisi, R., Stapleton, J., Robinson, J., Effect of seasonal affective disorder and pathological tanning motives on efficacy of an appearance-focused intervention to prevent skin cancer, Arch Dermatol, 2010. 146(5): p. 485-91., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20479295

503. Mahler, H. I., Kulik, J. A., Harrell, J., Correa, A., Gibbons, F. X., Gerrard, M., Effects of UV photographs, photoaging information, and use of sunless tanning lotion on sun protection behaviors, Arch Dermatol, 2005. 141(3): p. 373-80.

504. Stock, M. L., Gerrard, M., Gibbons, F. X., Dykstra, J. L., Weng, C. Y., Mahler, H. I., et.al. Sun protection intervention for highway workers: long-term efficacy of UV photography and skin cancer information on men's protective cognitions and behavior, Ann Behav Med, 2009. 38(3): p. 225-36., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20049658

505. Görig, T, Schneider, S, Schilling, L, Diehl, K, Attractiveness as a motive for tanning: Results of representative nationwide survey in Germany., Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2020. 36 (2)(2): p. 145-152., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31701568/

506. Real, K., Rimal, R. N., Friends talk to friends about drinking: exploring the role of peer communication in the theory of normative social behavior, Health Commun, 2007. 22(2): p. 169-80.

507. Geulen, D, Sozialisation, in Lehrbuch der Soziologie, Joas, H , Editor. 2007, Campus Verlag: Frankfurt, New York. 3: p. 137-159.

508. Kahn, J. A., Huang, B., Ding, L., Geller, A., Frazier, A. L., Impact of maternal communication about skin, cervical, and lung cancer prevention on adolescent prevention behaviors, J Adolesc Health, 2011. 49(1): p. 93-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21700165

509. Ghahramani, A, de Courten, M, Prokofieva, M, "The potential of social media in health promotion beyond creating awareness: an integrative review"., BMC Public Health, 2022. 22 (1)(1): p. 2402., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36544121/

510. Kite, J, Chan, L, MacKay, K, Corbett, L, Reyes-Marcelino, G, Nguyen, B, et.al. A Model of Social Media Effects in Public Health Communication Campaigns: Systematic Review., J Med Internet Res, 2023. 25 (): p. e46345., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37450325/

511. Lim, MSC, Molenaar, A, Brennan, L, Reid, M, McCaffrey, T, Young Adults' Use of Different Social Media Platforms for Health Information: Insights From Web-Based Conversations., J Med Internet Res, 2022. 24 (1)(1): p. e23656., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35040796/

512. Chen, J, Wang, Y, Social Media Use for Health Purposes: Systematic Review., J Med Internet Res, 2021. 23 (5)(5): p. e17917., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33978589/

513. Kruzan, KP, Williams, KDA, Meyerhoff, J, Yoo, DW, O'Dwyer, LC, De Choudhury, M, et.al. Social media-based interventions for adolescent and young adult mental health: A scoping review., Internet Interv, 2022. 30 (): p. 100578., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36204674/

514. Eg, R., Tønnesen, Ö., Tennfjord, M., A scoping review of personalized user experiences on social media: The interplay between algorithms and human factorselsevier, 2023. 9: p. 100253.

515. Taba, M, Ayre, J, McCaffery, K, Vassilenko, D, Ma, ICK, Haynes, T, et.al. Co-Designing a Framework for Social Media Health Communication to Young People: A Participatory Research Study., Health Expect, 2025. 28 (2)(2): p. e70203., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40052560/

516. Niu, Z, Bhurosy, T, Heckman, CJ, Digital interventions for promoting sun protection and skin self-examination behaviors: A systematic review., Prev Med Rep, 2022. 26 (): p. 101709., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35529530/

517. World Health Organisation (WHO), Teens, screens and mental health: Understanding the digital balance. WHO Regional Office for Europe., 2024.

518. Heckman, CJ, Mitarotondo, A, Lin, Y, Khavjou, O, Riley, M, Manne, SL, et.al. Digital Interventions to Modify Skin Cancer Risk Behaviors in a National Sample of Young Adults: Randomized Controlled Trial., J Med Internet Res, 2024. 26 (): p. e55831., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38954433/

519. Falzone, A. E., Brindis, C. D., Chren, M. M., Junn, A., Pagoto, S., Wehner, M., et.al. Teens, Tweets, and Tanning Beds: Rethinking the Use of Social Media for Skin Cancer Prevention, Am J Prev Med, 2017. 53(3S1): p. S86-S94., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28818251

520. Manne, S, Wu, Y, Buller, D, Heckman, C, Devine, K, Frederick, S, et.al. The Effects of a Parent-Focused Social Media Intervention on Child Sun Safety: Pilot and Feasibility Study., JMIR Form Res, 2023. 7 (): p. e48402., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38064250/

521. Gantenbein, L, Navarini, AA, Maul, LV, Brandt, O, Mueller, SM, Internet and social media use in dermatology patients: Search behavior and impact on patient-physician relationship., Dermatol Ther, 2020. 33 (6)(6): p. e14098., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32725746/

522. Ruppert, L., Koster, B., Siegert, A. M., Cop, C., Boyers, L., Karimkhani, C., et.al. YouTube as a source of health information: Analysis of sun protection and skin cancer prevention related issues, Dermatol Online J, 2017. 23(1):, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28329465

523. Sun, WN, Kao, CY, The Challenges in Using eHealth Decision Resources for Surrogate Decision-Making in the Intensive Care Unit., J Med Internet Res, 2024. 26 (): p. e47017., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38557504/

524. Ziapour, A, Malekzadeh, R, Darabi, F, Yıldırım, M, Montazeri, N, Kianipour, N, et.al. The role of social media literacy in infodemic management: a systematic review., Front Digit Health, 2024. 6 (): p. 1277499., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38419808/

525. Saleem, SM, Jan, SS, Navigating the infodemic: strategies and policies for promoting health literacy and effective communication., Front Public Health, 2023. 11 (): p. 1324330., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38283287/

526. Norman, G. J., Adams, M. A., Calfas, K. J., Covin, J., Sallis, J. F., Rossi, J. S., et.al. A randomized trial of a multicomponent intervention for adolescent sun protection behaviors, Arch Pediatr Adolesc Med, 2007. 161(2): p. 146-52.

527. Rat, C., Quereux, G., Riviere, C., Clouet, S., Senand, R., Volteau, C., et.al. Targeted melanoma prevention intervention: a cluster randomized controlled trial, Ann Fam Med, 2014. 12(1): p. 21-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24445100

528. Crane, L. A., Deas, A., Mokrohisky, S. T., Ehrsam, G., Jones, R. H., Dellavalle, R., et.al. A randomized intervention study of sun protection promotion in well-child care, Preventive medicine, 2006. 42(3): p. 162-70.

529. Falk, M., Magnusson, H., Sun protection advice mediated by the general practitioner: an effective way to achieve long-term change of behaviour and attitudes related to sun exposure?, Scand J Prim Health Care, 2011. 29(3): p. 135-43., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21682578

530. Livingston, P. M., White, V., Hayman, J., Dobbinson, S., Australian adolescents' sun protection behavior: who are we kidding?, Preventive medicine, 2007. 44(6): p. 508-12.

531. Shibuya, Kenji, Ciecierski, Christina, Guindon, Emmanuel, Bettcher, Douglas W, Evans, David B, Murray, Christopher J L, WHO Framework Convention on Tobacco Control: development of an evidence based global public health treaty, Bmj, 2003. 327(7407): p. 154-157.

532. UV-Schutz-Bündnis, Bundesamt für Strahlenschutz, Vorbeugung gesundheitlicher Schäden durch die Sonne – Verhältnisprävention in der Stadt und auf dem Land: Grundsatzpapier des UV-Schutz-Bündnisses, Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2017. 60(10):1153–1160.:

533. Wolf, M., Ölmez, C., Schönthaler, K., Porst, L., Voß, M., Linsenmeier, M,, et.al. Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021 - Teilbericht 5: Klimarisiken in den Clustern Wirtschaft und GesundheitUmweltbundesamt, 2021.

534. Kahlenborn, W., Porst, L., Voß, M., Fritsch, U., Renner, K., Zebisch, M., et.al. Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für DeutschlandUmweltbundesamt, 2021.

535. Straff, W., Mücke, H.G., Baeker, R., Baldermann, C., Braubach, A., Litvinovitsch, J., et.al. Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen GesundheitBundesamt für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2017.

536. Bundesamt für Strahlenschutz, Kampagne UV-sicher 2023, 2023.

537. Scientific Committee on Health, E. a. E. R. S., Opinion on Biological effects of ultraviolet radiation relevant to health with particular reference to sunbeds for cosmetic purposes., 2016.

538. World Health Organisation, Solar ultraviolet (UV) radiation: sunbed regulations, 2017., https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/indicator-groups/indicator-group-details/GHO/legislation-of-artificial-tanning-sunbeds---existence-of-sunbed-regulations

539. Belz, J., Evaluierung des messbaren Nutzens für die Solarien besucher durch die UV-Schutz-Verordnung, insbesondere die Unterweisung durch qualifiziertes Personal in SolarienBundesamt für Strahlenschutz, 2015.

540. Diehl, K., Göring, T., Greinert, R., Breitbart, E.W., Schneider, S., Trends in Tanning Bed Use, Motivation, and Risk Awareness: Findings from four waves of the National Cancer Aid Monitoring (NCAM), International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019. 16(20): p. 3913.

541. Görig, T, Schneider, S, Greinert, R, Breitbart, EW, Diehl, K, Are tanning salons in compliance with German law? An evaluation based on a nationwide representative survey., Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2018. 34 (2)(2): p. 106-111., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28875578/

542. Diehl, K, Breitbart, EW, de Buhr, Y, Schneider, S, Görig, T, Shift in place of tanning bed use from tanning salons to spa, fitness, and beauty facilities: A trend perspective., Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2022. 38 (1)(1): p. 83-85., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34157183/

543. Großmann, E., Gödecke, M., Breitbart, E.W. , de Buhr, Y., Risikokommunikation von Sonnenstudioketten: Qualitative Inhaltsanalyse der webbasierten Informierung über Gesundheitsrisiken der Solariumnutzung, 2025. 20: p. 26 - 31.

544. Gordon, LG, Sinclair, C, Cleaves, N, Makin, JK, Rodriguez-Acevedo, AJ, Green, AC, Consequences of banning commercial solaria in 2016 in Australia., Health Policy, 2020. 124 (6)(6): p. 665-670., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32471761/

545. Buller, M. K., Goldberg, G., Buller, D. B., Sun Smart Day: a pilot program for photoprotection education, Pediatr Dermatol, 1997. 14(4): p. 257-63.

546. Quereux, G., Nguyen, J. M., Volteau, C., Dreno, B., Prospective trial on a school-based skin cancer prevention project, Eur J Cancer Prev, 2009. 18(2): p. 133-44.

547. Dobbinson, S. J., White, V., Wakefield, M. A., Jamsen, K. M., Livingston, P. M., English, D. R., et.al. Adolescents' use of purpose built shade in secondary schools: cluster randomised controlled trial, Bmj, 2009. 338(feb17 1): p. b95-b95.

548. Bundesamt für Strahlenschutz, UV-Strahlung: Bewusstsein und operative Schutzmaßnahmen auf kommunaler Ebene, 2023.

549. Hanewinkel, R, Janssen, J, Hübner, IM, Breitbart, E, Isensee, B, [Shaded places for skin cancer prevention in kindergartens and schools]., Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2022. 65 (12)(12): p. 1324-1333., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36302920/

550. Allison, Sarah, Asmuss, Monika, Baldermann, C., Bentzen, Joan, Buller, D., Gerber, B., et.al. Validity and use of the UV index: report from the UVI working group, Schloss Hohenkammer, Germany, 5-7 December 2011, Health Phys, 2012. 103(3): p. 301-6.

551. Heckman, CJ, Liang, K, Riley, M, Awareness, understanding, use, and impact of the UV index: A systematic review of over two decades of international research., Prev Med, 2019. 123 (): p. 71-83., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30844501/

552. Bundesamt für Strahlenschutz, Was denkt Deutschland über Strahlung? - Umfrage 2024 : Abschlussbericht Vorhaben 3623S72213, 2024.

553. Bonfadelli, H., Friemel, T. N., Kommunikationskampagnen im Gesundheitsbereich. Grundlagen und AnwendungenUVK-Verl.-Ges., 2010.

554. Klimmt, C., Maurer, M. & Baumann, E., Prozessevaluation der Kampagnenfortsetzung 2011-2012 „Runter vom Gas!“ (ID - 503, 2014.

555. Reifegerste, D., Baumann, E., Vielfalt und Herausforderungen der Evidenzbasierung in der strategischen Gesundheitskommunikation, in Evidenzbasierte und evidenzinformierte Gesundheitskommunikation, 2018, Nomos: Baden-Baden. p. 73-83.

556. Rossmann, C., Strategic Health Communication: Theory- and Evidence-Based Campaign Development, in Routledge handbook of strategic communication, Holtzhausen, D. R. , Editor. 2015, Routledge: New York u.a.. p. 409–423.

557. Schnabel, P, Boedeker, M, GesundheitskommunikationBeltz Juventa, 2012.

558. Valente, T W, Evaluating Communication CampaignsSage Publications, Inc., Public Communication Campaigns, 2001. 3: p. 105-124.

559. Ajzen, I., The Theory of Planned Behavior, Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991. 50(2): p. 179-211.

