12

Bundesverband Handschutz e.V.

BVH Info-Reihe 12

UV-Schutz

Inhaltsverzeichnis

Seite	Abschnitt	Inhalt
3	1.	Vorwort
3	2.	Das Spektrum des Sonnenlichtes
4	3.	Auswirkungen von UV-Strahlung
5	4.	Schädigung der Haut durch UV-Strahlung
5	4.1	Hautkrebs
5	4.1.1	Das Basalzellkarzinom (Basaliom)
5	4.1.2	Das Plattenepithelkarzinom (Spinaliom, Stachelzellkarzinom)
5	4.1.3	Das maligne Melanom (schwarzer Hautkrebs)
6	4.2	Weitere Hauterkrankungen durch UV-Strahlung
6	4.2.1	Das phototoxische Kontaktekzem
6	4.2.2	Das photoallergische Kontaktekzem
7	5.	UV-Strahlung und Berufskrankheit
8	5.1	Aktivitäten zur Grenzwertfindung
9	6.	Schutz vor UV-Strahlung
9	6.1	UV-Schutzmittel
9	6.2	Wirksamkeit von UV-Schutzmitteln
10	6.2.1	Bestimmung des UV-Schutzfaktors
10	6.2.2	Wasserfestigkeit

Autor:

Frank Zuther

Wir danken der Spirig Pharma GmbH für die Unterstützung bei der Erstellung dieses Info-Heftes.

Weiterhin danken wir Dr. Wolfgang Röcher (Evonik Stockhausen GmbH), Thea Fröhle (Paul Voormann GmbH) und Dr. Jens Burfeindt (IKW) für das fachliche Input und das Gegenlesen dieser Schrift.

1. Vorwort

Sonnenlicht ist der Ursprung des Lebens. Mäßige Sonnenexposition ist notwendig für unser Wohlbefinden und die Vitamin D3– Synthese. Aber: Ein Zuviel an Sonnenbestrahlung kann jedoch auch negative Folgen haben, wobei insbesondere die Entstehung von Hautkrebs zu nennen ist.

Weltweit ist seit den 1970er Jahren ein Anstieg der UV-bedingten Hautkrebsraten zu verzeichnen. Als Hauptursache dafür wird das veränderte Schönheitsideal und Freizeitverhalten der Menschen in den letzten Jahrzehnten angenommen.

Auch die dünner werdende Ozonschicht wird als Ursache für die erhöhten Hautkrebsraten diskutiert, da mehr UV-B Strahlen der Sonne die Erdoberfläche erreichen können. Demgegenüber scheint der Effekt der Verdünnung jedoch zum Teil durch eine zivilisatorisch bedingte Zunahme in der Ozon-Konzentration in der unteren Atmosphäre – vor allem in dicht besiedelten Gebieten – kompensiert zu werden. Die Entwicklung der Ozon-Konzentration in der Atmosphäre und die damit verbundenen Auswirkungen sind aufgrund der komplizierten Verhältnisse derzeit nicht exakt absehbar.

Eine erhöhte schädigende Einwirkung (Exposition) gegenüber natürlicher und künstlicher ultravioletter Strahlung ist aber auch für viele Arbeitsplätze bekannt. In Deutschland arbeiten ca. 3 Millionen Beschäftigte überwiegend oder zeitweise im Freien und sind damit direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Hinzu kommen Arbeitsplätze, bei denen leistungsstarker UV-Strahlungsquellen eingesetzt werden.

Das vorliegende Heft soll die Grundlagen zu den möglichen Auswirkungen der UV-Strahlung geben und Möglichkeiten des Schutzes aufzeigen.

2. Das Spektrum des Sonnenlichtes

Beim Sonnenlicht handelt es sich um elektromagnetische Strahlung, welche durch die Wellenlänge, die Frequenz und die Energie charakterisiert wird. Je kürzer die Wellenlänge, umso höher ist die Energie.

Die für das menschliche Auge nicht sichtbare Ultraviolett-Strahlung (UV-Strahlung) reicht von 200 bis 380nm. Sie wird entsprechend ihrer unterschiedlichen physiologischen Wirkungen nochmals unterteilt in 4 Bereiche: UV-C (100 - 280nm), UV-B (250 – 315 nm), UV-A2 (315 – 340 nm) und UV-A1 (340 – 400 nm).
Die natürliche UV-C-Strahlung der Sonne wird bereits in der Ozonschicht herausgefiltert und kann die Erdoberfläche nicht erreichen. Trotzdem sollte sie unter dem Aspekt „berufliche Exposition“ berücksichtigt werden, da sie durch künstliche Strahlenquellen erzeugt werden kann.

Der für das menschliche Auge sichtbare Bereich des Spektrums liegt zwischen 380 und 780 nm (VIS-Strahlung). Daran schließt sich die Infrarotstrahlung (IR-Strahlung, Wärmestrahlung) an (780 – 5000nm).

Das auf die Erde treffende Sonnenlicht besteht überwiegend aus sichtbarer Strahlung (51,8%) und IR-Strahlung (42,1%). UV-A ist zu 5,6% und UV-B nur zu 0,5% enthalten.

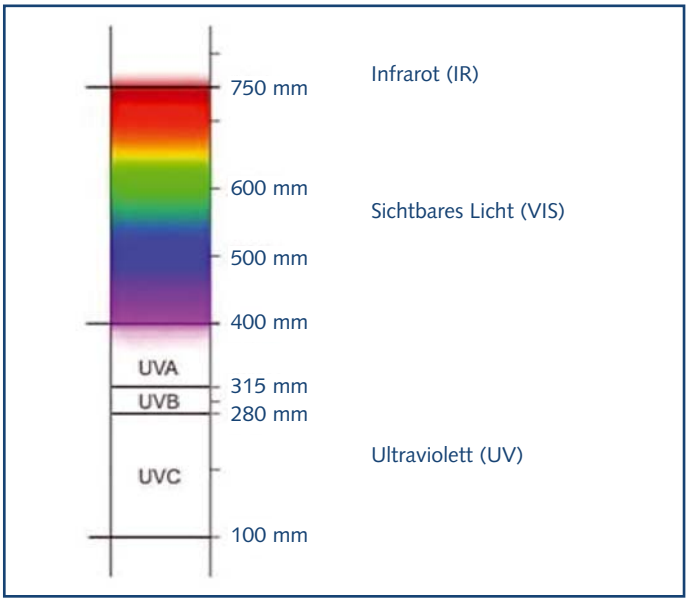

Abb. 1: Spektrum des Sonnenlichtes

Die Intensität der UV-Strahlung ist von vielen Faktoren abhängig:

