

Technische Information zur Ermittlung in Berufskrankheiten(BK-)fällen vor dem Hintergrund der neuen Berufskrankheit mit der BK-Nr. 5103 „Plattenepithelkarzinome oder multiple aktinische Keratosen der Haut durch natürliche UV-Strahlung“

1 Vorbemerkung

Vor dem Hintergrund der neuen Berufskrankheit mit der BK-Nr. 5103 müssen die Vorgehensweisen in der Ermittlung und Sachbearbeitung festgelegt werden. Diese Information gibt Hinweise auf Verfahren zur Expositionsermittlung und beschreibt die zu verwendenden Anerkennungskriterien.

2 Vorausblick

Die in diesem Dokument dargestellten Hinweise und Rechenschritte sind die Grundlage der Anamnesesoftware „Strahlung“. Damit ist eine PC-basierte Bearbeitung dieser BK-Fälle möglich.

3 Grundsätzliches

3.1 Einwirkungen

Zur Anerkennung einer Berufskrankheit muss der arbeitsbedingte und damit versicherte Anteil an UV-Bestrahlung ein bestimmtes Ausmaß erreichen. Dieses ist durch die Präventionsdienste der Unfallversicherungsträger festzustellen. Dabei sind insbesondere die Beschäftigungsverhältnisse, Tätigkeiten sowie Expositionssituationen in versicherten Zeiten zu ermitteln.

Stichtag für die Berechnung des versicherten Anteils ist der Tag der Sicherung der (Erst-) Diagnose. Aus dem Alter der versicherten Person wird die nicht versicherte Lebenszeitbestrahlung H_p berechnet, die außerhalb der versicherten Arbeitstätigkeit erworben wurde (Urlaube, Freizeit, Wochenende, Feierabend). Mangels retrospektiver Daten zur Freizeitexposition wird regelmäßig eine allgemeingültige UV-Bestrahlung von 130 SED (SED: Standarderythemdosis, 1 SED = 100 J/m² erythemgewichtete Bestrahlung) **in Brustposition** pro Jahr für den durchschnittlichen Bundesbürger angesetzt (darin sind u. a. ein zweiwöchiger Urlaub sowie Expositionen an Wochenenden enthalten, vgl. 07UVB54C/3, [1]):

$$H_p = a \cdot f_{\text{Körp}} \cdot 130 \text{ SED} \quad (1)$$

mit H_p : nicht versicherte Lebenszeitbestrahlung eines in Deutschland Beschäftigten

a : Alter der versicherten Person in Jahren am Tag der Sicherung der Diagnose

$f_{\text{Körp}}$: Körperstellenfaktor, Erläuterung siehe Abschnitt 4.3

Bemerkung: Bis auf Weiteres ist der Körperstellenfaktor in jedem Fall auf 1,0 zu setzen.

Kommen zu dem Tätigkeitszeitraum in Deutschland noch Beschäftigungszeiten im Ausland hinzu, ist Abschnitt 5 (Berechnung der nicht versicherten Exposition) zu beachten.

Berufskrankheiten sind laut § 9 (1) SGB VII Erkrankungen, die nach den Erkenntnissen der medizinischen Wissenschaft durch besondere Einwirkungen verursacht sind, denen bestimmte Personengruppen durch ihre versicherte Tätigkeit in erheblich höherem Grade als die übrige Bevölkerung ausgesetzt sind.

In der Rechtsprechung geht man vielfach davon aus, dass dieses Kriterium bei einer Risikoverdopplung erfüllt ist. Zurzeit lässt sich wissenschaftlich herleiten, dass es aufgrund einer überadditiven Dosis-Wirkungs-Beziehung bei einer zusätzlichen versicherten Exposition von 40 % zu einem zusätzlichen Risiko von 100 % (entspricht einer Verdopplung) kommt.

Die arbeitstechnischen Voraussetzungen gelten daher als erfüllt, wenn zur nicht versicherten Exposition H_p attributiv mindestens ein versicherter Lebenszeitanteil $H_{b, \min}$ von 40 % hinzu kommt, daher:

$$H_{b, \min} = 0,4 \cdot a \cdot f_{\text{Körp}} \cdot 130 \text{ SED} \quad (2)$$

mit $H_{b, \min}$: minimale versicherte Lebenszeitbestrahlung, die zum Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzung erreicht werden muss

a: Alter des Versicherten in Jahren am Tag der Sicherung der Diagnose

$f_{\text{Körp}}$: Körperstellenfaktor, Erläuterung siehe Kapitel 4.3

Die tatsächliche versicherte Lebenszeitbestrahlung H_b muss entsprechend den wissenschaftlichen Erkenntnissen so genau wie möglich ermittelt werden. Der Aufbau eines tätigkeitsbezogenen Expositionskatasters, das bei der Expositionsermittlung helfen soll, ist gerade Forschungsgegenstand (DGUV-Forschungsprojekte FB 170 und FB 181).