560. Janz, N. K., Becker, M. H., The Health Belief Model: a decade later, Health Educ Q, 1984. 11(1): p. 1-47., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6392204

561. Prochaska, J. O., Velicer, W. F., Redding, C., Rossi, J. S., Goldstein, M., DePue, J., et.al. Stage-based expert systems to guide a population of primary care patients to quit smoking, eat healthier, prevent skin cancer, and receive regular mammograms, Prev Med, 2005. 41(2): p. 406-16., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15896835

562. Del Mar, C. B., Green, A. C., Battistutta, D., Do public media campaigns designed to increase skin cancer awareness result in increased skin excision rates?, Aust N Z J Public Health, 1997. 21(7): p. 751-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9489194

563. Oivanen, T., Kojo, K., Pylkkanen, L., Holli, K., Auvinen, A., Early detection of skin cancer as public health policy: comparison of campaign and routine activity, Prev Med, 2008. 46(2): p. 160-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17919714

564. United Nations Framework Convention on Climate Change, Article 1. United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992., https://unfccc.int/process-and-meetings/united-nations-framework-convention-on-climate-change

565. Brasseur, G.J., Jacob, D., Schuck-Zöller, S., Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und PerspektivenSpringer Spektrum, 2023., https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-66696-8

566. Robert Koch Institut, Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit, 2023., https://www.rki.de/DE/Themen/Gesundheit-und-Gesellschaft/Klimawandel/Klimawandel-Gesundheit-Sachstandsbericht.html

567. Neale, RE, Barnes, PW, Robson, TM, Neale, PJ, Williamson, CE, Zepp, RG, et.al. Environmental effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2020., Photochem Photobiol Sci, 2021. 20 (1)(1): p. 1-67., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33721243/

568. Chatzopoulou, A, Tourpali, K, Bais, AF, Braesicke, P, Twenty-first century surface UV radiation changes deduced from CMIP6 models. Part II: effects on UV index and plant growth weighted irradiance., Photochem Photobiol Sci, 2025. 24 (1)(1): p. 113-130., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39719535/

569. Liu, H., Altaratz, O., Chekroun, M.D., Koren, I., Opposing trends of cloud coverage over land and ocean under global warming, 2023. 23: p. 6559 - 6569., https://doi.org/10.5194/acp-23-6559-2023

570. Byrne, M., O´Gorman, P.A., Trends in continental temperature and humidity directly linked to ocean warming, 2018. 19: p. 4863 - 4869.

571. Bais, A. F., Lucas, R. M., Bornman, J. F., Williamson, C. E., Sulzberger, B., Austin, A. T., et.al. Environmental effects of ozone depletion, UV radiation and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017, Photochem Photobiol Sci, 2018. 17(2): p. 127-179., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29404558

572. Norris, J. R., Allen, R. J., Evan, A. T., Zelinka, M. D., O'Dell, C. W., Klein, S. A., Evidence for climate change in the satellite cloud record, Nature, 2016. 536(7614): p. 72-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27398619

573. Bais, A. F., Bernhard, G., McKenzie, R. L., Aucamp, P. J., Young, P. J., Ilyas, M., et.al. Ozone-climate interactions and effects on solar ultraviolet radiation, Photochem Photobiol Sci, 2019. 18(3): p. 602-640., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30810565

574. Deutscher Wetterdienst, Wetter- und Klimalexikon, Sonnenscheindauer, 2026., https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102248&lv3=102532

575. Deutscher Wetterdienst, Zeitreihen und Trends, Temperaturanomalie Deutschland, 2026., https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html#buehneTop.

576. Bundesamt für Strahlenschutz, Was ist das UV-Messnetz?, 2026., https://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/uv-index/uv-messnetz/uv-messnetz_node.html

577. Kandarr, J., Reckert, H., Mücke, G., Anpassung an die gesundheitlichen Risiken des Klimawandels als Aufgabe des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes. Analyse einer bundesweiten Recherche und Erhebung des Umweltbundesamtes, Bundesgesundheitsblatt, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.

578. Baldermann, C., Lorenz, Sebastian, UV-Strahlung in Deutschland: Einflüsse des Ozonabbaus und des Klimawandels sowie Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 2019. 62(5): p. 639-645.

579. Vitt, R., Laschewski, G., Bais, A. F., Diemoz, H., Fountoulakis, I., Siani, A.M., Matzerakis, A., UV-Index climatology for europe based on satellite data, 2020. 11(7):, https://doi.org/10.3390/atmos11070727

580. Baldermann, C., Laschewski, G., Grooß, J.U., Impact of climate change on non-communicable diseases caused by altered UV radiation, 2023. (S4): p. 57 - 75., https://doi.org/10.25646/11653

581. Lorenz, S., Heinzl, F., Bauer, S., Janßen, M., De Bock, V., Mangold, A., et.al. Increasing solar UV-radiation in Dortmund, Germany: data and trend analyses and comparison to Uccle, 2024., https://doi.org/10.1007/s43630-024-00658-8

582. Schmalwieser, AW, Lorenz, S, Klyshkina, D, Klotz, B, Schwarzmann, M, Simic, S, et.al. Recent increases in solar UV radiation across Europe: a 40-location study to identify trend boundaries., Photochem Photobiol Sci, 2026. 25 (10)(10): p. 1951-1969., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42584808/

583. Püschel, A., Winzig, W., Theel, M., Entwicklung der Globalstrahlung 1983-2020 in Deutschland., 2023.

584. Segado-Moreno, L.C., Riuz-Arias, J.A., Montávez, J.P., Betak, J., Past, current and future solar radiation trends in Europe: Multi-score assessmant of the role of clouds and aerosoles, 2026. 333: p. 115122.

585. Chiacchio, M., Vitolo, R., Effect of cloud cover and atmospheric circulation patterns on the observed surface solar radiation in Europe, 2012. 117(D18): p. 1 - 20.

586. Behr, H.D., Jung, C., Trentmann, J., Schindler, D., Using satellite data for assessing spatiotemporal variability and complementarity of solar resources– a case study from GermanyDeutscher Wetterdienst, 2021. 30(6): p. 515 - 532.

587. Baumann, S., Elsner, C., de Graaf, D., Hoffmann, G., Martens, K., Noack, C., et.al. 1987 – 2017: 30 Jahre Montrealer Protokoll. Vom Ausstieg aus den FCKW zum Ausstieg aus teilfluorierten Kohlenwasserstoffen, 2017.

588. World Meteorological Organization, Executive summary - scientific assessment of ozone depletion, 2022. p. 56., https://public.wmo.int/media/17403

589. Bais, A. F., McKenzie, R. L., Bernhard, G., Aucamp, P. J., Ilyas, M., Madronich, S., et.al. Ozone depletion and climate change: impacts on UV radiation, Photochem Photobiol Sci, 2015. 14(1): p. 19-52., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25380284

590. Deutscher Wetterdienst, Aerosol Optische Dichte, 2026., https://www.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/zusammensetzung_atmosphaere/aerosol/inh_nav/aod_node.html

591. Deutscher Wetterdienst, 35 Jahre AOD-Messungen am MOL, 2021., https://www.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/lindenbergersaeule/rao_download/aktuell_2021_01.pdf?__blob=publicationFile&v=2

592. Cherian, R., Quaas, J., Salzmann, M., Wild, M., Pollution trends over Europe constrain global aerosol forcing as simulated by climate models, 2014. 41: p. 2176 - 2181., doi:10.1002/2013GL058715.

593. Pfeifroth, U., Sanchez-Lorenzo, A., Manara, V., Trentmann, J., Hollmann, R., Trends and Variability of Surface Solar Radiation in EuropeBased On Surface- and Satellite-Based Data Records, 2018. 123: p. 1735 - 1754., https://doi.org/10.1002/2017JD027418

594. Wild, M., Wacker, S., Yang, S., Sanchez-Lorenzo, A., Evidence for clear-sky dimming and brightening in central Europe, 2021. 48(6): p. 1 - 9.

595. Chatzopoulou, A., Tourpali, K., Bais, A., Braesike, P., 21st century surface uv-radiation changes deducted from CMIP6 models: part 1 - evolution of major influencing factors, 2025. 24(1): p. 89 - 109.

596. Augustin, J. et al., Klimawandel und Gesundheit, in Klimawandel in Deutschland, Brasseur, G.P.Jacob, D. and Schuck-Zöller, S., Editors. 2023, Springer Spektrum: Berlin, Heidelberg., https://doi.org/10.1007/978-3-662-66696-8_14

597. Brönnimann, S., Hood, L.L., Frequency of low-ozone events over northwestern Europe in 1952–1963 and 1990–2000, 2003. 30: p. 2118., doi:10.1029/2003GL018431, 21.

598. Knudsen, B.M., Jønch-Sørensen, H., Eriksen, P., Johnsen, B. J., Bodeker, G. E., UV radiation below an Arctic vortex with severe ozone depletion, 2005. 5: p. 2981 - 2987., https://doi.org/10.5194/acp-5-2981-2005, 2005.

599. Manney, G. L., Livesey, N. J., Santee, M. L., Froidevaux, L., Lambert, A., Lawrence, Z. D., Record-low Arctic stratospheric ozone in 2020: MLS observations of chemical processes and comparisons with previous extreme winters, 2020. 47: p. e2020GL089063., https://doi.org/10.1029/2020GL089063

600. National Aeronautics and Space Administration (NASA), NASA reports Arctic stratospheric ozone depletion hit record low in March, 2020., www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-reports-arctic-stratospheric-ozone-depletion-hit-record-low-in-march

601. Lucas, R. M., Yazar, S., Young, A. R., Norval, M., de Gruijl, F. R., Takizawa, Y., et.al. Human health in relation to exposure to solar ultraviolet radiation under changing stratospheric ozone and climate, Photochem Photobiol Sci, 2019. 18(3): p. 641-680., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30810559

602. National Radiological Protection Board, Ultraviolet radiation (UVR): health effects from exposure, 2002. 13:, https://www.gov.uk/government/publications/ultraviolet-radiation-uvr-health-effects-from-exposure

603. Rizwan, M., Reddick, C. L., Bundy, C., Unsworth, R., Richards, H. L., Rhodes, L. E., Photodermatoses: environmentally induced conditions with high psychological impact, Photochem Photobiol Sci, 2013. 12(1): p. 182-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22961505

604. Stafford, R., Farrar, M. D., Kift, R., Durkin, M. T., Berry, J. L., Webb, A. R., et.al. The impact of photosensitivity disorders on aspects of lifestyle, Br J Dermatol, 2010. 163(4): p. 817-22., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20545692

605. Rhodes, L. E., Bock, M., Janssens, A. S., Ling, T. C., Anastasopoulou, L., Antoniou, C., et.al. Polymorphic light eruption occurs in 18% of Europeans and does not show higher prevalence with increasing latitude: multicenter survey of 6,895 individuals residing from the Mediterranean to Scandinavia, J Invest Dermatol, 2010. 130(2): p. 626-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19693026

606. von der Gathen, P., Kivi, R., Wohltmann, I., Salawitsch, R.J., Rex, M., Climate change favours large seasonal loss of Arctic ozone, 2021. 12: p. 3886., https://doi.org/10.1038/s41467-021-24089-6

607. Butchart, N., Scaife, A.A., Bourqui, M, Simulations of anthropogenic change in the strength of the Brewer–Dobson circulation, 2006. 27: p. 727 - 741., https://doi.org/10.1007/s00382-006-0162-4

608. Laschewski, G., Matzarakis, A., Long-Term Changes of Positive Anomalies of Erythema-Effective UV Irradiance Associated with Low Ozone Events in Germany 1983–2019, 2023. 10(2): p. 31., https://doi.org/10.3390/environments10020031

609. Staiger, H., Laschewski, G., Gratz, A., The perceived temperature - a versatile index for the assessment of the human thermal environment. Part A: scientific basics, Int J Biometeorol, 2012. 56(1): p. 165-76., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21336880

610. Stewart, A. E., Kimlin, M. G., The Dislike of Hot Thermal Conditions and Its Relationship with Sun (Ultraviolet Radiation) Exposure in the Southeastern United States, Int J Environ Res Public Health, 2018. 15(10):, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30275387

611. Schmalwieser, A.W., Schmalwieser, V.T., Schmalwieser, S.S., Influence of Air Temperature on the UV Exposure of Different Body Sites Due to Clothing of Young Women During Daily Errands, 2019. 95: p. 1068 - 1075., https://doi.org/10.1111/php.13088

612. Laschewski, G., Matzarakis, A., Weather-Related Human Outdoor Behavior with Respect to Solar Ultraviolet Radiation Exposure in a Changing Climate, 2022. 13(8): p. 1183., https://doi.org/10.3390/atmos13081183

613. Arana, P., Cabezudo, S., Peñalba, M., Influence of weather conditions on transit ridership: A statistical study using data from Smartcards, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2014. 59: p. 1-12., http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856413002073

614. Banwell, C., Dixon, J., Bambrick, H., Edwards, F., Kjellstrom, T., Socio-cultural reflections on heat in Australia with implications for health and climate change adaptation, Glob Health Action, 2012. 5:, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23078748

615. Belanger, M., Gray-Donald, K., O'Loughlin, J., Paradis, G., Hanley, J., Influence of weather conditions and season on physical activity in adolescents, Ann Epidemiol, 2009. 19(3): p. 180-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19217000

616. Eisinga, R., Franses, P. H., Vergeer, M., Weather conditions and daily television use in the Netherlands, 1996-2005, Int J Biometeorol, 2011. 55(4): p. 555-64., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20978912

617. Knuschke, P., Kurpiers, M., Koch, R., Kuhlisch, W., Wittke, K, Mittlere UV-Exposition der Bevölkerung. Schlussbericht des BMBF-Vorhabens 07UV-B54C/3., 2004.

618. Knuschke, P., Unverricht, I., Ott, G., Janßen, M., Personenbezogene Messung der UV-Exposition von Arbeitnehmern im Freien, Abschlussbericht Projekt F 1777, 2007.

619. Spinney, J. E., Millward, H., Weather impacts on leisure activities in Halifax, Nova Scotia, Int J Biometeorol, 2011. 55(2): p. 133-45., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20499254

620. Yang, Bin, Olofsson, Thomas, Nair, Gireesh, Kabanshi, Alan, Outdoor thermal comfort under subarctic climate of north Sweden – A pilot study in Umeå, Sustainable Cities and Society, 2017. 28: p. 387-397., http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670716302554

621. Becker, Stefan, Potchter, Oded, Yaakov, Yaron, Calculated and observed human thermal sensation in an extremely hot and dry climate, Energy and Buildings, 2003. 35(8): p. 747-756.