Geographische Breite	Höhere UV-Intensität in Äquatornähe
Tageszeit	Stärkste UV-Belastung in der Mittagszeit von 11 bis 15 Uhr
Jahreszeit	Strahlung im Sommer ist ca. 3x stärker als im Winter
Wetterlage	Sonne, Regen, Bewölkungsgrad...
Höhenlage	In 1000 m Höhe ist die UV-Belastung um ca. 20% höher (UVB ca. 120%, UVA ca. 117%)
Reflexion	Strand 25 %, Wasser 50 %, Schnee 90 %

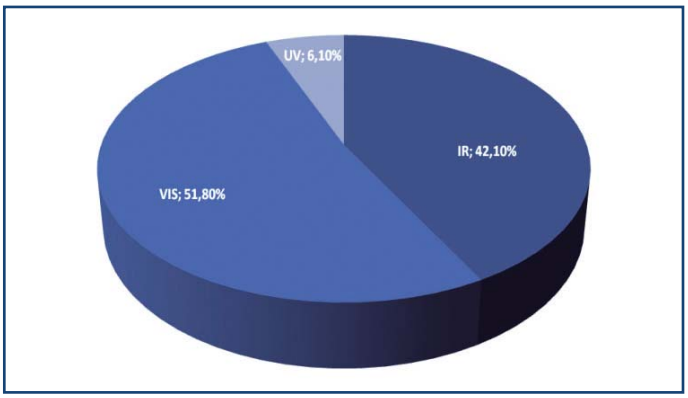

Abb. 2: Zusammensetzung des Sonnenlichtes auf der Erde

Beispiele für UV-Strahlungsschwankungen

- 90% der UV-Strahlung durchdringt Wolken
- Schnee reflektiert 80-90% der UV-Strahlung
- Die UV-Belastung nimmt pro 1000 Höhenmetern um 15% zu
- 50% der täglichen UV-Belastung fällt in die Mittagszeit (11 - 13 Uhr)
- Arbeiten in Gebäuden reduziert die UV-Belastung auf 10-20%
- Im Schatten beträgt die UV-Belastung bis zu 50%
- Sand reflektiert UV-Strahlung bis 50%
- 50% der UV-B- und 75% der UV-A-Strahlung erreichen 1 Meter Wassertiefe
- 85% der UV-A-Strahlung können 3 mm dickes Fensterglas passieren, UV-B-Strahlung durchdringt nur zu 3,5%.

3. Auswirkungen von UV-Strahlung

Die Auswirkungen von UV-Strahlung sind u.a. abhängig von „Hauttyp“. Man unterscheidet 6 Typen nach Fitzpatrick:

	Hauttyp 1 Sehr helle, empfindliche Haut, rotblondes Haar, Sommersprossen, helle Augen, rasche Hautrötung aber keine Bräunung Sonnenbrandschwelle ca. 10 Minuten		**Hauttyp 4** Bräunliche, wenig empfindliche Haut, dunkelbraunes oder schwarzes Haar, dunkle Augen; eher selten Sonnenbrand, schnelle und tiefe Bräunung Sonnenbrandschwelle ca. 45 Minuten
	Hauttyp 2 Helle und empfindliche Haut, helles Haar, oft Sommersprossen, helle Augen, rasche Hautrötung jedoch langsame Bräunung Sonnenbrandschwelle ca. 10-20 Minuten		**Hauttyp 5** Dunkle, wenig empfindliche Haut, schwarzes Haar, dunkle Augen, selten Sonnenbrand Sonnenbrandschwelle ca. 60 Minuten
	Hauttyp 3 Mittelhelle Haut, braunes Haar, helle oder dunkle Augen, Sonnenbrandgefährdet jedoch langsame Bräunung Sonnenbrandschwelle ca. 30 Minuten		**Hauttyp 6** Sehr dunkle und wenig empfindliche Haut, schwarzes Haar, dunkle Augen Sonnenbrandschwelle ca. 90 Minuten

Die Hauttypen I und II sind am ehesten von den negativen Auswirkungen der UV-Strahlung betroffen.

Abhängig von ihrer Energie kann elektromagnetische Strahlung unterschiedlich tief in die Haut eindringen. Je höher die Energie, umso geringer ist die Eindringtiefe. Die Eindringtiefe begründet auch die Art der Auswirkungen.

Die niedrig energetische UV-A-Strahlung gelangt bis tief in die Lederhaut und ist nach chronischer Exposition mitverantwortlich für die vorzeitige Alterung der Haut. Sie schädigt die elastischen Bindegewebsfasern, so dass die Hautelastizität nachlässt.

Als akute, also sofort einsetzende Reaktionen sind die Sofortpigmentierung sowie phototoxische und photoallergische Reaktionen, die polymorphe

Lichtdermatose und Lichturtikaria zu nennen. UV-B-Strahlung dringt weniger tief in die Haut ein und bewirkt die Hautbräunung, die durch eine gesteigerte Pigmentbildung entsteht. Unter langsam zunehmender UV-B-Exposition entwickelt sich eine „Lichtschwiele“, eine Verdickung der Hornhaut, die den körpereigenen UV-Schutz um das 3-4fache steigert.

Bei zu starker Sonnenexposition ist die UV-B-Strahlung zu 98% für den Sonnenbrand verantwortlich. UV-A und IR-Strahlung können dabei jedoch die durch UV-B hervorgerufene entzündliche Hautreaktion verstärken. UV-B-Strahlung hat weiterhin auch schon bei niedrigerer UV-B-Strahlendosis eine Schwächung des Immunsystems zur Folge.

Sowohl UVA- als auch UVB-Strahlen spielen bei der Entstehung von Hautkrebs eine wichtige Rolle.