4 Berechnung der versicherten Exposition (Wittlich'sche Formel)

In jedem Fall ist von der tatsächlichen, jährlich erworbenen Exposition auszugehen. Hierzu dient eine Berechnungsformel, deren Grundlage im Rahmen des DGUV-Forschungsprojekts FB 170 entwickelt wurde. Sie ist so strukturiert, dass an einem Referenzwert $H_b/a(\text{ref})$ Zu- oder Abschläge durch individuelle Faktoren vorgenommen werden. Diese Faktoren lassen sich in drei Blöcke unterteilen:

Zeitfaktoren – **Geographische Faktoren** – **Persönliche Faktoren**.

Zur Berechnung der arbeitstechnischen Voraussetzungen lassen sich zwei Wege verfolgen: die Tätigkeitverhältnisse in Wochentagen oder Monaten (Formel 3a) oder in Arbeitsschichten pro Jahr (Formel 3b) darzustellen.

$$H_b/a = \underbrace{\sum \frac{f_{WT} \cdot f_{MS} \cdot f_{JZ}}{\text{Tage}} \cdot \frac{f_b \cdot f_{TZ}}{\text{Stunden}}}_{\text{Zeitfaktoren}} \cdot \underbrace{f_{\text{Lat}} \cdot f_{\text{Höhe}} \cdot f_{\text{Reflex}}}_{\text{geographische Faktoren}} \cdot \underbrace{f_{\text{Körp}} \cdot f_{\text{Schutz}}}_{\text{persönliche Faktoren}} \cdot H_b/a(\text{ref}) \quad (3a)$$

$$H_b/a = \sum \underbrace{f_{AS} \cdot f_b \cdot f_{TZ}}_{\text{Zeitfaktoren}} \cdot \underbrace{f_{Lat} \cdot f_{Höhe} \cdot f_{Reflex}}_{\text{geographische Faktoren}} \cdot \underbrace{f_{Körper} \cdot f_{Schutz}}_{\text{persönliche Faktoren}} \cdot H_b/a(\text{ref}) \quad (3b)$$

Üblicherweise wird die Art der Ermittlung und der Tätigkeit (z. B. innerhalb der Saisonarbeit) darüber entscheiden, welcher Weg (und damit welche Formel) zu verwenden ist.

Die beiden Formeln zugrunde liegenden Faktoren werden im Folgenden erläutert.

Hinweis:

Seitens der Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr) wurde für Beschäftigte in der Seeschifffahrt und Fischerei aufgrund der internationalen Fahrtrouten durch verschiedene Zeitzonen und Breitengrade ein Tool zur Berechnung der Strahlungsexposition durch natürliche UV-Strahlung entwickelt. Ausführliche Informationen können bei der BG Verkehr, Referat See, angefragt werden.

Definition:

H_b/a

Die jährliche versicherte Bestrahlung ist eine Summe (Σ) über alle Bestrahlungen, die im Rahmen von **versicherten Tätigkeiten** innerhalb eines Jahres erworben wurden. Jeder Tätigkeitszeitraum ist gesondert zu ermitteln, darzustellen und zu berechnen, bevor die Gesambelastung durch Addition der einzelnen Zeiträume ermittelt wird.

4.1 Zeitfaktoren

Mithilfe der Zeitfaktoren lassen sich sowohl die bei einer bestimmten Tätigkeit geleisteten Arbeitstage als auch die sonstigen im Freien verbrachten Stunden berücksichtigen. Hierzu stehen sowohl für Tage (f_{MS} bzw. f_{JZ}) als auch für Stunden (f_b bzw. f_{TZ}) jeweils zwei Faktoren zur Verfügung. Zusätzlich kann über einen Faktor berücksichtigt werden, wie viele Tage pro Woche (f_{WT}) eine Tätigkeit ausgeübt worden ist.

Tage pro Woche

f_{WT}

Dieser Faktor berücksichtigt die Anzahl der geleisteten Arbeitstage pro Woche. Er entspricht 1,0 bei einer Fünf-Tage-Woche. Leistet der Versicherte Mehrarbeit oder sind Wochenendtage im Ausland als Arbeitstage zu werten, muss ebenso wie im Falle von geringerer Arbeitszeit pro Woche eine Korrektur vorgenommen werden.

Tabelle 1: Abhängigkeit des Faktors f_{WT} von der Anzahl der Arbeitstage pro Woche.

Eine Fünf-Tage-Woche spiegelt den Normalfall wider und wird mit 1,0 bewertet. Für tageweise Zu- oder Abschläge wird entsprechend 1/5 addiert oder subtrahiert.