622. Godar, D. E., UV doses worldwide, Photochem Photobiol, 2005. 81(4): p. 736-49., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15819599

623. Godar, D. E., Urbach, F., Gasparro, F. P., van der Leun, J. C., UV doses of young adults, Photochem Photobiol, 2003. 77(4): p. 453-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12733658

624. Gies, P., Roy, C., Toomey, S., Tomlinson, D., Ambient solar UVR, personal exposure and protection, J Epidemiol, 1999. 9(6 Suppl): p. S115-22., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10709359

625. Kift, R., Berry, J. L., Vail, A., Durkin, M. T., Rhodes, L. E., Webb, A. R., Lifestyle factors including less cutaneous sun exposure contribute to starkly lower vitamin D levels in U.K. South Asians compared with the white population, Br J Dermatol, 2013. 169(6): p. 1272-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23855783

626. van der Leun, J. C., Piacentini, R. D., de Gruijl, F. R., Climate change and human skin cancer, Photochem Photobiol Sci, 2008. 7(6): p. 730-3., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18528559

627. Michal Freedman, D., Kitahara, C. M., Linet, M. S., Alexander, B. H., Neta, G., Little, M. P., et.al. Ambient temperature and risk of first primary basal cell carcinoma: A nationwide United States cohort study, J Photochem Photobiol B, 2015. 148: p. 284-289., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25996074

628. Piacentini, R. D., Della Ceca, L. S., Ipina, A., Climate change and its relationship with non-melanoma skin cancers, Photochem Photobiol Sci, 2018. 17(12): p. 1913-1917., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30334034

629. Gies, P., Mackay, C., Measurements of the solar UVR protection provided by shade structures in New Zealand primary schools, Photochem Photobiol, 2004. 80(2): p. 334-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15264956

630. Kabisch, N., van den Bosch, M., Lafortezza, R., The health benefits of nature-based solutions to urbanization challenges for children and the elderly - A systematic review, Environ Res, 2017. 159: p. 362-373., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28843167

631. Middel, A., Selover, N., Hagen, B., Chhetri, N., Impact of shade on outdoor thermal comfort-a seasonal field study in Tempe, Arizona, Int J Biometeorol, 2016. 60(12): p. 1849-1861., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27192997

632. Antoniadis, D., Katsoulas, N., Papanastasiou, D., Christidou, V., Kittas, C., Evaluation of thermal perception in schoolyards under Mediterranean climate conditions, Int J Biometeorol, 2016. 60(3): p. 319-34., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26190284

633. Buller, D. B., Dobbinson, S., English, D. R., Wakefield, M., Buller, M. K., Rationale, design, and baseline data of a cross-national randomized trial on the effect of built shade in public parks for sun protection, Contemp Clin Trials, 2017. 55: p. 47-55., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28185996

634. Mahe, E., Correa, M. P., Godin-Beekmann, S., Haeffelin, M., Jegou, F., Saiag, P., et.al. Evaluation of tourists' UV exposure in Paris, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2013. 27(3): p. e294-304., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22775064

635. Sliney, D. H., Physical factors in cataractogenesis: ambient ultraviolet radiation and temperature, Invest Ophthalmol Vis Sci, 1986. 27(5): p. 781-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3700027

636. Victoria, Cancer Council, Shade Guidelines, 2015.

637. Parisi, A. V., Turnbull, D. J., Shade provision for UV minimization: a review, Photochem Photobiol, 2014. 90(3): p. 479-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24417678

638. Haupt, J, Backhaus, A, Urban trees for ultraviolet protection. A 440-tree, multi-species field study in Hanover, Germany., Sci Total Environ, 2026. 1026 (): p. 181664., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41833233/

639. Gies, P., Elix, R., Lawry, D., Gardner, J., Hancock, T., Cockerell, S., et.al. Assessment of the UVR protection provided by different tree species, Photochem Photobiol, 2007. 83(6): p. 1465-70., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18028222

640. Knieling, J., Fröhlich, J., Greiving, S., Kannen, A., Morgenstern, N., Moss, T., et.al. Planerisch-organisatorischeAnpassungspotenziale an den Klimawandel, 2011.

641. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) e.V., Honorare in der Berufsdermatologie – Ein Leitfaden für die Abrechnung von A bis Z, 2019. Stand 10/2019:,

https://publikationen.dguv.de/versicherungleistungen/berufskrankheiten/3207/honorare-in-der-berufsdermatologie-ein-leitfaden-fuer-die-abrechnung-von-a-bis-z

642. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Bamberger Empfehlung: Empfehlung zur Begutachtung von arbeitsbedingten Hauterkrankungen und Hautkrebserkrankungen, 2025., https://publikationen.dguv.de/versicherungleistungen/berufskrankheiten/2058/bamberger-empfehlung

643. Wittlich, M, Westerhausen, S, Strehl, B, Versteeg, H, Stöppelmann, W, The GENESIS-UV study on ultraviolet radiation exposure levels in 250 occupations to foster epidemiological and legislative efforts to combat nonmelanoma skin cancer., Br J Dermatol, 2023. 188 (3)(3): p. 350-360., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36635210/

644. Wittlich, M, Criteria for Occupational Health Prevention for Solar UVR Exposed Outdoor Workers-Prevalence, Affected Parties, and Occupational Disease., Front Public Health, 2022. 9 (): p. 772290., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35155340/

645. Bundesrepublik Deutschland, Beschluss des Bundesrates: Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge, 2019. Bundesdrucksache 237/19, 1-21:, https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Gesetze/Regierungsentwuerfe/reg-zweite-verordnung-aenderung-verordnung-zur-arbeitsmedizinischen-vorsorge.pdf;jsessionid=5343C9B39F76571E42C10149A20324A9?__blob=publicationFile&v=3

646. Diffey, B., Personal ultraviolet radiation dosimetry with polysulphone film badges, Photodermatol, 1984. 1(3): p. 151-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6527960

647. Holman, C.D.J., Gibson, I.M., Stephenson, M., Armstrong, B.K., Ultraviolet irradiation of human body sites in relation to occupation and outdoor activity: field studies using personal UVR dosimeters, 1983.

648. Knuschke, P., Krins, A., UV-Personendosimetrie Teil B: Mit Verwendung des Polysulfonfilms als UV-Sensor; Schlussbericht BMBF-Vorhaben 07UVB54B, 2000.

649. Thieden, E., Agren, M. S., Wulf, H. C., The wrist is a reliable body site for personal dosimetry of ultraviolet radiation, Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2000. 16(2): p. 57-61., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10823313

650. Thieden, E., Agren, M. S., Wulf, H. C., Solar UVR exposures of indoor workers in a Working and a Holiday Period assessed by personal dosimeters and sun exposure diaries, Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2001. 17(6): p. 249-55., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11722749

651. Wittlich, M., Westerhausen, S., Kleinespel, P., Rifer, G., Stoppelmann, W., An approximation of occupational lifetime UVR exposure: algorithm for retrospective assessment and current measurements, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2016. 30 Suppl 3: p. 27-33., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26995020

652. Serrano, M. A., Canada, J., Moreno, J. C., Solar Radiation, Group, Erythemal ultraviolet exposure in two groups of outdoor workers in Valencia, Spain, Photochem Photobiol, 2009. 85(6): p. 1468-73., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19709385

653. Serrano, M. A., Canada, J., Moreno, J. C., Gurrea, G., Members of the Valencia Solar Radiation Research, Group, Occupational UV exposure of environmental agents in Valencia, Spain, Photochem Photobiol, 2014. 90(4): p. 911-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24494834

654. Kovacic, Personal ultraviolet radiation dosimetry and its relationship with environmental data: a longitudinal pilot study in Croatian construction workers, in Review.

655. Wittlich, M., John, S. M., Tiplica, G. S., Salavastru, C. M., Butacu, A. I., Modenese, A., et.al. Personal solar ultraviolet radiation dosimetry in an occupational setting across Europe, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2020. n/a(n/a):, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32080895

656. Bundesamt für Justiz, Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG, zuletzt geändert am 31.08.2015., https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/__12.html

657. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), DGUV Information 203-085: Arbeiten unter der Sonne, 2016., https://publikationen.dguv.de/dguv/udt_dguv_main.aspx?FDOCUID=26486

658. Ruppert L., Ofenloch R., Surber C., Diepgen T.L., Wirksamkeit beruflicher Hautkrebspräventionsmaßnahmen - Eine randomisierte Clusterumfrage unter Berufsschülern beschäftigt an Outdoor-Arbeitsplätzen in Deutschland, Dermatologie in Beruf und Umwelt, Jahrgang 66, Nr. 4/2018, 2018. p. 159-174.

659. Buller, D. B., Andersen, P. A., Walkosz, B. J., Scott, M. D., Cutter, G. R., Dignan, M. B., et.al. Randomized trial testing a worksite sun protection program in an outdoor recreation industry, Health Educ Behav, 2005. 32(4): p. 514-35., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16009748

660. Andersen, Peter A., Buller, David B., Voeks, Jenifer H., Walkosz, Barbara J., Scott, Michael D., Cutter, Gary R., et.al. Testing the long-term effects of the Go Sun Smart worksite health communication campaign: A group-randomized experimental study, Journal of Communication, 2008. 58(3): p. 447-471.

661. Kearney, G. D., Xu, X., Balanay, J. A., Becker, A. J., Sun safety among farmers and farmworkers: a review, J Agromedicine, 2014. 19(1): p. 53-65., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24417532

662. Mayer, J. A., Slymen, D. J., Clapp, E. J., Pichon, L. C., Eckhardt, L., Eichenfield, L. F., et.al. Promoting sun safety among US Postal Service letter carriers: impact of a 2-year intervention, Am J Public Health, 2007. 97(3): p. 559-65., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17267715

663. Burwell, C.E., Agricultural community is aware of skin cancer risks, 2004. 42(2)4RIB5:, http://www.joe.org/joe/2004april/rb8.php, (http://www.joe.org/joe/2004april/rb8.php)

664. Christensen, N., Williams, P., Pfister, R., Pace, M., Knowledge and behavior improvement through a skin cancer action approach exhibit, 2007. 45(4):4RIB5:, _, http://www.joe.org/joe/2007august/rb5.php, (http://www.joe.org/joe/2007august/rb5.php)

665. Malak, AT, Yildirim, P, Yildiz, Z, Bektas, M, Effects of training about skin cancer on farmers' knowledge level and attitudes., Asian Pac J Cancer Prev, 2011. 12 (1)(1): p. 117-20., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21517242/

666. Mullan, PB, Gardiner, JC, Rosenman, K, Zhu, Z, Swanson, GM, Skin cancer prevention and detection practices in a Michigan farm population following an educational intervention., J Rural Health, 1996. 12 (4 Suppl)(4 Suppl): p. 311-20., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10162862/

667. Houdmont, J., Madgwick, P., Randall, R., Sun safety in construction: a U.K. intervention study, Occup Med (Lond), 2016. 66(1): p. 20-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26409050

668. Thieden, E., Collins, S. M., Philipsen, P. A., Murphy, G. M., Wulf, H. C., Ultraviolet exposure patterns of Irish and Danish gardeners during work and leisure, Br J Dermatol, 2005. 153(4): p. 795-801., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16181463

669. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung - PSA-BV) § 2 Bereitstellung und Benutzung, 2025., https://www.gesetze-im-internet.de/psa-bv/__2.html

670. Rocholl, M, Weinert, P, Bielfeldt, S, Laing, S, Wilhelm, KP, Ulrich, C, et.al. New methods for assessing secondary performance attributes of sunscreens suitable for professional outdoor work., J Occup Med Toxicol, 2021. 16 (1)(1): p. 25., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34225747/

671. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge, 2019. Bundesdrucksache 237/19, 1-21:

672. Drexler, H., Diepgen, T., Letzel, S., Arbeitsmedizinische Vorsorge für Beschäftigte im Freien, die gegenüber natürlicher UV-Strahlung exponiert sind., 2019. 54: p. 253 - 256.

673. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berufskrankheiten-Kostenerhebung, unveröffentlichte Statistik, 2025.

674. Beaglehole, R., Bonita, R., Kjellström, T., Einführung in die EpidemiologieHogrefe, Hans Huber, 1997.

675. Giersiepen, K., Hense, H., Klug, S., Antes, G., Zeeb, H., Entwicklung, Durchführung und Evaluation von Programmen zur Krebsfrüherkennung. Ein Positionspapier, Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen, 2007. 101(1): p. 43-49.

676. Brantsch, K. D., Meisner, C., Schonfisch, B., Trilling, B., Wehner-Caroli, J., Rocken, M., et.al. Analysis of risk factors determining prognosis of cutaneous squamous-cell carcinoma: a prospective study, Lancet Oncol, 2008. 9(8): p. 713-20., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18617440

677. Wilson, J.M.G., Jungner, G., Principles and Practice of Screening for DiseaseWorld Health Organization, 1968.

678. Spix, C., Blettner, M., Screening: part 19 of a series on evaluation of scientific publications, Dtsch Arztebl Int, 2012. 109(21): p. 385-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22690254

679. Schwartz, L. M., Woloshin, S., Black, W. C., Welch, H. G., The role of numeracy in understanding the benefit of screening mammography, Ann Intern Med, 1997. 127(11): p. 966-72., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9412301

680. Bundesministerium für Gesundheit, Nationaler Krebsplan – Ziel 3: Evaluation der Krebsfrüherkennung, 2023.

681. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA), Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Früherkennung von Krebserkrankungen (Krebsfrüherkennungs-Richtlinie / KFE-RL), 2024.

682. Morrison, A.S., Screening in chronic diseaseUniversity Press, 1992.

683. Andermann, A., Blancquaert, I., Beauchamp, S., Dery, V., Revisiting Wilson and Jungner in the genomic age: a review of screening criteria over the past 40 years, Bull World Health Organ, 2008. 86(4): p. 317-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18438522

684. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA), Qualitätssicherung – Vorgaben zur Qualitätssicherung, 2023.

685. Gemeinsamer Bundesausschuss, Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Früherkennung von Krebserkrankungen (Krebsfrüherkennungs-Richtlinie / KFE-RL), Bundesanzeiger, 2009. Nr. 148a:

686. Gordis, L., EpidemiologyElsevier / Saunders, 2009.

687. Breitbart, E. W., Waldmann, A., Nolte, S., Capellaro, M., Greinert, R., Volkmer, B., et.al. Systematic skin cancer screening in Northern Germany, J Am Acad Dermatol, 2012. 66(2): p. 201-11., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22074699

688. Schmitt, J., Seidler, A., Heinisch, G., Sebastian, G., Effectiveness of skin cancer screening for individuals age 14 to 34 years, J Dtsch Dermatol Ges, 2011. 9(8): p. 608-16., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21501381

689. Engelberg, D., Gallagher, R. P., Rivers, J. K., Follow-up and evaluation of skin cancer screening in British Columbia, J Am Acad Dermatol, 1999. 41(1): p. 37-42., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10411408

690. Guther, S., Ramrath, K., Dyall-Smith, D., Landthaler, M., Stolz, W., Development of a targeted risk-group model for skin cancer screening based on more than 100,000 total skin examinations, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2012. 26(1): p. 86-94., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21371132

691. Osborne, J. E., Chave, T. A., Hutchinson, P. E., Comparison of diagnostic accuracy for cutaneous malignant melanoma between general dermatology, plastic surgery and pigmented lesion clinics, Br J Dermatol, 2003. 148(2): p. 252-8.