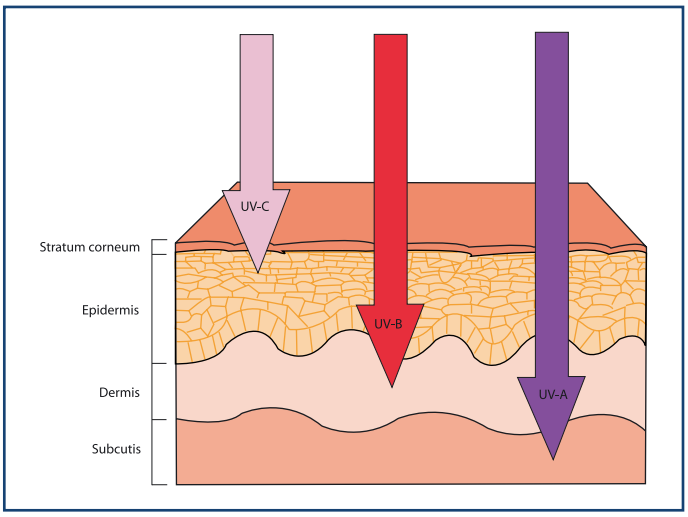

Abb. 3: Eindringteife der UV-Strahlung in die Haut

4. Schädigung der Haut durch UV-Strahlung

4.1 Hautkrebs

Beim Hautkrebs werden drei verschiedene Formen unterschieden:

- Basalzellkarzinom (Basalzellenkrebs, Basaliom)
- Plattenepithelkarzinom (Spinaliom, Stachelzellkarzinom)
- Malignes Melanom (schwarzer Hautkrebs).

Die äußere Schicht der Haut, die Oberhaut oder Epidermis, besteht überwiegend aus Hornzellen (Keratinozyten), die in der untersten Schicht, der Basalzellschicht gebildet werden. Sie wachsen von dort nach außen, altern, verlieren dabei das Horn und werden schließlich in der außen liegenden Hornschicht abgestoßen. Die Basalzellschicht sowie die darüber liegende Stachelzellschicht sind die für die Entstehung von Hautkrebs bedeutenden Schichten.
Von den Keratinozyten leiten sich die beiden häufigsten Hautkrebsformen ab, das Basalzellkarzinom (Basaliom) und das Plattenepithelkarzinom (Spinaliom).

4.1.1 Das Basalzellkarzinom (Basaliom)

Das Basalzellkarzinom stellt die häufigste Hautkrebsart bei Weißen dar. Es handelt sich um einen halb-bösartigen Tumor, der nach jahrelanger UV-Exposition entstehen kann. Besonders betroffen sind daher v.a. hellhäutige, ältere Personen. Der Tumor wächst zu über 80% im Gesicht (Kopf oder Hals, Nase, Lidwinkel).
Basaliome können durch eine rechtzeitige, vollständige Entfernung endgültig geheilt werden. Eine Absiedlung in entfernte Organe (Metastasierung) tritt nur sehr selten auf.

4.1.2 Das Plattenepithelkarzinom (Spinaliom, Stachelzellkarzinom)

Das Plattenepithelkarzinom ist die zweithäufigste Hautkrebsart. Wie beim Basaliom wird es am häufigsten bei hellhäutigen, älteren Personen, die über lange Jahre der Sonne ausgesetzt waren, beobachtet.
Im Gegensatz zu Basaliomen sind Spinaliome jedoch bösartig. Eine Metastasierung in andere Organe ist bei Plattenepithelkarzinomen relativ selten und wird vor allem bei dickeren, fortgeschrittenen Tumoren (ab ca. 2mm Dicke) sowie bei Schleimhautbefall (z.B. im Mund oder Kehlkopf) beobachtet.
Durch eine frühzeitige, vollständige Entfernung können Plattenepithelkarzinome der Haut in der Regel endgültig und vollständig geheilt werden.
Als Vorläufer der Plattenepithelkarzinome gelten die aktinischen Keratosen. Dabei handelt es sich um scharf begrenzte, gerötete Hautareale, die in der Regel eine fest haftende Schuppe tragen und oft für eine "trockene Hautstelle" gehalten werden. Sie entwickeln sich auf stark und dauerhaft über Jahrzehnte sonnenexponierter Haut (Gesicht, nicht-behaarte Kopfhaut, Unterarme, Hände), so dass v.a. ältere Personen betroffen sind. Auf dem Boden einer aktinischen Keratose können sich – wenn auch nicht zwingend - Plattenepithelkarzinome bilden.
Aktinische Keratosen lassen sich leicht durch Vereisung oder oberflächliche Abtragung entfernen. Sie sind ein Zeichen eines ausgeprägten und bleibenden Lichtschadens und machen regelmäßige Kontrollen der Haut erforderlich.

4.1.3 Das maligne Melanom (schwarzer Hautkrebs)

Das maligne Melanom ist ein bösartiger Tumor, der relativ leicht Metastasen bildet und daher einem der aggressivsten Tumorarten zählt. Maligne Melanome können sich spontan auf völlig normaler Haut oder auf dem Boden eines vorbestehenden Nävuszellnävus (Leberfleck, Muttermal) entwickeln. Ausgangspunkt sind meistens die pigmentbildenden Zellen (Melanozyten oder Nävuszellen)in der Basalzellschicht der Oberhaut, die entarten und – da sich Pigmentzellen relativ frei in der Haut bewegen können - in den angrenzenden Geweben relativ rasch Metastasen bilden. Als wesentliche Ursache wird eine zu intensive UV-Belastung gesehen, wobei insbesondere ausgeprägte und häufige Sonnenbrände ursächlich sind.