Anzahl Arbeitstage pro Woche	1	2	3	4	5	6	7
f _{WT}	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4

Tage

Werden Tätigkeiten nicht über das gesamte Jahr ausgeübt, dann muss die Anzahl der Tage für den Tätigkeitszeitraum über den Montage-/Saisonfaktor f_{MS} und den Jahreszeitfaktor f_{JZ} berücksichtigt werden. Dies kann beispielsweise der Fall sein für Saisonarbeit (z. B. Spargelstechen, Skikurse), einen Wechsel der Tätigkeit innerhalb eines Jahres oder einen Wechsel des Einsatzortes (z. B. Montagearbeit im Ausland). Die Faktoren f_{MS} und f_{JZ} stehen in direkter Verbindung und bedingen sich gegenseitig. Wird einer der beiden Faktoren verwendet, ist der andere zwingend auf 1,0 zu setzen. Bei der Verwendung dieser Faktoren ist zu beachten:

f_{MS} (Montage-/Saisonfaktor)

Wird eine Tätigkeit nicht über das gesamte Jahr ausgeübt, dann kann mit diesem Faktor der entsprechende Anteil angegeben werden. Der Faktor ist zu nutzen, wenn die Angabe pauschal erfolgt, ohne dass die genauen Monate des Jahres bekannt sind.

Tabelle 2: Abhängigkeit des Faktors f_{MS} von der Anzahl der zu berücksichtigenden Monate. Die Arbeitszeit von einem Jahr ist der Normalfall. Anteilig wird pro Monat geringerer Tätigkeit 1/12 abgezogen.

Anzahl Monate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
f_{MS}	0,08	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,67	0,75	0,83	0,92	1,0

f_{JZ} (Jahreszeitenfaktor)

Ist der genaue Zeitraum der Tätigkeit innerhalb eines Jahres bekannt, dann kann der veränderte Sonnenstand (und damit die Bestrahlung) mithilfe dieses Faktors definiert werden. Theoretisch ist der Jahreszeitenfaktor Breitengradabhängig und die in Tabelle 3 genannten Werte sind gültig für Länder um den 50. Breitengrad (z. B. Deutschland). Um eine Pseudogenauigkeit zu verhindern, wird die Tabelle jedoch derzeit für alle Orte auf der Welt verwendet. Genauere Aussagen hierzu sind Gegenstand von Forschung. Wird die Tätigkeit mehrere Monate lang ausgeübt, dann ergibt sich der für f_{JZ} einzusetzende Wert durch die Addition der Einzelwerte. Bei Tätigkeiten in der südlichen Hemisphäre (Südhalbkugel) sind jahreszeitlich verschobene Werte zu verwenden.

Tabelle 3: Der Jahreszeitenfaktor f_{JZ} .

Um eine über mehrere Monate andauernde Beschäftigung zu berücksichtigen, werden die Einzelwerte der Monate addiert. Bei Tätigkeiten auf der Südhalbkugel müssen die um ein halbes Jahr verschobenen Jahreszeiten berücksichtigt werden (Daten nach [2]).

Monat	Jahreszeitfaktor f_{JZ}			
	Nordhalbkugel		Südhalbkugel	
Januar	0.015	(1,5 %)	0.170	(17,0 %)
Februar	0.025	(2,5 %)	0.140	(14,0 %)
März	0.055	(5,5 %)	0.090	(9,0 %)
April	0.100	(10,0 %)	0.045	(4,5 %)
Mai	0.150	(15,0 %)	0.015	(1,5 %)
Juni	0.185	(18,5 %)	0.010	(1,0 %)
Juli	0.170	(17,0 %)	0.015	(1,5 %)
August	0.140	(14,0 %)	0.025	(2,5 %)
September	0.090	(9,0 %)	0.055	(5,5 %)
Oktober	0.045	(4,5 %)	0.100	(10,0 %)
November	0.015	(1,5 %)	0.150	(15,0 %)
Dezember	0.010	(1,0 %)	0.185	(18,5 %)
Gesamtes Jahr	1,0	(100 %)	1,0	(100 %)

Arbeitsschichten

Tätigkeiten werden oftmals als geleistete Schichten angegeben. Um sie in die Formel (3b) zu übernehmen, wird der Arbeitsschichten-Faktor (f_{AS}) verwendet. Dieser ersetzt dann alle Faktoren, die sich auf Tage oder Wochen beziehen (f_{WT} , f_{MS} und f_{JZ}). *Der mathematische Zusammenhang hierzu lautet $f_{AS} \equiv f_{WT} \cdot f_{MS} \cdot f_{JZ}$.*