692. Pacifico, M. D., Pearl, R. A., Grover, R., The UK Government two-week rule and its impact on melanoma prognosis: an evidence-based study, Ann R Coll Surg Engl, 2007. 89(6): p. 609-15., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18201477

693. Titus, L. J., Clough-Gorr, K., Mackenzie, T. A., Perry, A., Spencer, S. K., Weiss, J., et.al. Recent skin self-examination and doctor visits in relation to melanoma risk and tumour depth, Br J Dermatol, 2013. 168(3): p. 571-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22897437

694. Paddock, L. E., Lu, S. E., Bandera, E. V., Rhoads, G. G., Fine, J., Paine, S., et.al. Skin self-examination and long-term melanoma survival, Melanoma Res, 2016. 26(4): p. 401-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26990272

695. Chiu, V., Won, E., Malik, M., Weinstock, M. A., The use of mole-mapping diagrams to increase skin self-examination accuracy, J Am Acad Dermatol, 2006. 55(2): p. 245-50., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16844506

696. Hanrahan, P. F., D'Este, C. A., Menzies, S. W., Plummer, T., Hersey, P., A randomised trial of skin photography as an aid to screening skin lesions in older males, J Med Screen, 2002. 9(3): p. 128-32., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12370325

697. Oliveria, S. A., Chau, D., Christos, P. J., Charles, C. A., Mushlin, A. I., Halpern, A. C., Diagnostic accuracy of patients in performing skin self-examination and the impact of photography, Arch Dermatol, 2004. 140(1): p. 57-62., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14732661

698. Muhn, C. Y., From, L., Glied, M., Detection of artificial changes in mole size by skin self-examination, J Am Acad Dermatol, 2000. 42(5 Pt 1): p. 754-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10775850

699. Moffatt, C. R., Green, A. C., Whiteman, D. C., Diagnostic accuracy in skin cancer clinics: the Australian experience, Int J Dermatol, 2006. 45(6): p. 656-60., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16796621

700. Katris, P., Donovan, R. J., Gray, B. N., Nurses screening for skin cancer: an observation study, Aust N Z J Public Health, 1998. 22(3 Suppl): p. 381-3., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9629826

701. Mogensen, M., Jemec, G. B., Diagnosis of nonmelanoma skin cancer/keratinocyte carcinoma: a review of diagnostic accuracy of nonmelanoma skin cancer diagnostic tests and technologies, Dermatol Surg, 2007. 33(10): p. 1158-74., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17903149

702. Kai, Y., Ishikawa, K., Goto, M., Sakai, T., Ito, A., Shono, T., et.al. Results of second-stage screening for skin cancers in Oita Prefecture, Japan, J Dermatol, 2015. 42(12): p. 1160-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26177589

703. Burton, R. C., Howe, C., Adamson, L., Reid, A. L., Hersey, P., Watson, A., et.al. General practitioner screening for melanoma: sensitivity, specificity, and effect of training, J Med Screen, 1998. 5(3): p. 156-61., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9795877

704. Bono, A., Bartoli, C., Cascinelli, N., Lualdi, M., Maurichi, A., Moglia, D., et.al. Melanoma detection. A prospective study comparing diagnosis with the naked eye, dermatoscopy and telespectrophotometry, Dermatology, 2002. 205(4): p. 362-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12444332

705. Chen, S. C., Bravata, D. M., Weil, E., Olkin, I., A comparison of dermatologists' and primary care physicians' accuracy in diagnosing melanoma: a systematic review, Arch Dermatol, 2001. 137(12): p. 1627-34.

706. Kaiser, I, Pfahlberg, AB, Uter, W, Heppt, MV, Veierød, MB, Gefeller, O, Risk Prediction Models for Melanoma: A Systematic Review on the Heterogeneity in Model Development and Validation., Int J Environ Res Public Health, 2020. 17 (21)(21):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33126677/

707. Fears, TR, Guerry, D, Pfeiffer, RM, Sagebiel, RW, Elder, DE, Halpern, A, et.al. Identifying individuals at high risk of melanoma: a practical predictor of absolute risk., J Clin Oncol, 2006. 24 (22)(22): p. 3590-6., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16728488/

708. Whiteman, DC, Olsen, CM, Wang, H, Law, MH, Neale, RE, Pandeya, N, A Risk Prediction Tool for Invasive Melanoma., JAMA Dermatol, 2025. 161 (11)(11): p. 1123-1131., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40928797/

709. Fortes, C., Commentary: Reproductibility of skin characteristic measurments and reported sun exposure history, International Journal of Epidemiology, 2002. 31(2): p. 446-8.

710. Carli, P., Chiarugi, A., De Giorgi, V., Examination of lesions (including dermoscopy) without contact with the patient is associated with improper management in about 30% of equivocal melanomas, Dermatol Surg, 2005. 31(2): p. 169-72., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15762209

711. Australian Cancer Network Melanoma Guidelines Revision Working Party, Clinical Practice Guidelines for the Management of Melanoma in Australia and New ZealandThe Cancer Council Australia and Australian Cancer Network, Sydney and New Zealand Guidelines Group, 2008.

712. Scottish Intercollegiate Guidelines Network, SIGN 72: Cutaneous Melanoma - A national clinical guidelineScottish Intercollegiate Guidelines Network, 2003., www.sign.ac.uk

713. U.S. Preventive Services Task Force, Screening for Skin Cancer- Recommendations and Rationale, Am J Prev Med, 2001. 20:

714. Wolff, T., Tai, E., Miller, T., Screening for skin cancer: an update of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force, Ann Intern Med, 2009. 150(3): p. 194-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19189909

715. Mangione, CM, Barry, MJ, Nicholson, WK, Chelmow, D, Coker, TR, Davis, EM, et.al. Screening for Skin Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement., JAMA, 2023. 329 (15)(15): p. 1290-1295., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37071089/

716. Henrikson, NB, Ivlev, I, Blasi, PR, Nguyen, MB, Senger, CA, Perdue, LA, et.al. Skin Cancer Screening: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force., JAMA, 2023. 329 (15)(15): p. 1296-1307., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37071090/

717. Bibbins-Domingo, K, Grossman, DC, Curry, SJ, Davidson, KW, Ebell, M, Epling, JW, et.al. Screening for Skin Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement., JAMA, 2016. 316 (4)(4): p. 429-35., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27458948/

718. Janda, M, Cust, AE, Neale, RE, Aitken, JF, Baade, PD, Green, AC, et.al. Early detection of melanoma: a consensus report from the Australian Skin and Skin Cancer Research Centre Melanoma Screening Summit., Aust N Z J Public Health, 2020. 44 (2)(2): p. 111-115., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32190955/

719. Katalinic, A., Waldmann, A., Weinstock, M. A., Geller, A. C., Eisemann, N., Greinert, R., et.al. Does skin cancer screening save lives?: an observational study comparing trends in melanoma mortality in regions with and without screening, Cancer, 2012. 118(21): p. 5395-402., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22517033

720. Katalinic, A., Eisemann, N., Waldmann, A., Hautkrebsscreening in Deutschland. Erfassung der Melanominzidenz und -sterblichkeit von 2008 bis 2013. Skin Cancer Screening in Germany - Documenting Melanoma Incidence and Mortality From 2008 to 2013, Deutsches Ärzteblatt : Ausgabe A, Praxis-Ausgabe : niedergelassene Ärzte, 2015. 112(38):, http://www.zbmed.de/ccmedimages/2015/ZBMED-20159195155-3.pdf

721. Kaiser, M., Schiller, J., Schreckenberger, C., The effectiveness of a population-based skin cancer screening program: evidence from Germany, Eur J Health Econ, 2018. 19(3): p. 355-367., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28353004

722. Eisemann, N., Waldmann, A., Geller, A. C., Weinstock, M. A., Volkmer, B., Greinert, R., et.al. Non-melanoma skin cancer incidence and impact of skin cancer screening on incidence, J Invest Dermatol, 2014. 134(1): p. 43-50., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23877569

723. Eisemann, N., Waldmann, A., Katalinic, A., [Incidence of melanoma and changes in stage-specific incidence after implementation of skin cancer screening in Schleswig-Holstein], Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2014. 57(1): p. 77-83., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24357176

724. Stang, A., Jöckel, K. H., Heidinger, O., Skin cancer rates in North Rhine-Westphalia, Germany before and after the introduction of the nationwide skin cancer screening program (2000–2015), European Journal of Epidemiology, 2018. 33: p. 303-312.

725. Trautmann, F., Meier, F., Seidler, A., Schmitt, J., Effects of the German skin cancer screening programme on melanoma incidence and indicators of disease severity, Br J Dermatol, 2016. 175(5): p. 912-919., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27203791

726. Hübner, J., Waldmann, A., Geller, A. C., Weinstock, M. A., Eisemann, N., Noftz, M., et.al. Interval cancers after skin cancer screening: incidence, tumour characteristics and risk factors for cutaneous melanoma, Br J Cancer, 2017. 116(2): p. 253-259., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27898656

727. Boniol, M., Autier, P., Gandini, S., Melanoma mortality following skin cancer screening in Germany, BMJ Open, 2015. 5(9): p. e008158., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26373399

728. Stang, A., Jöckel, K. H., Does skin cancer screening save lives? A detailed analysis of mortality time trends in Schleswig-Holstein and Germany, Cancer, 2016. 122(3): p. 432-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26480048

729. Schubert, A., [Malignant melanoma of the skin: does screening for cancer influence the incidence and mortality?], Gesundheitswesen, 2012. 74(3): p. 154-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21305450

730. Augustin, J, Andrees, V, Augustin, M, Trialonis-Suthakharan, N, Hischke, S, Skin cancer in Germany: Characterising screening, prevalence and mortality from a spatial perspective., PLoS One, 2024. 19 (7)(7): p. e0305915., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38968293/

731. Baltus, H, Hübner, J, Garbe, C, Hagenström, K, Rohr, M, Hischke, S, et.al. Evaluation of skin cancer screening in Germany - a Microsimulation., J Dtsch Dermatol Ges, 2025. 23 (1)(1): p. 19-27., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39520317/

732. Garbe, C, Augustin, M, Augustin, J, Baltus, H, Eisemann, N, Hübner, J, et.al. Evaluation of skin cancer screening in Germany - participation, tumor detection and interval tumors based on SHI data., J Dtsch Dermatol Ges, 2023. 21 Suppl 5 (): p. 3-11., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38063281/

733. Hübner, J, Baltus, H, Eisemann, N, Rohr, M, Schumann, L, Augustin, J, et.al. Evaluation of early skin cancer detection in Germany with cancer registry data - challenges, solutions and current trends., J Dtsch Dermatol Ges, 2023. 21 Suppl 5 (): p. 13-20., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38063276/

734. Stang, A, Schuldt, K, Trocchi, P, Neusser, S, Speckemeier, C, Pahmeier, K, et.al. The impossibility of mortality evaluation of skin cancer screening in Germany based on health insurance data: a case-control study., Eur J Cancer, 2022. 173 (): p. 52-58., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35863106/

735. Wolf, S, Augustin, M, Hagenström, K, Garbe, C, Baltus, H, Eisemann, N, et.al. Evaluation of skin cancer screening in Germany - Spatiotemporal associations between skin cancer screening and skin cancer mortality based on ambulatory claims data., J Dtsch Dermatol Ges, 2023. 21 Suppl 5 (): p. 22-31., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38063275/

736. Ziegler, P, [Impact of the COVID-19 pandemic on skin cancer screening : Results of a large dermatology practice in Bavaria's largest county by area]., Hautarzt, 2022. 73 (3)(3): p. 212-215., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35061055/

737. Waldmann, A., Nolte, S., Weinstock, M. A., Breitbart, E. W., Eisemann, N., Geller, A. C., et.al. Skin cancer screening participation and impact on melanoma incidence in Germany--an observational study on incidence trends in regions with and without population-based screening, Br J Cancer, 2012. 106(5): p. 970-4.

738. Datzmann, T, Schoffer, O, Meier, F, Seidler, A, Schmitt, J, Are patients benefiting from participation in the German skin cancer screening programme? A large cohort study based on administrative data., Br J Dermatol, 2022. 186 (1)(1): p. 69-77., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34289097/

739. Hübner, IM, Hautkrebsscreening in Deutschland: Status quo und AusblickJournal Onkologie, 2024.

740. Stang, A., Ergebnisbericht: Evaluation des Hautkrebsscreenings bei AOK-Versicherten in Deutschland., 2023.

741. Steeb, T, Reinhardt, L, Strasser, C, Wessely, A, Schelling, J, Petzold, A, et.al. The need for regular training in skin cancer screening: a cross-sectional study among general practitioners in Germany., J Eur Acad Dermatol Venereol, 2022. 36 (11)(11): p. e913-e915., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35757900/

742. Eisemann, N, Waldmann, A, Holleczek, B, Katalinic, A, Observed and expected mortality in the German skin cancer screening pilot project SCREEN., J Med Screen, 2018. 25 (3)(3): p. 166-168., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29169295/

743. Krensel, M, Petersen, J, Stephan, B, Katalinic, A, Augustin, J, Vergleich der Patientenpfade bei der Früherkennungsuntersuchung auf Hautkrebs - eine Sekundärdatenanalyse, 2021. 19 (3)(3): p. 389-399., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33709581/

744. Schuldt, Katrin, Günster, Christian; Pahmeier, Kathrin; Speckemeier, Christian; Neusser, Silke; Stang, Andreas, Hautkrebsscreening und medizinische Behandlungsintensität bei malignem Melanom und nichtmelanozytärem HautkrebsDeutsches Ärzteblatt, 2023.