Das maligne Melanom entsteht im Unterschied zu den anderen Hautkrebsarten nicht nur an UV-exponierten Körperstellen, sondern auch an bekleideten Arealen, z.B. Rücken, Bauch, Beine oder Arme, manchmal auch an schlecht einsehbaren Körperstellen wie unterhalb eines Nagels, in den Zwischenzehenräumen oder an den Schleimhäuten.
Betroffen sind überwiegend hellhäutige Personen vom Hauttyp I und II sowie Personen mit einer hohen Anzahl an Muttermalen. Da ein vermehrtes Auftreten von schwarzem Hautkrebs in einigen Familien registriert wurde, geht man von einer gewissen erblichen Veranlagung aus.
Ob es sich bei einem dunklen Hautfleck um ein Muttermal, einen Leberfleck oder ein Melanom handelt, kann mit der „ABCDE"-Regel abgeschätzt werden:

A = Asymmetrie	Was völlig rund ist, ist selten bösartig. Im Frühstadium kündigen sich Melanome häufig in der unsymmetrischen Form der Pigmentmale an.
B = Begrenzung	Unregelmäßige Ränder und unscharfe Begrenzungen weisen auf potenzielle Melanome hin.
C = Colour (Farbe)	Farbveränderungen in den Pigmentmalen: Schwarze, dunkelbraune, bläuliche, rote, graue bis hautfarbene Areale an einem Mal deuten auf ein Melanom hin.
D = Durchmesser	Pigmentmale mit einem Durchmesser über zwei Millimeter sollten in jedem Fall beachtet werden, solche über fünf Millimeter kontrolliert am besten ein Hautarzt.
E = Erhebungen	Maligne Melanome liegen teilweise im allgemeinen Hautniveau, oder sie erheben sich darüber.

Treffen vier der fünf genannten Punkte zu, besteht die Möglichkeit, dass es sich um einen schwarzen Hautkrebs handelt.
Die Prognose des malignen Melanoms ist insbesondere abhängig von der Dicke des Tumors. Mit zunehmender Tumordicke bis zu einer Größenordnung von 6 mm nimmt das Risiko für die Melanomentwicklung nahezu linear zu. Bis dahin sind die Prognosen relativ gut. Bei Eindringtiefen von mehr als einem Millimeter oder einem Wachstum bis tief in die Lederhaut sind die Prognosen schlechter, ebenso, wenn es bereits zu Metastasen in benachbarte Lymphknoten kam.
Das maligne Melanom ist im Frühstadium durch die Entfernung komplett heilbar. Früherkennung und Nachsorge sind daher besonders wichtig.

4.2 Weitere Hauterkrankungen durch UV-Strahlung

Hauterkrankungen können auch durch das Zusammenwirken zwischen Arbeitsstoff und UV-Exposition ausgelöst werden. Bekannt sind phototoxische und photoallergische Reaktionen, die immer an UV-exponierten Arealen auf.

4.2.1 Das phototoxische Kontaktekzem

Beim phototoxischen Kontaktekzem handelt es sich um einen direkten Gewebeschaden als Folge einer UV-Licht-induzierten Aktivierung phototoxischer Wirkstoffe. Die resultierenden Hautveränderungen ähneln einem Sonnenbrand und gehen mit Rötungen, Ödemen und Blasen einher.
Häufige phototoxische Stoffe sind Arzneimittel, wie bestimmte Antibiotika (Tetrazykline), Antiarrhythmika (z.B. Amiodaron), Diuretika (z.B. Furosemid, Chlorothiazid), Nichtsteroidale Antiphlogistika (z.B. Piroxicam, Naproxen), Phenothiazine und Psoralene.
Einige Pflanzen, z.B. die Schafgarbe und Petersilie enthalten Furocoumarine, die in Verbindung mit UV-Licht zu der so genannten Wiesengräserdermatitis führen.
Auch Bestandteile des Steinkohlenteers können in Verbindung mit UV-Strahlung eine Sofortreaktion mit Stechen, Brennen und urtikariellen Erythemen hervorrufen.

4.2.2 Das photoallergische Kontaktekzem

Das photoallergische Kontaktekzem ist eine Überempfindlichkeitsreaktion vom verzögerten Typ als Antwort auf eine Kombination von einem Allergen und UV-Licht (meistens UV-A).

Als Photoallergene gelten z.B.

- Teer und Pech (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Anthrazen, Fluoranthren)
- Farbstoffe (Thiazide, Methylenblau, Toluidinblau, Eosin Bengalrot, Akridin).
- Medikamente (Chlorpromazin und Promethazin)
- gewisse antimikrobielle Substanzen (z.B. halogenierte Salicylanilide, Hexachlorophen, Bithionol)
- einige UV-Filtersubstanzen (z.B. Paraminobenzoesäure und –ester, Benzophenone, Benzoylmethane, Zimtsäureester)
- Duftstoffe (6-Methylcoumarin, Ambrette Moschus, Parfüm-Mix) bekannte Photosensibilisatoren.

5. UV-Strahlung und Berufskrankheit

Der Gesetz-, bzw. Verordnungsgeber hat festgelegt, dass Hautkrebs oder krebsbildende Hautveränderungen als Berufskrankheit nach §9 Abs. 1 Sozialgesetzbuch VII (SGB VII) in Verbindung mit der Berufskrankheiten-Verordnung nach folgenden Listen anerkannt werden kann:

BK 2402: Erkrankungen durch ionisierende Strahlung
BK 1109: Erkrankungen durch Arsen und seine Verbindungen
BK 5102: Hautkrebs oder zur Krebsbildung neigende Hautveränderungen durch Ruß, Rohparaffin, Teer, Anthrazen, Pech oder ähnliche Stoffe

Statistische Bedeutung hat Hautkrebs jedoch nur als BK 5102, in der die UV-Strahlung nicht integriert ist. Jedoch gibt es Einzelfälle, in denen Hautkrebserkrankungen oder krebsbildende Hautveränderungen als UV-bedingt in Form einer so genannten „wie"-Berufskrankheit nach §9 Abs. 2 SGB VII (Öffnungsklausel) anerkannt wurden. Das Feststellungsverfahren dazu ist – wie bei jeder „wie"-Berufskrankheit – komplex, hinsichtlich der Bearbeitung schwierig und auch rechtlich diffizil.

In Deutschland arbeiten ca. 3 Millionen Beschäftigte überwiegend oder zeitweise im Freien und sind damit direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Hinzu kommen Arbeitsplätze, bei denen leistungsstarker UV-Strahlungsquellen eingesetzt werden, z.B.:

- in der Strahlungstherapie / Fototherapie
- in kosmetischen Anwendungen
- in der UV-Aushärtung (z.B. Härtung von Acrylatkleber und Härtung von Zahnersatzmaterialien)
- in der UV-Lampentrocknung für Druckfarben und -lacke
- UV-Lampen in wissenschaftlichen Laboratorien
- in der Entkeimung von Raumluft oder Lebensmittelverpackungen
- in der Materialprüfung (Rissprüfung, Fluxen)
- beim Schweißen (Lichtbogen)
- in der Druckindustrie (Belichtung von Druckplatten sowie Farbtrocknung)
- in der Glasindustrie beim Arbeiten mit Gasbrennern

Eine erhöhte UV-Belastung erfahren daher insbesondere

- Land-, Garten- und Forstarbeiter
- Fischer
- Straßen-, Gleis- und Tiefbauarbeiter
- Schornsteinfeger
- Stahlbauschlosser, Rohrschlosser, Schweißer
- Isolierer, Beschichter
- Flug- und Schiffspersonal
- Personal für Sport- und Freizeitaktivitäten im Freien

Auch Mitteleuropäer, die mehrere Jahre in Ländern mit hoher UV-Exposition (z.B. Afrika, Südamerika, Indien, Iran, Irak) gearbeitet haben, sind der UV-Strahlung in höherem Maße ausgesetzt, als die übrige mitteleuropäische Bevölkerung.

Es liegt nahe, dass eine erhöhte (berufliche) UV-Belastung mit einem erhöhten Risiko, an Hautkrebs zu erkranken, einhergeht. Bereits 1993 wurden präventive Maßnahmen bei beruflicher UV-Exposition gefordert. In 2007 präsentierte die BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) eine Studie unter dem Titel „Personenbezogene Messung der UV-Exposition von Arbeitnehmern im Freien", in der personenbezogene Messungen der UV-Expositionen von Beschäftigten im Freien durchgeführt worden sind. Ergebnis: Beschäftigte, die ständig im Freien arbeiten, sind im Jahr 3,5 bis 5 mal höher UV-belastet, als Beschäftigte, die nur in Gebäuden tätig sind. Auch kommt man zu dem Schluss, dass die arbeitstäglichen UV-Expositionen den Schwerpunkt als Anteil an der Jahresexposition bilden.

Es ist für alle Beteiligten – medizinische Gutachter wie auch die Unfallversicherungsträger – sehr schwierig, die versicherte berufliche von der unversicherten außerberuflichen UV-Belastung zu unterscheiden, bzw. deren Anteile an der Entstehung der Krebserkrankung zu bewerten – dies unter anderem deshalb, weil bezüglich der Auswirkungen der UV-Strahlung auf den menschlichen Organismus viele Fragen noch nicht abschließend geklärt sind.

So liegen beispielsweise noch keine ausreichenden Kenntnisse zur chronischen Wirkung der UV-Strahlung in Abhängigkeit vom Lebensalter und von verschiedenen Hauttypen vor. Auch sind denkbare Zusammenhänge zwischen der Hautkrebsbildung und der genetischen Veranlagung, bzw. der Wechselwirkungen zwischen genetischen Einflüssen und Umweltfaktoren noch nicht hinreichend geklärt.

Das Bundesamt für Strahlenschutz berichtet, dass im Falle von Basaliomen und Spinaliomen ein eindeutiger Zusammenhang mit der UV-Exposition bewiesen werden konnte. Demgegenüber ist die Datenlage bei dem schwarzen Hautkrebs nicht so eindeutig, da beispielsweise noch nicht klar ist, warum dieser auch an nicht exponierten Arealen auftritt und hinsichtlich der Häufigkeit nicht mit der UV-Belastung korreliert. Dennoch sprechen, so das Bundesamt für Strahlenschutz, epidemiologische Daten für einen bedeutenden UV-Einfluss.

Die Bewertung der Hautkrebsentstehung durch berufsbedingt erhöhte UV-Exposition ist eine Herausforderung für Gesetz- und Verordnungsgeber, Mediziner und auch Unfallversicherungsträger. Aufgrund der noch unzureichenden Datenlage und der langen Latenzzeit bis zum Auftreten der Erkrankung kann bisher nur eine Einzelfallbetrachtung vorgenommen werden.

Seit einiger Zeit schon wird diskutiert, UV-Strahlung als eigene BK in die Berufskrankheitenliste aufzunehmen. Sollte es dazu kommen, dann wird der UV-Schutz am Arbeitsplatz zu einer gesetzlichen Verpflichtung.

5.1 Aktivitäten zur Grenzwertfindung

Besteht an einem Arbeitsplatz die Möglichkeit einer Gefährdung durch UV-Strahlung, so muss die Höhe der Exposition ermittelt werden, um die Gefährdung abschätzen zu können.

Derzeit gibt es in der Bundesrepublik Deutschland keine verbindliche Festlegung zu Grenzwerten und Schutzmaßnahmen für inkohärente optische Strahlung einschließlich Sonnenstrahlung. Die Entscheidung, welche UV-Belastung notwendig ist, um einen Hautkrebs zu entwickeln, ist schwierig, zudem – wie erwähnt – möglicherweise auch persönliche Faktoren, wie Freizeitverhalten, genetische Vorbelastung und Hauttyp eine wesentliche Rolle spielen können.

Als Basis für die Auswirkungen künstlicher und natürlicher Strahlungsquellen erfasst und bewertet in Deutschland das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) seit 1993 die Höhe der gegenwärtigen und sich künftig entwickelnden natürlichen und künstlichen UV-Strahlung und gibt Verhaltensempfehlungen. Zusammen mit dem Umweltbundesamt und weiteren Institutionen wird an verschiedenen Standorten in Deutschland ein UV-Messnetz betrieben, das die jeweilige UV-Bestrahlungsstärke und Strahlungsdosis von Sonnenstrahlung und künstlichen Strahlungsquellen misst und ihrer biologischen Wirkung entsprechend bewertet.

Im Falle der solaren UV-Strahlung wird jeweils der Tagesspitzenwert der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung am Erdboden über die Dauer von 10 bis 30 Minuten gemittelt, um daraus den UV-Index (UVI) zu bestimmen, mit dem das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), das Umweltbundesamt (UBA) und der Deutsche Wetterdienst (DWD) die Bevölkerung über das Sonnenbrandrisiko der nächsten Tage informiert.

Ein hoher UVI bedeutet ein hohes Sonnenbrandrisiko. Der Wert hängt vor allem vom Sonnenstand ab und ändert sich daher am stärksten mit der Jahreszeit und der geografischen Breite. Die Ozonsituation in der Atmosphäre, Bewölkung, Luftverunreinigung und die Höhenlage eines Ortes beeinflussen jedoch ebenfalls die Höhe des UVI, desgleichen Reflexionen an Sand und Schnee sowie Wasseroberflächen.