745. Prevost, TC, Launoy, G, Duffy, SW, Chen, HH, Estimating sensitivity and sojourn time in screening for colorectal cancer: a comparison of statistical approaches., Am J Epidemiol, 1998. 148 (6)(6): p. 609-19., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9753016/

746. Jutzi, T, Krieghoff-Henning, EI, Brinker, TJ, [The Rise of Artificial Intelligence - High Prediction Accuracy in Early Detection of Pigmented Melanoma]., Laryngorhinootologie, 2023. 102 (7)(7): p. 496-503., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36580975/

747. BQS-Institut, Evaluation der Screeninguntersuchungen auf Hautkrebs gemäß Krebsfrüherkennungs-Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses, Abschlussbericht der Jahre 2019 bis 2022, 2023.

748. Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention, Abschlussbericht zur Phase III („Pilotphase“) des Projektes Weiterentwicklung der Hautkrebsfrüherkennung im Rahmen der gesetzlichen Krebsfrüherkennungsuntersuchung (KFU) als Vorbereitung für die flächendeckende Einführung-Gemeinsamer Bundesausschuss (German Joint Federal Committee), 2005.

749. Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention, Abschlussbericht zur Phase III („Pilotphase“) des Projektes Weiterentwicklung der Hautkrebsfrüherkennung im Rahmen der gesetzlichen Krebsfrüherkennungsuntersuchung (KFU) als Vorbereitung für die flächendeckende Einführung-Gemeinsamer Bundesausschuss (German Joint Federal Committee), 2005., http://www.g-ba.de/downloads/40-268-1748/2007-11-15_HKS-Abschlussbericht_2004.pdf

750. Kommission Hautkrebs-Screening Deutschland, Fortbildungsprogramm Hautkrebs-Screening-Deutscher Ärzte-Verlag, 2008.

751. Gemeinsamer Bundesausschuss, Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Früherkennung von Krebserkrankungen (Krebsfrüherkennungs-Richtlinie / KFE-RL), Bundesanzeiger, 2018. Nr. 148a:, https://www.g-ba.de/downloads/39-261-3203/2018-01-18_KFE-RL_Anpassung-Doku-Hautkrebsscreening_BAnz.pdf?

752. Anders, M. P., Fengler, S., Volkmer, B., Greinert, R., Breitbart, E. W., Nationwide skin cancer screening in Germany: Evaluation of the training program, Int J Dermatol, 2017. 56(10): p. 1046-1051., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28832980

753. Choudhury, K., Unveröffentlichter Abschlussbericht SCSES, 2019.

754. Markova, A., Weinstock, M. A., Risica, P., Kirtania, U., Shaikh, W., Ombao, H., et.al. Effect of a web-based curriculum on primary care practice: basic skin cancer triage trial, Fam Med, 2013. 45(8): p. 558-68., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24129868

755. Bedlow, A. J., Cliff, S., Melia, J., Moss, S. M., Seyan, R., Harland, C. C., Impact of skin cancer education on general practitioners' diagnostic skills, Clin Exp Dermatol, 2000. 25(2): p. 115-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10733633

756. Benvenuto-Andrade, C., Dusza, S. W., Hay, J. L., Agero, A. L., Halpern, A. C., Kopf, A. W., et.al. Level of confidence in diagnosis: clinical examination versus dermoscopy examination, Dermatol Surg, 2006. 32(5): p. 738-44., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16706773

757. Cliff, S., Bedlow, A. J., Melia, J., Moss, S., Harland, C. C., Impact of skin cancer education on medical students' diagnostic skills, Clin Exp Dermatol, 2003. 28(2): p. 214-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12653717

758. de Gannes, G. C., Ip, J. L., Martinka, M., Crawford, R. I., Rivers, J. K., Early detection of skin cancer by family physicians: a pilot project, J Cutan Med Surg, 2004. 8(2): p. 103-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15037942

759. Dolev, J. C., O'Sullivan, P., Berger, T., The eDerm online curriculum: a randomized study of effective skin cancer teaching to medical students, J Am Acad Dermatol, 2011. 65(6): p. e165-71., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21112668

760. Gerbert, B., Bronstone, A., Maurer, T., Berger, T., McPhee, S. J., Caspers, N., The effectiveness of an Internet-based tutorial in improving primary care physicians' skin cancer triage skills, J Cancer Educ, 2002. 17(1): p. 7-11., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12000111

761. Girgis, A., Sanson-Fisher, R. W., Howe, C., Raffan, B., A skin cancer training programme: evaluation of a postgraduate training for family doctors, Med Educ, 1995. 29(5): p. 364-71., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8699975

762. Goulart, J. M., Quigley, E. A., Dusza, S., Jewell, S. T., Alexander, G., Asgari, M. M., et.al. Skin cancer education for primary care physicians: a systematic review of published evaluated interventions, J Gen Intern Med, 2011. 26(9): p. 1027-35., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21472502

763. McCormick, L. K., Masse, L. C., Cummings, S. S., Burke, C., Evaluation of a skin cancer prevention module for nurses: change in knowledge, self-efficacy, and attitudes, Am J Health Promot, 1999. 13(5): p. 282-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10538643

764. Mikkilineni, R., Weinstock, M. A., Goldstein, M. G., Dube, C. E., Rossi, J. S., The impact of the basic skin cancer triage curriculum on provider's skin cancer control practices, J Gen Intern Med, 2001. 16(5): p. 302-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11359548

765. Gerbert, B., Bronstone, A., Wolff, M., Maurer, T., Berger, T., Pantilat, S., et.al. Improving primary care residents' proficiency in the diagnosis of skin cancer, J Gen Intern Med, 1998. 13(2): p. 91-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9502368

766. Chen, J. G., Fleischer, A. B., Jr., Smith, E. D., Kancler, C., Goldman, N. D., Williford, P. M., et.al. Cost of nonmelanoma skin cancer treatment in the United States, Dermatol Surg, 2001. 27(12): p. 1035-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11849266

767. Perry, N., Broeders, M., Wolf, C. de, Toernberg, S., Holland, R., Karsa, L. von, et.al. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis (4th edition)Office for Official Publications of the European Communities, 2006. Fourth Edition:, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18024988

768. Kassenärztliche Bundesvereinigung, IT in der Arztpraxis: Anforderungskatalog Hautkrebs-Screening (eHKS), 2025., https://update.kbv.de/ita-update/Medizinische-Dokumentationen/eHKS/KBV_ITA_VGEX_Anforderungskatalog_eHKS.pdf

769. Hentschel, Stefan, Katalinic, Alexander, Das Manual der epidemiologischen Krebsregistrierung-Zuckschwerdt, 2011. 1. Auflage:

770. Schmidtmann, Irene, Hammer, Gaël, Sariyar, Murat, Gerhold-Ay, Aslihan, Evaluation des Krebsregisters NRW: Schwerpunkt Record Linkage (Abschlussbericht 11.06.2009), 2009., www.krebsregister.nrw.de/fileadmin/user_upload/dokumente/Evaluation/EKR_NRW_Evaluation_Abschlussbericht_2009-06-11.pdf

771. Eissing, L., Schafer, I., Stromer, K., Kaufmann, R., Enk, A., Reusch, M., et.al. [Perception of statutory skin cancer screening in the general population : Current findings on participation, knowledge and evaluation], Hautarzt, 2017. 68(5): p. 371-376., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28246676

772. Janda, M., Lowe, J. B., Elwood, M., Ring, I. T., Youl, P. H., Aitken, J. F., Do centralised skin screening clinics increase participation in melanoma screening (Australia)?, Cancer Causes Control, 2006. 17(2): p. 161-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16425094

773. Davis, J. L., Buchanan, K. L., Katz, R. V., Green, B. L., Gender differences in cancer screening beliefs, behaviors, and willingness to participate: implications for health promotion, Am J Mens Health, 2012. 6(3): p. 211-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22071507

774. Starker, A., Sass, A. C., [Participation in cancer screening in Germany: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)], Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2013. 56(5-6): p. 858-67., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23703507

775. Bafounta, M. L., Beauchet, A., Aegerter, P., Saiag, P., Is dermoscopy (epiluminescence microscopy) useful for the diagnosis of melanoma? Results of a meta-analysis using techniques adapted to the evaluation of diagnostic tests, Arch Dermatol, 2001. 137(10): p. 1343-50., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11594860

776. Kittler, H., Pehamberger, H., Wolff, K., Binder, M., Diagnostic accuracy of dermoscopy, Lancet Oncol, 2002. 3(3): p. 159-65., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11902502

777. Dolianitis, C., Kelly, J., Wolfe, R., Simpson, P., Comparative performance of 4 dermoscopic algorithms by nonexperts for the diagnosis of melanocytic lesions, Arch Dermatol, 2005. 141(8): p. 1008-14., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16103330

778. Westerhoff, K., McCarthy, W. H., Menzies, S. W., Increase in the sensitivity for melanoma diagnosis by primary care physicians using skin surface microscopy, Br J Dermatol, 2000. 143(5): p. 1016-20., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11069512

779. Carli, P., de Giorgi, V., Chiarugi, A., Nardini, P., Weinstock, M. A., Crocetti, E., et.al. Addition of dermoscopy to conventional naked-eye examination in melanoma screening: a randomized study, J Am Acad Dermatol, 2004. 50(5): p. 683-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15097950

780. van der Rhee, J. I., Bergman, W., Kukutsch, N. A., The impact of dermoscopy on the management of pigmented lesions in everyday clinical practice of general dermatologists: a prospective study, Br J Dermatol, 2010. 162(3): p. 563-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19832836

781. Haenssle, H. A., Vente, C., Bertsch, H. P., Rupprecht, R., Abuzahra, F., Junghans, V., et.al. Results of a surveillance programme for patients at high risk of malignant melanoma using digital and conventional dermoscopy, Eur J Cancer Prev, 2004. 13(2): p. 133-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15100580

782. Carli, P., De Giorgi, V., Argenziano, G., Palli, D., Giannotti, B., Pre-operative diagnosis of pigmented skin lesions: in vivo dermoscopy performs better than dermoscopy on photographic images, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2002. 16(4): p. 339-46., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12224689

783. Lorentzen, H. F., Eefsen, R. L., Weismann, K., Comparison of classical dermatoscopy and acrylic globe magnifier dermatoscopy, Acta Derm Venereol, 2008. 88(2): p. 139-42., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18311441

784. Zalaudek, I., Kreusch, J., Giacomel, J., Ferrara, G., Catricala, C., Argenziano, G., How to diagnose nonpigmented skin tumors: a review of vascular structures seen with dermoscopy: part I.

Melanocytic skin tumors, J Am Acad Dermatol, 2010. 63(3): p. 361-74; quiz 375-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20708469

785. Carli, P., De Giorgi, V., Crocetti, E., Mannone, F., Massi, D., Chiarugi, A., et.al. Improvement of malignant/benign ratio in excised melanocytic lesions in the 'dermoscopy era': a retrospective study 1997-2001, Br J Dermatol, 2004. 150(4): p. 687-92., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15099364

786. Hornung, A, Steeb, T, Wessely, A, Brinker, TJ, Breakell, T, Erdmann, M, et.al. The Value of Total Body Photography for the Early Detection of Melanoma: A Systematic Review., Int J Environ Res Public Health, 2021. 18 (4)(4):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33578996/

787. Hodgkinson, T, Vereker, C, Spencer, A, Early detection of melanoma: evaluating the combined use of total body photography and sequential digital dermoscopic imaging in a national health service setting., Clin Exp Dermatol, 2025. 50 (7)(7): p. 1406-1408., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40000376/

788. Soyer, HP, Jayasinghe, D, Rodriguez-Acevedo, AJ, Collins, LG, Caffery, LJ, Whiteman, DC, et.al. 3D Total-Body Photography in Patients at High Risk for Melanoma: A Randomized Clinical Trial., JAMA Dermatol, 2025. 161 (5)(5): p. 472-481., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40136310/

789. Ferrandiz, L., Moreno-Ramirez, D., Nieto-Garcia, A., Carrasco, R., Moreno-Alvarez, P., Galdeano, R., et.al. Teledermatology-based presurgical management for nonmelanoma skin cancer: a pilot study, Dermatologic surgery : official publication for American Society for Dermatologic Surgery [et al.], 2007. 33(9): p. 1092-8.

790. Moreno-Ramirez, D., Ferrandiz, L., Nieto-Garcia, A., Carrasco, R., Moreno-Alvarez, P., Galdeano, R., et.al. Store-and-forward teledermatology in skin cancer triage: experience and evaluation of 2009 teleconsultations, Arch Dermatol, 2007. 143(4): p. 479-84.

791. May, C., Giles, L., Gupta, G., Prospective observational comparative study assessing the role of store and forward teledermatology triage in skin cancer, Clinical and experimental dermatology, 2008. 33(6): p. 736-9.

792. Jolliffe, V. M. L., Harris, D. W., Whittaker, S. J., Can we safely diagnose pigmented lesions from stored video images? A diagnostic comparison between clinical examination and stored video images of pigmented lesions removed for histology, Clinical and Experimental Dermatology, 2001. p. 26(1)(pp 84-87), 2001.

793. Warshaw, E. M., Lederle, F. A., Grill, J. P., Gravely, A. A., Bangerter, A. K., Fortier, L. A., et.al. Accuracy of teledermatology for pigmented neoplasms, Journal of the American Academy of Dermatology, 2009. 61(5): p. 753-65.

794. Kittler, H., Seltenheim, M., Pehamberger, H., Wolff, K., Binder, M., Diagnostic informativeness of compressed digital epiluminescence microscopy images of pigmented skin lesions compared with photographs, Melanoma Res, 1998. 8(3): p. 255-60.