Die höchsten UVI-Werte in Deutschland betragen im Sommer etwa 8; jedoch werden in den Hochlagen der süddeutschen Gebirgsregionen auch höhere Werte erreicht. Der UV-Index ist international anerkannt. Ein UVI von 7 in Deutschland ist damit ebenso zu werten wie ein UVI von 7 am Äquator. In den Sommermonaten verbreitet das Bundesamt für Strahlenschutz auf seiner Homepage (www.bfs.de) eine regelmäßige UVI-Prognose.

Zur Bewertung der UV-Belastung am Arbeitsplatz wurde mit der Erarbeitung von Sicherheitsregeln begonnen. Das Verfahren zur Messung der UV-Strahlung am Arbeitsplatz erfolgt nach dem in der Norm DIN EN 14255-1 standardisierten Verfahren[1]. Die Bewertung dieser Messergebnisse erfolgt personen- und tätigkeitsbezogen abhängig vom Expositionsort, dem Abstand zur Strahlungsquelle und der Aufenthaltsdauer am Strahlungsort. Man erhält einen Wert, der mit den Expositionsgrenzwerten der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) empfohlen wurde.

Am 27. April 2006 wurde die EU-Richtlinie 2006/25/EG zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht. Sie gilt sowohl für Einwirkung optischer Strahlung aus künstlichen Quellen als auch für Strahlenexpositionen durch die Sonne und für Laserstrahlung. Für die inkohärente optische Strahlung wurden Expositionsgrenzwerte festgelegt, die von den Empfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) abgeleitet sind.

Bereits in 2004 wurde die BGI 5006 „Expositionsgrenzwerte für künstliche optische Strahlung“ veröffentlicht. Sie enthält die Grenzwerte für eine grundsätzliche Beurteilung von Tätigkeiten unter Einfluss von künstlicher optischer Strahlung.

Abb. 4: Der UV-Index

[1] DIN EN 14255: Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung - Teil 1: Von künstlichen Quellen am Arbeitsplatz emittierte ultraviolette Strahlung; Deutsche Fassung EN 14255-1:2005, Beuth-Verlag, Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, www.beuth.de

6. Schutz vor UV-Strahlung

Die Haut reagiert auf UV-Exposition mit zwei Eigenschutzfunktionen:

- Hautbräunung durch UV-A (Direktpigmentierung) ➛ absorbiert einen Teil der auf die Haut auftreffenden UV-Strahlung, verblasst jedoch rasch
- Verdickung der Hornschicht (Lichtschwiele) ➛ schützt die die darunter liegenden Hautschichten vor den einfallenden UV-Strahlung.

Auch bei einer nur geringen Bestrahlungsdosis findet die Hautbräunung bei gleichzeitigem Aufbau der Lichtschwiele statt, wodurch der natürliche Eigenschutz der Haut aufgebaut wird.

Auch bei Aufenthalt im **Schatten** findet eine UV-Exposition statt, da ein Teil der Strahlung reflektiert wird. Weiterhin ist zu beachten, dass auch bei bewölktem Himmel UV-Strahlen auf die Erde gelangt!

Bekleidung schützt nur in gewissem Maße vor UV-Strahlung. Das Ausmaß des Schutzes ist abhängig vom Material und dessen Verarbeitung (dunkle, bedruckte, dichtgewebte Kleidung schützt besser).

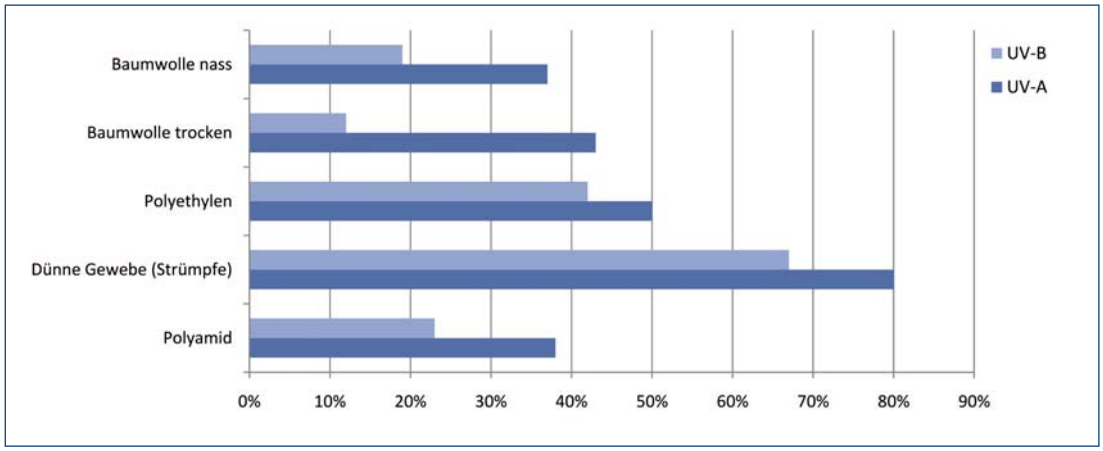

Abb. 5: UV-Durchlässigkeit von Textilien

6.1 UV-Schutzmittel

Durch Bräunung und Aufbau der Lichtschwiele kann sich die Haut in gewissem Maße selbst vor UV-Strahlung schützen. Die Zeitspanne, die man in der Sonne verbringen kann, bis gerade eine erste Hautrötung auftritt, wird als Eigenschutzzeit bezeichnet. Sie ist abhängig von dem Hauttyp und kann durch UV-Schutzmittel verlängert werden.

UV-Schutzmittel wirken chemisch durch organische UV-Filtersubstanzen, die die UV-Strahlung absorbieren und in Form von weniger energiereicher und damit unschädlicher Strahlung wieder abgeben.

Die organischen Filtersubstanzen können je nachdem, in welchem Wellenlängenbereich ihr Absorptionsspektrum liegt, gezielt Bereiche der UV-A, bzw. UV-B-Strahlung absorbieren. Weiterhin stehen sogenannte Breitbandfilter zur Verfügung, die im UV-A- und UV-B-Bereich wirksam sind. In UV-Schutzprodukten sind meistens mehrere Filter kombiniert, um eine möglichst breite Schutzwirkung zu erzielen.

Es dürfen nur solche UV-Filter eingesetzt werden, die gemäß Kosmetik-Verordnung, Anlage 7 der Verordnung aufgeführt sind. Dort sind auch die zulässigen Höchstkonzentrationen definiert.

Ein weiteres Schutzprinzip der Einsatz von Mikropigmenten, z.B. Titandioxid oder Zinkoxid, die in der Trägersubstanz (z. B. Creme) praktisch unlöslich sind. Sie dringen nicht in die Haut ein, sondern verbleiben auf der Hautoberfläche, so dass die einfallende Strahlung an den Partikeln gestreut und reflektiert wird. Der ausschließliche Einsatz von Mikropigmenten ist ein physikalischer (oder mineralischer) UV-Schutz. Mikropigmente werden aber auch in Kombination mit UV-Schutzfiltern eingesetzt.

6.2 Wirksamkeit von UV-Schutzmitteln

Die Wirksamkeit von UV-Schutzmitteln wird durch den UV-Schutzfaktor (LSF – Lichtschutzfaktor oder SPF – sun protection factor) angegeben. Der UV-Schutzfaktor gibt an, um welchen Faktor sich die Eigenschutzzeit der Haut gegen UVB-Strahlen durch die Anwendung des betreffenden UV-Schutzmittels verlängert.
Ein Beispiel: Treten OHNE Schutz nach 15 bis 25 Minuten UV-Exposition erste Hautrötungen auf (was die meisten Mitteleuropäer/innen betrifft), kann sich mit einem SPF 25 rein rechnerisch ca. 4 bis 6 Stunden schützen. In der Praxis sollte man jedoch immer mit einer ca. 30% geringeren Schutzzeit rechnen, insbesondere weil UV-Schutzmittel oft zu dünn aufgetragen werden. Beachtet werden sollte auch, dass die Schutzzeit bei sehr intensiver Sonnenbestrahlung (z.B. im Hochgebirge, in den Tropen oder am Meer) kürzer ist.

Die Faustregel „Schutzzeit = Eigenschutzzeit x SPF“ gilt weiterhin nur im unteren SPF-Bereich. Ein SPF von 50 bedeutet nicht, dass man seine Eigenschutzzeit um das 50-fache verlängern kann. Bei einem SPF von 10 werden bereits 90% der UV-B-Strahlung absorbiert, während eine Verdopplung des SPF auf 20 nur 5% und eine Verfünffachung auf SPF 50 „nur“ 8% mehr UV-B-Strahlung absorbiert. Selbst bei einem SPF von 100 trifft noch 1% der Strahlung auf die Haut. Einen „Sunblocker“ gibt es daher nicht!

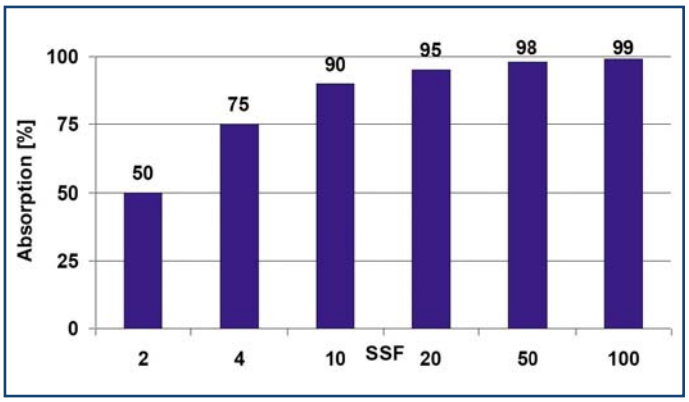

Abb. 6: Absorption in Abhängigkeit vom SPF

6.2.1 Bestimmung des UV-Schutzfaktors

Die Bestimmung des UV-B-Schutzfaktors erfolgt unter standardisierten Bedingungen am Menschen (in vivo) nach einer international einheitlichen Methode, die von der COLIPA, dem Dachverband der europäischen Körperpflegemittelindustrie, veröffentlicht wurde.

Die Probanden werden dabei unter kontrollierten Laborbedingungen dem UV-Licht ausgesetzt. Die Intensität der Belichtung entspricht 40° nördlicher Breite auf Meereshöhe in der Mittagssonne am 23. Juni. Belichtet wird die unbehandelte Haut sowie die Haut nach Auftragen von 2mg/cmÇ UV-Schutzmittel. Gemessen wird die Zeit bis zum Auftreten der ersten Hautrötung (Erythemschwellenzeit, minimale Erythem-Dosis MED).

Der SPF errechnet sich dann nach

$$\text{SPF} = \frac{\text{Erythemschwellenzeit mit Sonnenschutz}}{\text{Erythemschwellenzeit ohne Sonnenschutz}}$$

Der so ermittelte SPF wird nach unten gerundet als ganze Zahl angegeben und das Schutzprodukt Schutzkategorien zugeordnet (Tab.)

Gemessener SPF	Deklarierter SPF	Schutzkategorie
6-14,9	6, 10	Niedriger Schutz
15-29,9	15, 20, 25, 30	Mittlerer Schutz
30-59,9	30, 40, 50	Hoher Schutz
>60	50+	Sehr hoher Schutz

Der SPF gibt nur die Schutzwirkung gegenüber UV-B-Strahlung an. UV-Schutzmittel müssen jedoch auch vor UV-A-Strahlung schützen. Seit 2005 gibt es dazu ein einheitliches Verfahren, das in der DIN 67502 (Charakterisierung der UVA-Schutzwirkung von dermalen Sonnenschutzmitteln durch Transmissionsmessungen unter Berücksichtigung des Lichtschutzfaktors) beschrieben ist, die auf COLIPA-Ebene nochmals weiterentwickelt wurde. Seit April 2007 gibt es nun eine europaweit abgestimmte in-vitro-Methode zur Messung der UV-A-Schutzleistung von Sonnenschutzmitteln, die der europäischen Kosmetikindustrie als einheitliche Bestimmungsmethode empfohlen wird.