795. Brinker, TJ, Hekler, A, Enk, AH, Berking, C, Haferkamp, S, Hauschild, A, et.al. Deep neural networks are superior to dermatologists in melanoma image classification., Eur J Cancer, 2019. 119 (): p. 11-17., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31401469/

796. Esteva, A, Kuprel, B, Novoa, RA, Ko, J, Swetter, SM, Blau, HM, et.al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks., Nature, 2017. 542 (7639)(7639): p. 115-118., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28117445/

797. Haenssle, HA, Fink, C, Schneiderbauer, R, Toberer, F, Buhl, T, Blum, A, et.al. Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists., Ann Oncol, 2018. 29 (8)(8): p. 1836-1842., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29846502/

798. Adamson, AS, Smith, A, Machine Learning and Health Care Disparities in Dermatology., JAMA Dermatol, 2018. 154 (11)(11): p. 1247-1248., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30073260/

799. Haenssle, H. A., Krueger, U., Vente, C., Thoms, K. M., Bertsch, H. P., Zutt, M., et.al. Results from an observational trial: digital epiluminescence microscopy follow-up of atypical nevi increases the sensitivity and the chance of success of conventional dermoscopy in detecting melanoma, J Invest Dermatol, 2006. 126(5): p. 980-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16514414

800. Haenssle, H. A., Mograby, N., Ngassa, A., Buhl, T., Emmert, S., Schon, M. P., et.al. Association of Patient Risk Factors and Frequency of Nevus-Associated Cutaneous Melanomas, JAMA Dermatol, 2016. 152(3): p. 291-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26536613

801. Kittler, H., Guitera, P., Riedl, E., Avramidis, M., Teban, L., Fiebiger, M., et.al. Identification of clinically featureless incipient melanoma using sequential dermoscopy imaging, Arch Dermatol, 2006. 142(9): p. 1113-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16982998

802. Menzies, S. W., A method for the diagnosis of primary cutaneous melanoma using surface microscopy, Dermatol Clin, 2001. 19(2): p. 299-305, viii., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11556238

803. Robinson, J. K., Nickoloff, B. J., Digital epiluminescence microscopy monitoring of high-risk patients, Arch Dermatol, 2004. 140(1): p. 49-56., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14732660

804. Menzies, S. W., Gutenev, A., Avramidis, M., Batrac, A., McCarthy, W. H., Short-term digital surface microscopic monitoring of atypical or changing melanocytic lesions, Arch Dermatol, 2001. 137(12): p. 1583-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11735708

805. Leitlinienprogramm Onkologie, S3 Leitlinie Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms, 2019., https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/032-024OL_l_S3_Melanom-Diagnostik-Therapie-Nachsorge_2018-07_01.pdf

806. Menzies, S. W., Emery, J., Staples, M., Davies, S., McAvoy, B., Fletcher, J., et.al. Impact of dermoscopy and short-term sequential digital dermoscopy imaging for the management of pigmented lesions in primary care: a sequential intervention trial, Br J Dermatol, 2009. 161(6): p. 1270-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19747359

807. Bono, A., Tomatis, S., Bartoli, C., Tragni, G., Radaelli, G., Maurichi, A., et.al. The ABCD system of melanoma detection: a spectrophotometric analysis of the Asymmetry, Border, Color, and Dimension, Cancer, 1999. 85(1): p. 72-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9921976

808. Haniffa, M. A., Lloyd, J. J., Lawrence, C. M., The use of a spectrophotometric intracutaneous analysis device in the real-time diagnosis of melanoma in the setting of a melanoma screening clinic, Br J Dermatol, 2007. 156(6): p. 1350-2., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17535234

809. McIntosh, L. M., Summers, R., Jackson, M., Mantsch, H. H., Mansfield, J. R., Howlett, M., et.al. Towards non-invasive screening of skin lesions by near-infrared spectroscopy, J Invest Dermatol, 2001. 116(1): p. 175-81., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11168814

810. Kadouch, D. J., Schram, M. E., Leeflang, M. M., Limpens, J., Spuls, P. I., de Rie, M. A., In vivo confocal microscopy of basal cell carcinoma: a systematic review of diagnostic accuracy, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2015. 29(10): p. 1890-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26290493

811. Edwards, S. J., Osei-Assibey, G., Patalay, R., Wakefield, V., Karner, C., Diagnostic accuracy of reflectance confocal microscopy using VivaScope for detecting and monitoring skin lesions: a systematic review, Clin Exp Dermatol, 2017. 42(3): p. 266-275., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28218469

812. Couzan, C., Cinotti, E., Labeille, B., Vercherin, P., Rubegni, P., Cambazard, F., et.al. Reflectance confocal microscopy identification of subclinical basal cell carcinomas during and after vismodegib treatment, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2018. 32(5): p. 763-767., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29055164

813. Guitera, P., Pellacani, G., Longo, C., Seidenari, S., Avramidis, M., Menzies, S. W., In vivo reflectance confocal microscopy enhances secondary evaluation of melanocytic lesions, J Invest Dermatol, 2009. 129(1): p. 131-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18633444

814. Lorber, A., Wiltgen, M., Hofmann-Wellenhof, R., Koller, S., Weger, W., Ahlgrimm-Siess, V., et.al. Correlation of image analysis features and visual morphology in melanocytic skin tumours using in vivo confocal laser scanning microscopy, Skin Res Technol, 2009. 15(2): p. 237-41., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19622133

815. Stevenson, A. D., Mickan, S., Mallett, S., Ayya, M., Systematic review of diagnostic accuracy of reflectance confocal microscopy for melanoma diagnosis in patients with clinically equivocal skin lesions, Dermatol Pract Concept, 2013. 3(4): p. 19-27., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24282659

816. Xiong, Y. D., Ma, S., Li, X., Zhong, X., Duan, C., Chen, Q., A meta-analysis of reflectance confocal microscopy for the diagnosis of malignant skin tumours, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2016. 30(8): p. 1295-302., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27230832

817. Alarcon, I., Carrera, C., Palou, J., Alos, L., Malvehy, J., Puig, S., Impact of in vivo reflectance confocal microscopy on the number needed to treat melanoma in doubtful lesions, Br J Dermatol, 2014. 170(4): p. 802-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24124911

818. Pellacani, G., Pepe, P., Casari, A., Longo, C., Reflectance confocal microscopy as a second-level examination in skin oncology improves diagnostic accuracy and saves unnecessary excisions: a longitudinal prospective study, Br J Dermatol, 2014. 171(5): p. 1044-51., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24891083

819. Pellacani, G., Witkowski, A., Cesinaro, A. M., Losi, A., Colombo, G. L., Campagna, A., et.al. Cost-benefit of reflectance confocal microscopy in the diagnostic performance of melanoma, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2016. 30(3): p. 413-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26446299

820. Seidenari, S., Arginelli, F., Dunsby, C., French, P. M., Konig, K., Magnoni, C., et.al. Multiphoton laser tomography and fluorescence lifetime imaging of melanoma: morphologic features and quantitative data for sensitive and specific non-invasive diagnostics, PLoS One, 2013. 8(7): p. e70682., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23923016

821. Balu, M., Kelly, K. M., Zachary, C. B., Harris, R. M., Krasieva, T. B., Konig, K., et.al. Distinguishing between benign and malignant melanocytic nevi by in vivo multiphoton microscopy, Cancer Res, 2014. 74(10): p. 2688-97., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24686168

822. Cheng, H. M., Guitera, P., Systematic review of optical coherence tomography usage in the diagnosis and management of basal cell carcinoma, Br J Dermatol, 2015. 173(6): p. 1371-80., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26211438

823. Cheng, H. M., Lo, S., Scolyer, R., Meekings, A., Carlos, G., Guitera, P., Accuracy of optical coherence tomography for the diagnosis of superficial basal cell carcinoma: a prospective, consecutive, cohort study of 168 cases, Br J Dermatol, 2016. 175(6): p. 1290-1300., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27146027

824. Coleman, A. J., Richardson, T. J., Orchard, G., Uddin, A., Choi, M. J., Lacy, K. E., Histological correlates of optical coherence tomography in non-melanoma skin cancer, Skin Res Technol, 2013. 19(1): p. 10-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22738357

825. Hussain, A. A., Themstrup, L., Jemec, G. B., Optical coherence tomography in the diagnosis of basal cell carcinoma, Arch Dermatol Res, 2015. 307(1): p. 1-10., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25223745

826. Markowitz, O., Schwartz, M., Feldman, E., Bienenfeld, A., Bieber, A. K., Ellis, J., et.al. Evaluation of Optical Coherence Tomography as a Means of Identifying Earlier Stage Basal Cell Carcinomas while Reducing the Use of Diagnostic Biopsy, J Clin Aesthet Dermatol, 2015. 8(10): p. 14-20., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26557214

827. Olsen, J., Themstrup, L., De Carvalho, N., Mogensen, M., Pellacani, G., Jemec, G. B., Diagnostic accuracy of optical coherence tomography in actinic keratosis and basal cell carcinoma, Photodiagnosis Photodyn Ther, 2016. 16: p. 44-49., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27519350

828. Ulrich, M., von Braunmuehl, T., Kurzen, H., Dirschka, T., Kellner, C., Sattler, E., et.al. The sensitivity and specificity of optical coherence tomography for the assisted diagnosis of nonpigmented basal cell carcinoma: an observational study, Br J Dermatol, 2015. 173(2): p. 428-35., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25904111

829. Gambichler, T., Schmid-Wendtner, M. H., Plura, I., Kampilafkos, P., Stucker, M., Berking, C., et.al. A multicentre pilot study investigating high-definition optical coherence tomography in the differentiation of cutaneous melanoma and melanocytic naevi, J Eur Acad Dermatol Venereol, 2015. 29(3): p. 537-41., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25073788

830. Malvehy, J., Hauschild, A., Curiel-Lewandrowski, C., Mohr, P., Hofmann-Wellenhof, R., Motley, R., et.al. Clinical performance of the Nevisense system in cutaneous melanoma detection: an international, multicentre, prospective and blinded clinical trial on efficacy and safety, Br J Dermatol, 2014. 171(5): p. 1099-107., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24841846

831. Lassau, N., Spatz, A., Avril, M. F., Tardivon, A., Margulis, A., Mamelle, G., et.al. Value of high-frequency US for preoperative assessment of skin tumors, Radiographics, 1997. 17(6): p. 1559-65., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9397463

832. Krahn, G., Gottlober, P., Sander, C., Peter, R. U., Dermatoscopy and high frequency sonography: two useful non-invasive methods to increase preoperative diagnostic accuracy in pigmented skin lesions, Pigment Cell Res, 1998. 11(3): p. 151-4., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9730322

833. Wortsman, X., Wortsman, J., Clinical usefulness of variable-frequency ultrasound in localized lesions of the skin, J Am Acad Dermatol, 2010. 62(2): p. 247-56., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19962214

834. Elbaum, M., Kopf, A. W., Rabinovitz, H. S., Langley, R. G., Kamino, H., Mihm, M. C., Jr., et.al. Automatic differentiation of melanoma from melanocytic nevi with multispectral digital dermoscopy: a feasibility study, J Am Acad Dermatol, 2001. 44(2): p. 207-18., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11174377

835. Monheit, G., Cognetta, A. B., Ferris, L., Rabinovitz, H., Gross, K., Martini, M., et.al. The performance of MelaFind: a prospective multicenter study, Arch Dermatol, 2011. 147(2): p. 188-94., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20956633

836. Hauschild, A., Chen, S. C., Weichenthal, M., Blum, A., King, H. C., Goldsmith, J., et.al. To excise or not: impact of MelaFind on German dermatologists' decisions to biopsy atypical lesions, J Dtsch Dermatol Ges, 2014. 12(7): p. 606-14., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24944011

837. Lim, L., Nichols, B., Migden, M. R., Rajaram, N., Reichenberg, J. S., Markey, M. K., et.al. Clinical study of noninvasive in vivo melanoma and nonmelanoma skin cancers using multimodal spectral diagnosis, J Biomed Opt, 2014. 19(11): p. 117003., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25375350

838. Philipsen, P. A., Knudsen, L., Gniadecka, M., Ravnbak, M. H., Wulf, H. C., Diagnosis of malignant melanoma and basal cell carcinoma by in vivo NIR-FT Raman spectroscopy is independent of skin pigmentation, Photochem Photobiol Sci, 2013. 12(5): p. 770-6., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23348560

839. Gust, C, Schuh, S, Welzel, J, Daxenberger, F, Hartmann, D, French, LE, et.al. Line-Field Confocal Optical Coherence Tomography Increases the Diagnostic Accuracy and Confidence for Basal Cell Carcinoma in Equivocal Lesions: A Prospective Study., Cancers (Basel), 2022. 14 (4)(4):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35205830/

840. Deußing, M, Schuh, S, Thamm, J, Winkler, D, Schneider, S, Nau, T, et.al. S1 guideline for imaging diagnostics for skin diseases., J Dtsch Dermatol Ges, 2025. 23 (12)(12): p. 1616-1630., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41243460/

841. Perez-Anker, J, Soglia, S, Lenoir, C, Albero, R, Alos, L, García, A, et.al. Criteria for melanocytic lesions in LC-OCT., J Eur Acad Dermatol Venereol, 2024. 38 (10)(10): p. 2005-2016., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38727525/

842. Verzì, AE, Broggi, G, Caltabiano, R, Micali, G, Lacarrubba, F, Line-field confocal optical coherence tomography of lentigo maligna with horizontal and vertical histopathologic correlations., J Cutan Pathol, 2023. 50 (2)(2): p. 118-122., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36056910/

843. Cinotti, E, Tognetti, L, Cartocci, A, Lamberti, A, Gherbassi, S, Orte Cano, C, et.al. Line-field confocal optical coherence tomography for actinic keratosis and squamous cell carcinoma: a descriptive study., Clin Exp Dermatol, 2021. 46 (8)(8): p. 1530-1541., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34115900/

844. Peris, K, Fargnoli, MC, Kaufmann, R, Arenberger, P, Bastholt, L, Seguin, NB, et.al. European consensus-based interdisciplinary guideline for diagnosis and treatment of basal cell carcinoma-update 2023., Eur J Cancer, 2023. 192 (): p. 113254., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37604067/

845. Kandolf, L, Peris, K, Malvehy, J, Mosterd, K, Heppt, MV, Fargnoli, MC, et.al. European consensus-based interdisciplinary guideline for diagnosis, treatment and prevention of actinic keratoses, epithelial UV-induced dysplasia and field cancerization on behalf of European Association of Dermato-Oncology, European Dermatology Forum, European Academy of Dermatology and Venereology and Union of Medical Specialists (Union Européenne des Médecins Spécialistes)., J Eur Acad Dermatol Venereol, 2024. 38 (6)(6): p. 1024-1047., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38451047/