Bei dieser Methode wird mit dieser Methode die „UVA-Bilanz“ berechnet, die das Verhältnis von UVA-Schutz zum ausgewiesenen SPF angibt. Entspricht der UV-A-Schutz 1/3 des deklarierten UVB-Schutzes, darf das Produkt die UV-A-Kennzeichnung (UVA als Buchstaben im Kreis) tragen.

Abb. 7: Logo zur Kennzeichnung eines ausgewogenen UV-Schutzes

UV-Schutzmittel sollten immer einen ausgewogenen Schutz gegen UVA- und UVB-Strahlung bieten! Nach einer neuen Europäischen Richtlinie sollte der UV-A Schutzfaktor mindestens 1/3 des UV-B Schutzfaktors betragen (UVA/UV-B-Balance).

Die UVC- Strahlung ist die energiereichste Strahlung und hochgradig gefährlich für die menschliche Haut. UV C-Strahlung muss insbesondere bei künstlichen Strahlungsquellen, wie z.B. dem Elektrolichtbogen beim Schweißen oder Quecksilber- Hochdrucklampen beim Härten von Kunststoffen, Trocknen von Farben oder sterilen Arbeitsplätzen beachtet werden. Effektiven Schutz bieten hier nur technische Schutzmaßnahmen sowie das Tragen der vorgeschriebenen, geeignet ausgewählten Schutzkleidung. UV-Schutzmittel können für unbedeckte Körperpartien als zusätzlicher Schutz vor „Hintergrundstrahlung“ eingesetzt werden.

6.2.2 Wasserfestigkeit

Ein UV-Schutzmittel sollte wasserfest sein, damit es seine Schutzwirkung auch bei Wasserkontakt oder Schwitzen nicht verliert.

Üblicherweise wird die Wasserfestigkeit in Europa nach einer vom COLIPA im Jahr 2005 erarbeiteten Empfehlung bestimmt und ausgelobt. Die Wasserfestigkeit des Produkts wird über das Verhältnis von «nassem» zu «trockenem» In-vivo-SPF ermittelt. Mindestens 50 Prozent der Schutzleistung nach der Wässerung sind für eine entsprechende Auslobung erforderlich. Je nach Dauer der Wasserbelastung und unter Einhal-

tung der 50-Prozent-Schwelle sind zwei verschiedene Auslobungen möglich:

- wasserfest = Nach 2 x 20 Minuten Wasserkontakt sind noch mindestens 50% des SPF vorhanden
- Extra wasserfest = Nach 2 x 40 Minuten Wasserkontakt sind noch mindestens 50% des SPF vorhanden

Geprüft wird die Wasserfestigkeit eines Produktes, indem vor und nach dem Wasserkontakt der UV-B-Faktor bestimmt wird.

Allgemeine Regeln für UV-exponierte Personen

- Intensive Mittagssonne meiden
- Die Haut durch Kleidung schützen. Textilien bieten einen effektiven Sonnenschutz, abhängig von der Art und der Dicke des Gewebes. Kopfbedeckung und Sonnenbrille nicht vergessen.
- Beachten Sie: Effektiven Schutz bieten hier nur technische Schutzmaßnahmen sowie das Tragen der vorgeschriebenen, geeignet ausgewählten Schutzkleidung. UV-Schutzmittel können für unbedeckte Körperpartien als zusätzlicher Schutz vor „Hintergrundstrahlung“ eingesetzt werden.
- Möglichst häufig Schatten aufsuchen
- Den Schutzfaktor abhängig vom Hauttyp, der Intensität der UV-Strahlung (geografische Breite, Tageszeit, Jahreszeit etc.), der Art und Dauer der UV-Exposition auswählen.
- Produkte mit ausgewogenem UVA/UVB-Schutz verwenden.
- Wasserfeste Produkte verwenden, damit auch bei Wasserkontakt oder Schwitzen die Schutzwirkung erhalten bleibt.
- Die Zubereitungsform (Emulsion, Lotion, Creme, Gel etc.) auf den Hautzustand abstimmen.
- Sonnenschutzmittel vor der UV-Exposition auftragen
- Denken Sie auch daran, die Ohren, Gesicht (Nase!) und ggf. Kopfhaut sowie den Nacken einzucremen
- Beachten Sie: die durch UV-Schutzmittel verlängerte Eigenschutzzeit kann durch mehrfaches Auftragen nicht verlängert werden! Tragen Sie das Produkt trotzdem mehrfach täglich auf, um den Schutz aufrecht zu erhalten.
- Ausreichende Mengen auftragen (geringere Auftragsmengen reduzieren die Schutzleistung)
- Auch UV-Schutzmittel mit hohem SPF bieten keinen 100%igen Schutz vor UV-Strahlung

Wir überarbeiten unsere Info-Schriften regelmäßig und freuen uns auf Ihre Informationen, Erfahrungen und Vorschläge zu Verbesserung und Ergänzung. Auch Fragen beantworten wir gern.

Die BVH-Mitgliedsunternehmen unterstützen Sie gerne bei der Auswahl der geeigneten Schutzprodukte.

Bundesverband Handschutz e.V.
Skagerrakstraße 72
D-46149 Oberhausen
Tel.: +49 (0) 2 08 / 62 50 182
Fax: +49 (0) 2 08 / 62 50 181

eMail: geschaeftsstelle@bvh.de
Internet: www.bvh.de

Bundesverband Handschutz e.V.

Ihr Partner in allen Fragen
zum Hand- und Hautschutz

BVH Info-Reihe

1 Wir über uns
2 Der Gesetzgeber fordert...
3 Europäische Standards für Chemikalienschutzhandschuhe
4 Chemikalienschutzhandschuhe
5 Durch die Gefährdungsermittlung zum optimalen Handschutz
6 Hitze, Schweißen, Feuer
7 Schnittschutz
8 Leder, ein vielseitiges Produkt
9 Hautschutz und Hautpflege
10 Hautreinigung
11 Hygienische Händedesinfektion
12 UV-Schutz
13 Einmalhandschuhe

Geschäftsstelle:

Skagerrakstraße 72
D-46149 Oberhausen
Tel. 02 08 / 62 50 182
Fax 02 08 / 62 50 181
E-Mail: geschaeftsstelle@bvh.de
Internet: www.bvh.de