846. Ruini, C, Schuh, S, Gust, C, Kendziora, B, Frommherz, L, French, LE, et.al. Line-field optical coherence tomography: in vivo diagnosis of basal cell carcinoma subtypes compared with histopathology., Clin Exp Dermatol, 2021. 46 (8)(8): p. 1471-1481., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34047380/

847. Razi, S, Kuo, YH, Pathak, G, Agarwal, P, Horgan, A, Parikh, P, et.al. Line-Field Confocal Optical Coherence Tomography for the Diagnosis of Skin Tumors: A Systematic Review and Meta-Analysis., Diagnostics (Basel), 2024. 14 (14)(14):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39061659/

848. Taccioli, F, Blessent, CGF, Paganelli, A, Fagioli, F, Chester, JM, Kaleci, S, et.al. Delay in Cutaneous Squamous Cell Carcinoma Diagnosis Due to Interrupted Services Is Associated with Worse Prognoses and Modified Surgical Approaches., Cancers (Basel), 2024. 16 (8)(8):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38672551/

849. Hewitt, DB, Beane, JD, Grignol, VP, Contreras, CM, Association between surgical delay and outcomes among patients with invasive cutaneous melanoma., Am J Surg, 2023. 226 (5)(5): p. 631-639., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37142517/

850. Chiru, MR, Hindocha, S, Burova, E, Bejan, GC, Manea, LM, Ghilencea, LN, Management of the Two-Week Wait Pathway for Skin Cancer Patients, before and during the Pandemic: Is Virtual Consultation an Option?, J Pers Med, 2022. 12 (8)(8):, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36013205/

851. Kassenärztliche Bundesvereinigung, Bekanntmachungen Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs. 2 SGB V zur histopathologischen Untersuchung im Rahmen des Hautkrebs-Screenings (Qualitätssicherungsvereinbarung Histopathologie Hautkrebs-Screening), Dtsch Arztebl, 2009. 106(39): p. A-1924 / B-1652 / C-1620., https://www.aerzteblatt.de/archiv/66125/Bekanntmachungen-Vereinbarung-von-Qualitaetssicherungsmassnahmen-nach-135-Abs-2-SGB-V-zur-histopathologischen-Untersuchung-im-Rahmen-des-Hautkrebs-Screenings-(Qualitaetssicherungsvereinbarung-Histopat

852. Manstein, M. E., Manstein, C. H., Smith, R., How accurate is frozen section for skin cancers?, Ann Plast Surg, 2003. 50(6): p. 607-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12783011

853. Leitlinienprogramm Onkologie, S3 Leitlinie Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms, 2020., https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Leitlinien/Melanom/Melanom_Version_3/LL_Melanom_Langversion_3.3.pdf

854. Tran, Kien T., Wright, Natalie A., Cockerell, Clay J., Biopsy of the pigmented lesion—When and how, Journal of the American Academy of Dermatology, 2008. 59(5): p. 852-871., http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0190962208006579?showall=true

855. Martin, R. C., 2nd, Scoggins, C. R., Ross, M. I., Reintgen, D. S., Noyes, R. D., Edwards, M. J., et.al. Is incisional biopsy of melanoma harmful?, Am J Surg, 2005. 190(6): p. 913-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16307945

856. Zager, J. S., Hochwald, S. N., Marzban, S. S., Francois, R., Law, K. M., Davis, A. H., et.al. Shave biopsy is a safe and accurate method for the initial evaluation of melanoma, J Am Coll Surg, 2011. 212(4): p. 454-60; discussion 460-2., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21463767

857. Messina, M. C. D. L., Valente, N. Y. S., Castroe, L. G. M., Is incisional biopsy helpful in the histopathological classification of basal cell carcinoma?, Anais Brasileiros de Dermatologia, 2006. p. 81(5)(pp 443-448), 2006., https://www.scielo.br/j/abd/a/rXwTFXFPgMjFgVKkt73szSy/?lang=en&format=pdf

858. Watts, C. G., Cust, A. E., Menzies, S. W., Mann, G. J., Morton, R. L., Cost-Effectiveness of Skin Surveillance Through a Specialized Clinic for Patients at High Risk of Melanoma, J Clin Oncol, 2017. 35(1): p. 63-71., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28034073

859. Bundesministerium für Gesundheit, „Inanspruchnahme Krebsfrüherkennung“, Handlungsfeld 1 „Weiterentwicklung der Krebsfrüherkennung“ des Nationalen Krebsplans, 2017., https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Praevention/Broschueren/Broschuere_Nationaler_Krebsplan.pdf

860. Rimer, B. K., Briss, P. A., Zeller, P. K., Chan, E. C., Woolf, S. H., Informed decision making: what is its role in cancer screening?, Cancer, 2004. 101(5 Suppl): p. 1214-28., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15316908

861. Elwyn, G, Frosch, D, Thomson, R, Joseph-Williams, N, Lloyd, A, Kinnersley, P, et.al. Shared decision making: a model for clinical practice., J Gen Intern Med, 2012. 27 (10)(10): p. 1361-7., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22618581/

862. Schröer-Günther, M, Koch, K, [The informed decision as an aim of evidence-based health information: the example of cancer screening]., Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2022. 65 (5)(5): p. 559-566., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35471606/

863. Lühnen, J., Albrecht, M. , Mühlhauser, I., Steckelberg, A., Leitlinie evidenzbasierte Gesundheitsinformation, 2017., http://www.leitlinie-gesundheitsinformation.de/

864. Reifegerste, D., Gesundheitskommunikation in der Prävention und Gesundheitsförderung für schwer erreichbare Zielgruppen, in Prävention und Gesundheitsförderung, 2019, Springer: Heidelberg., https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-62426-5_16

865. Geber, S., Baumann, E., Klimmt, C., Tailoring in risk communication by linking risk profiles and communication preferences: The case of speeding of young car drivers, Accid Anal Prev, 2016. 97: p. 315-325., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26432690

866. Roski, R, Akteure, Ziele und Stakeholder im Gesundheitswesen - Business Marketing, Social Marketing und Zielgruppensegmentierung, in Zielgruppengerechte Gesundheitskommunikation, Roski, R , Editor. 2009, Springer VS: Wiesbaden. p. 3-31., https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-91476-3_1

867. Niederdeppe, J, Boyd, AD, King, AJ, Rimal, RN, Strategies for Effective Public Health Communication in a Complex Information Environment., Annu Rev Public Health, 2025. 46 (1)(1): p. 411-431., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39656948/

868. Baumann, E, Auf der Suche nach der Zielgruppe - Das Informationsverhalten hinsichtlich Gesundheit und Krankheit als Grundlage erfolgreicher Gesundheitskommunikation, in Gesundheitsmonitor 2006. Gesundheitsversorgung und Gestaltungsoptionen aus der Perspektive von Bevölkerung und Ärzten, Böcken, JBraun, BAmhof, R and Schnee, M, Editors. 2006, Verlag Bertelsmann Stiftung: Gütersloh. p. 117-153., https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/VV_Studie_Gesundheitsinfosuche-Literaturueberblick.pdf

869. Robinson, J. K., Stapleton, J., Turrisi, R., Relationship and partner moderator variables increase self-efficacy of performing skin self-examination, J Am Acad Dermatol, 2008. 58(5): p. 755-62., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18258332

870. Geller, A. C., Emmons, K. M., Brooks, D. R., Powers, C., Zhang, Z., Koh, H. K., et.al. A randomized trial to improve early detection and prevention practices among siblings of melanoma patients, Cancer, 2006. 107(4): p. 806-14., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16832795

871. Manne, S., Jacobsen, P. B., Ming, M. E., Winkel, G., Dessureault, S., Lessin, S. R., Tailored versus generic interventions for skin cancer risk reduction for family members of melanoma patients, Health Psychol, 2010. 29(6): p. 583-93., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21090893

872. Mayer, J. A., Eckhardt, L., Stepanski, B. M., Sallis, J. F., Elder, J. P., Slymen, D. J., et.al. Promoting skin cancer prevention counseling by pharmacists, Am J Public Health, 1998. 88(7): p. 1096-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9663162

873. Youl, P. H., Janda, M., Elwood, M., Lowe, J. B., Ring, I. T., Aitken, J. F., Who attends skin cancer clinics within a randomized melanoma screening program?, Cancer Detect Prev, 2006. 30(1): p. 44-51., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16457967

874. Aitken, J. F., Elwood, J. M., Lowe, J. B., Firman, D. W., Balanda, K. P., Ring, I. T., A randomised trial of population screening for melanoma, J Med Screen, 2002. 9(1): p. 33-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11943795

875. King, A. J., Visual Exemplification and Skin Cancer: The Utility of Exemplars in Promoting Skin Self-Exams and Atypical Nevi Identification, J Health Commun, 2016. 21(7): p. 826-36., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27337542

876. McWhirter, J. E., Hoffman-Goetz, L., Visual images for patient skin self-examination and melanoma detection: a systematic review of published studies, J Am Acad Dermatol, 2013. 69(1): p. 47-55., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23474227

877. Edwards, A. G., Naik, G., Ahmed, H., Elwyn, G. J., Pickles, T., Hood, K., et.al. Personalised risk communication for informed decision making about taking screening tests, Cochrane Database Syst Rev, 2013. p. CD001865., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23450534

878. Anders, M. P., Nolte, S., Waldmann, A., Capellaro, M., Volkmer, B., Greinert, R., et.al. The German SCREEN project--design and evaluation of the communication strategy, Eur J Public Health, 2015. 25(1): p. 150-5., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24760725

879. Murray, E, Hekler, EB, Andersson, G, Collins, LM, Doherty, A, Hollis, C, et.al. Evaluating Digital Health Interventions: Key Questions and Approaches., Am J Prev Med, 2016. 51 (5)(5): p. 843-851., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27745684/

880. Teo, AR, Rice, SPM, Meyer, E, Karras-Pilato, E, Strickland, S, Dobscha, SK, An approach to evaluation of digital data in public health campaigns., Digit Health, 2024. 10 (): p. 20552076241291682., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39553283/

881. Moore, GF, Evans, RE, Hawkins, J, Littlecott, H, Melendez-Torres, GJ, Bonell, C, et.al. From complex social interventions to interventions in complex social systems: Future directions and unresolved questions for intervention development and evaluation., Evaluation (Lond), 2019. 25 (1)(1): p. 23-45., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30705608/

882. Janis, Irving Lester, Mann, Leon, Decision making: A psychological analysis of conflict, choice and commitmentCassel & Collier Macmillian, 1977.

883. Mann, Leon, Use of a balance-sheet procedure to improve the quality of personal decision making: A field experiment with college applicants, Journal of Vocational Behavior, 1972. 2(3): p. 291-300.

884. Mullen, P D, Allen, J D, Glanz, K, Fernandez, M E, Bowen, D J, Pruitt, S L, et.al. Measures Used in Studies of Informed Decision Making About Cancer Screening: A Systematic Review, Annals of Behavioral Medicine, 2006. 32(3): p. 188-201., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17107291

885. Marteau, T. M., Dormandy, E., Michie, S., A measure of informed choice, Health Expect, 2001. 4(2): p. 99-108., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11359540

886. Eppstein, R. M., Street Jr., R., Patient-Centered Communication in Cancer Care: Promoting Healing and Reducing SufferingBethesda, 2007., https://cancercontrol.cancer.gov/sites/default/files/2020-06/pcc_monograph.pdf

887. Sharkiya, SH, Quality communication can improve patient-centred health outcomes among older patients: a rapid review., BMC Health Serv Res, 2023. 23 (1)(1): p. 886., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37608376/

888. Bientzle, M., Fissler, T., Cress, U., Kimmerle, J., The impact of physicians' communication styles on evaluation of physicians and information processing: A randomized study with simulated video consultations on contraception with an intrauterine device, Health Expect, 2017. 20(5): p. 845-851., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27860037

889. Eggly, S. S., Albrecht, T. L., Kelly, K., Prigerson, H. G., Sheldon, L. K., Studts, J., The role of the clinician in cancer clinical communication, J Health Commun, 2009. 14 Suppl 1(Suppl1): p. 66-75., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19449270

890. Fox, S. A., Heritage, J., Stockdale, S. E., Asch, S. M., Duan, N., Reise, S. P., Cancer screening adherence: does physician-patient communication matter?, Patient Educ Couns, 2009. 75(2): p. 178-84., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19250793

891. Riedl, D., Schussler, G., The Influence of Doctor-Patient Communication on Health Outcomes: A Systematic Review, Z Psychosom Med Psychother, 2017. 63(2): p. 131-150., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28585507

892. Dillon, E. C., Stults, C. D., Wilson, C., Chuang, J., Meehan, A., Li, M., et.al. An evaluation of two interventions to enhance patient-physician communication using the observer OPTION(5) measure of shared decision making, Patient Educ Couns, 2017. 100(10): p. 1910-1917., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28532861

893. Shay, L. A., Dumenci, L., Siminoff, L. A., Flocke, S. A., Lafata, J. E., Factors associated with patient reports of positive physician relational communication, Patient Educ Couns, 2012. 89(1): p. 96-101., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22554386

894. Baker, Susan C., Watson, Bernadette M., How Patients Perceive Their Doctors' Communication, Journal of Language and Social Psychology, 2015. 34(6): p. 621-639.

895. Tenfelde, K, Bol, N, Schoonman, GG, Bunt, JEH, Antheunis, ML, Exploring the impact of patient, physician and technology factors on patient video consultation satisfaction., Digit Health, 2023. 9 (): p. 20552076231203887., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37780066/

896. Thomas, Marlyn, Hariharan, Meena, Rana, Suvashisa, Swain, Sunayana, Andrew, Asher, Medical Jargons as Hindrance in Doctor–Patient Communication, Psychological Studies, 2014. 59(4): p. 394-400., https://link.springer.com/article/10.1007/s12646-014-0262-x

897. Betsch, C, Böhm, R, Airhihenbuwa, CO, Butler, R, Chapman, GB, Haase, N, et.al. Improving Medical Decision Making and Health Promotion through Culture-Sensitive Health Communication: An Agenda for Science and Practice., Med Decis Making, 2016. 36 (7)(7): p. 811-33., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26296619/

898. Theodosopoulos, L., Fradelos, E.C., Panagiotou, A., Dreliozi, A., Delivering Culturally Competent Care to Migrants by Healthcare Personnel: A Crucial Aspect of Delivering Culturally Sensitive CareSocial Sciences, 2024. 13: p. 530., https://doi.org/, 10.3390/socsci13100530

899. Henry, SG, Fuhrel-Forbis, A, Rogers, MA, Eggly, S, Association between nonverbal communication during clinical interactions and outcomes: a systematic review and meta-analysis., Patient Educ Couns, 2012. 86 (3)(3): p. 297-315., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21824738/

900. Schrooten, I, de Jong, MD, If You Could Read My Mind: The Role of Healthcare Providers' Empathic and Communicative Competencies in Clients' Satisfaction with Consultations., Health Commun, 2017. 32 (1)(1): p. 111-118., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27177385/

901. Verheul, W, Sanders, A, Bensing, J, The effects of physicians' affect-oriented communication style and raising expectations on analogue patients' anxiety, affect and expectancies., Patient Educ Couns, 2010. 80 (3)(3): p. 300-6., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20638815/

902. Jünger, Jana, Ärtzliche Kommunikation: Praxisbuch zum Masterplan Medizinstudium 2020Schattauer, 2018.

903. Schweickhardt, A., Fritzsche, K., Kursbuch ärztliche Kommunikation: Grundlagen und Fallbeispiele aus Klinik und PraxisDeutscher Ärzte-Verlag, 2009.

904. Bundesministerium fuer Gesundheit, „Inanspruchnahme Krebsfrüherkennung", Handlungsfeld 1 „Weiterentwicklung der Krebsfrüherkennung" des Nationalen Krebsplans, 2010.

905. Loescher, L. J., Crist, J. D., Cranmer, L., Curiel-Lewandrowski, C., Warneke, J. A., Melanoma high-risk families' perceived health care provider risk communication, J Cancer Educ, 2009. 24(4): p. 301-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19838889

906. Loescher, L. J., Crist, J. D., Siaki, L. A., Perceived intrafamily melanoma risk communication, Cancer Nurs, 2009. 32(3): p. 203-10., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19295423

907. Graves, J., Fleischman, M. H., Goldstein, G. D., Derm Access: a new triage system to rapidly identify suspicious skin lesions, Dermatol Surg, 2006. 32(12): p. 1486-90., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17199657

908. Karri, V., Bragg, T. W., Jones, A., Soldin, M., Misch, K., Patient satisfaction with receiving skin cancer diagnosis by letter: comparison with face-to-face consultation, Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS, 2009. 62(8): p. 1059-62.

909. Nankervis, H, Huntley, AL, Whiting, P, Hamilton, W, Singh, H, Dawson, S, et.al. Communicating blood test results in primary care: a mixed-methods systematic review., Br J Gen Pract, 2025. 75 (753)(753): p. e222-e231., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39374979/

910. Steitz, BD, Turer, RW, Lin, CT, MacDonald, S, Salmi, L, Wright, A, et.al. Perspectives of Patients About Immediate Access to Test Results Through an Online Patient Portal., JAMA Netw Open, 2023. 6 (3)(3): p. e233572., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36939703/

911. Choudhry, A, Hong, J, Chong, K, Jiang, B, Hartman, R, Chu, E, et.al. Patients' preferences for biopsy result notification in an era of electronic messaging methods., JAMA Dermatol, 2015. 151 (5)(5): p. 513-21., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25831475/

912. Stiefel, F, Bourquin, C, Salmon, P, Achtari Jeanneret, L, Dauchy, S, Ernstmann, N, et.al. Communication and support of patients and caregivers in chronic cancer care: ESMO Clinical Practice Guideline., ESMO Open, 2024. 9 (7)(7): p. 103496., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39089769/

913. Bahmer, J., Bahmer, F., Konfrontation mit der Diagnose „Melanom", Aktuelle Dermatologie, 2006. 32(6): p. 243-248.

914. Butow, P. N., Kazemi, J. N., Beeney, L. J., Griffin, A. M., Dunn, S. M., Tattersall, M. H., When the diagnosis is cancer: patient communication experiences and preferences, Cancer, 1996. 77(12): p. 2630-7., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8640715

915. Cheng, Q, Duan, Y, Wang, Y, Zhang, Q, Chen, Y, The physician-nurse collaboration in truth disclosure: from nurses' perspective., BMC Nurs, 2021. 20 (1)(1): p. 38., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33676508/

916. Baile, W. F., Buckman, R., Lenzi, R., Glober, G., Beale, E. A., Kudelka, A. P., SPIKES-A six-step protocol for delivering bad news: application to the patient with cancer, Oncologist, 2000. 5(4): p. 302-11., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10964998

917. Fawzy, N. W., A psychoeducational nursing intervention to enhance coping and affective state in newly diagnosed malignant melanoma patients, Cancer Nurs, 1995. 18(6): p. 427-38., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8564938

918. Trask, P. C., Paterson, A. G., Griffith, K. A., Riba, M. B., Schwartz, J. L., Cognitive-behavioral intervention for distress in patients with melanoma: comparison with standard medical care and impact on quality of life, Cancer, 2003. 98(4): p. 854-64., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12910531

919. Loquai, C., Schmidtmann, I., Beutel, M., Sunderkotter, C., Grabbe, S., Schiller, M., et.al. Quality of life in melanoma patients during adjuvant treatment with pegylated interferon-alpha2b: patients' and doctors' views, Eur J Dermatol, 2011. 21(6): p. 976-84., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21896421

920. Dunn, J., Watson, M., Aitken, J. F., Hyde, M. K., Systematic review of psychosocial outcomes for patients with advanced melanoma, Psychooncology, 2017. 26(11): p. 1722-1731., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27696578

921. Gjorup, C. A., Groenvold, M., Hendel, H. W., Dahlstroem, K., Drzewiecki, K. T., Klausen, T. W., et.al. Health-related quality of life in melanoma patients: Impact of melanoma-related limb lymphoedema, Eur J Cancer, 2017. 85: p. 122-132., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28918186

922. Waalboer-Spuij, R., Nijsten, T. E., A review on quality of life in keratinocyte carcinoma patients, G Ital Dermatol Venereol, 2013. 148(3): p. 249-54., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23670061

923. Tennvall, G. R., Norlin, J. M., Malmberg, I., Erlendsson, A. M., Haedersdal, M., Health related quality of life in patients with actinic keratosis--an observational study of patients treated in dermatology specialist care in Denmark, Health Qual Life Outcomes, 2015. 13: p. 111., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26220553

924. Guy, G. P., Jr., Zhang, Y., Ekwueme, D. U., Rim, S. H., Watson, M., The potential impact of reducing indoor tanning on melanoma prevention and treatment costs in the United States: An economic analysis, J Am Acad Dermatol, 2017. 76(2): p. 226-233., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27939556

925. Hirst, N., Gordon, L., Gies, P., Green, A. C., Estimation of avoidable skin cancers and cost-savings to government associated with regulation of the solarium industry in Australia, Health Policy, 2009. 89(3): p. 303-11., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18760857

926. Waters, Hugh R., Adamson, Adewole, The health and economic implications of the use of tanning devices, Journal of Cancer Policy, 2018. 17: p. 45-50., http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213538316300340

927. Pil, L., Hoorens, I., Vossaert, K., Kruse, V., Tromme, I., Speybroeck, N., et.al. Burden of skin cancer in Belgium and cost-effectiveness of primary prevention by reducing ultraviolet exposure, Prev Med, 2016. 93: p. 177-182., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27713103

928. Kyle, J. W., Hammitt, J. K., Lim, H. W., Geller, A. C., Hall-Jordan, L. H., Maibach, E. W., et.al. Economic evaluation of the US Environmental Protection Agency's SunWise program: sun protection education for young children, Pediatrics, 2008. 121(5): p. e1074-84., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18450850

929. Shih, S. T., Carter, R., Sinclair, C., Mihalopoulos, C., Vos, T., Economic evaluation of skin cancer prevention in Australia, Prev Med, 2009. 49(5): p. 449-53., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19747936

930. Shih, S. T., Carter, R., Heward, S., Sinclair, C., Economic evaluation of future skin cancer prevention in Australia, Prev Med, 2017. 99: p. 7-12., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28131778

931. Gordon, L. G., Rowell, D., Health system costs of skin cancer and cost-effectiveness of skin cancer prevention and screening: a systematic review, Eur J Cancer Prev, 2015. 24(2): p. 141-9., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25089375

932. Gordon, L. G., Brynes, J., Baade, P. D., Neale, R. E., Whiteman, D. C., Youl, P. H., et.al. Cost-Effectiveness Analysis of a Skin Awareness Intervention for Early Detection of Skin Cancer Targeting Men Older Than 50 Years, Value Health, 2017. 20(4): p. 593-601., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28408001

933. Hirst, N. G., Gordon, L. G., Scuffham, P. A., Green, A. C., Lifetime cost-effectiveness of skin cancer prevention through promotion of daily sunscreen use, Value Health, 2012. 15(2): p. 261-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22433757

934. AWMFonline Portal der wissenschaftlichen Medizin, AWMF-Regelwerk Leitlinien - von der Planung bis zur PublikationArbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF), 2025., https://www.awmf.org/regelwerk/

935. Lorenz, W., Ollenschläger, G., Geraedts, M., Gerlach, F., Gandjour, A., Helou, A., et.al. Das Leitlinien-Manual: Entwicklung und Implementierung von Leitlinien in der Medizin, Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung, 2001. 95(Suppl I): p. 1-84.

936. IQWiG, Allgemeine Methoden (Version 4.2)Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG), 2015., https://www.iqwig.de/methoden/iqwig_methoden_version_4-2.pdf

937. Leidl, R., von der Schulenburg, J.M., Wasem, J., Ansätze und Methoden der oekonomischen Evaluation - eine internationale Perspektive Health Technology AssessmentNomos, 1999.

938. IQWiG, Altersgrenzen im Mammografie-Screening-Programm: Bessere Heilungschancen kontra Überdiagnosen, 2022., https://www.iqwig.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen-detailseite_61376.html

939. IQWiG, Darmkrebs-Screening: Keine aussagekräftige Evidenz zur Anpassung der Altersgrenzen oder Koloskopie-Frequenz, 2026., https://www.iqwig.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen-detailseite_175424.html

940. Anderson, A. J. M., Ferris, L. K., Binion, D. G., Smith, K. J., Cost-Effectiveness of Melanoma Screening in Inflammatory Bowel Disease, Dig Dis Sci, 2018. 63(10): p. 2564-2572., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29948569

941. Wilson, E. C. F., Usher-Smith, J. A., Emery, J., Corrie, P., Walter, F. M., A Modeling Study of the Cost-Effectiveness of a Risk-Stratified Surveillance Program for Melanoma in the United Kingdom, Value Health, 2018. 21(6): p. 658-668., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29909870

942. Okafor, P. N., Stallwood, C. G., Nguyen, L., Sahni, D., Wasan, S. K., Farraye, F. A., et.al. Cost-effectiveness of nonmelanoma skin cancer screening in Crohn's disease patients, Inflamm Bowel Dis, 2013. 19(13): p. 2787-95., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24193153

943. Losina, E., Walensky, R. P., Geller, A., Beddingfield, F. C., 3rd, Wolf, L. L., Gilchrest, B. A., et.al. Visual screening for malignant melanoma: a cost-effectiveness analysis, Arch Dermatol, 2007. 143(1): p. 21-8., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17224538

944. Beddingfield, Iii, Melanoma: A Decision Analysis to Estimate the Effectiveness and Cost-Effectiveness of Screening and an Analysis of the Relevant Epidemiology of the Disease, 2002., https://www.rand.org/pubs/rgs_dissertations/RGSD167.html

945. Freedberg, K. A., Geller, A. C., Miller, D. R., Lew, R. A., Koh, H. K., Screening for malignant melanoma: A cost-effectiveness analysis, J Am Acad Dermatol, 1999. 41(5 Pt 1): p. 738-45., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10534637

946. Girgis, A., Clarke, P., Burton, R. C., Sanson-Fisher, R. W., Screening for melanoma by primary health care physicians: a cost-effectiveness analysis, J Med Screen, 1996. 3(1): p. 47-53., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8861052

947. Adamson, AS, Jarmul, JA, Pignone, MP, Screening for Melanoma in Men: a Cost-Effectiveness Analysis., J Gen Intern Med, 2020. 35 (4)(4): p. 1175-1181., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31705474/

948. Buja, A, Rivera, M, Girardi, G, Vecchiato, A, Rebba, V, Pizzo, E, et.al. Cost-effectiveness of a melanoma screening programme using whole disease modelling., J Med Screen, 2020. 27 (3)(3): p. 157-167., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31711359/

949. Gordon, L, Olsen, C, Whiteman, DC, Elliott, TM, Janda, M, Green, A, Prevention versus early detection for long-term control of melanoma and keratinocyte carcinomas: a cost-effectiveness

modelling study., BMJ Open, 2020. 10 (2)(2): p. e034388., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32107270/

950. Siebert, U., When should decision-analytic modeling be used in the economic evaluation of health care? [Editorial], European Journal of Health Economics, 2003. 4(3): p. 143-150., (PDF) When should decision-analytic modeling be used in the economic evaluation of health care?

951. Siebert, U., Transparente Entscheidungen in Public Health mittels systematischer Entscheidungsanalyse, in Public Health. Gesundheit und Gesundheitswesen, Schwartz, F. W.Walter, U.Siegrist, J.Kolip, P.Leidl, R.Dierks, M.-L.Busse, R. and Schneider, N., Editors. 2012, Urban & Fischer in Elsevier: München. p. 517-535., https://www.researchgate.net/publication/301054342_Transparente_Entscheidungen_in_Public_Health_mittels_systematischer_Entscheidungsanalyse

952. Siebert, U., Alagoz, O., Bayoumi, A.M., Jahn, B., Owens, D.K., Cohen, D.J., et.al. State-Transition Modeling: A Report of the ISPOR-SMDM Modeling Good Research Practices Task Force -3, Medical Decision Making, 2012. 32(5): p. 690-700., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22999130/

953. Giorgi Rossi, P, Senore, C, Giordano, L, Veron, L, Haddad, T, Guida, A, et.al. Risk-stratified cancer screening: A consensus-based conceptual framework from EUCanScreen., Eur J Cancer, 2026. 240 (): p. 116746., https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41997037/