Der Faktor gibt das Verhältnis der geleisteten Arbeitsschichten bei einer bestimmten Tätigkeit pro Jahr zur Referenzanzahl von 230 Schichten pro Jahr an. Um den zu verwendenden Faktor zu berechnen, muss der Quotient zwischen den tatsächlich geleisteten Schichten pro Jahr und der Referenzanzahl Arbeitsschichten pro Jahr gebildet werden:

$$f_{AS} = \frac{\text{Anzahl der geleisteten Schichten bei einer bestimmten Tätigkeit pro Jahr}}{\text{Referenzanzahl der Schichten pro Jahr (230)}}$$

Beispiel: Ein Betonarbeiter hat im Jahr 115 Arbeitsschichten mit der bestimmten Tätigkeit „Gießen von Betonflächen im Hochbau“ verbraucht. Daraus ergibt sich für den Arbeitsschichten-Faktor:

$$f_{AS} = \frac{115}{230} = 0,5$$

Hinweise: Die Referenzanzahl der Schichten pro Jahr ist zurzeit festgelegt auf 230, da diese mit dem Referenzwert der Bestrahlung $H_b/a(\text{ref})$ korrespondiert.

Stunden

Tätigkeiten, die nicht ganztägig im Freien durchgeführt werden, können mithilfe der Stundenfaktoren berücksichtigt werden. Die beiden Faktoren f_b und f_{TZ} bedingen sich gegenseitig, insbesondere in folgender Situation:

Bei der Betrachtung der täglichen Expositionszeit (beispielsweise „hat fünf Stunden im Freien gearbeitet“) kann **entweder** – bei genauer Kenntnis der tatsächlichen Arbeitszeiten – der Tageszeitfaktor f_{TZ} **oder** der Faktor f_b als Pauschalangabe verwendet werden.

f_b

Dieser Faktor dient dazu, Anteile der Arbeitszeit im Freien anzugeben, wenn diese nicht konkret auf bestimmte Stunden am Tag bezogen werden können. Wird die Tätigkeit während der gesamten Arbeitszeit im Freien ausgeführt, ist der Faktor gleich 1,0. Zeitlich nicht spezifizierte Teilzeitarbeit wird ebenfalls mit diesem Faktor berücksichtigt (beispielsweise: vier Stunden pro achtstündigem Tag, aber nicht immer zur selben Tageszeit, würde zu $f_b = 0,5$ führen).

f_{TZ} (Tageszeitfaktor)

Ist der genaue Zeitraum der Arbeit im Freien am Tag bekannt, dann kann dies mithilfe des Tageszeitfaktors (Tabelle 4) berücksichtigt werden. Hier wird der Tatsache Rechnung getragen, dass sich die Intensität der UV-Strahlung über den Tag mit den unterschiedlichen Sonnenständen ändert. Genau genommen ändert sich der Tageszeitfaktor täglich mit der Änderung der Jahreszeit. Für die Genauigkeit der Ermittlung reicht es jedoch völlig aus (Fehler $\leq 10\%$), wenn man zwischen Sommer- und Winterzeit unterscheidet und entsprechende Faktoren verwendet. Wird die Tätigkeit über mehrere Stunden hinweg ausgeübt, dann ergibt sich der einzusetzende Wert für f_{TZ} als Addition der Einzelwerte.

Für Expositionszeiten von acht Stunden pro Tag, die etwa gleich verteilt um die Mittagszeit liegen, wird ein Tageszeitfaktor von 1,0 angesetzt.

Liegt eine ganzjährige Beschäftigung vor, dann werden ausschließlich die Tageszeitfaktoren der Sommerzeit verwendet. Es ist in diesem Fall nicht notwendig, zwischen Sommer- und Winterzeit zu unterscheiden, da die maßgebende Bestrahlung ohnehin in der Sommerzeit akquiriert wird.

Tabelle 4: Der Tageszeitfaktor f_{Tz} für Stundenintervalle eines Tages.

Als Grundlage dient der achtstündige Arbeitstag, der in etwa gleich verteilt um die Mittagszeit angesetzt wird. Um eine Beschäftigung über mehrere Stunden zu berücksichtigen, werden die Einzelwerte der Stunden addiert. Dabei ist eine übliche Pause von einer Stunde zu beachten, sodass beispielsweise ein achtstündiger Arbeitstag zu einer Anwesenheit von neun Stunden führt (Daten verändert, Original nach [2]).

Uhrzeit	Tageszeitfaktor f_{Tz}	
	Sommerzeit (MESZ)* 01.04. bis 31.10.	Winterzeit (MEZ)* 01.11. bis 31.03.
07:00 – 08:00		
08:00 – 09:00	0,05 (0,03 physik.)	
09:00 – 10:00	0,07 (0,05 physik.)	0,07 (7,0 %)
10:00 – 11:00	0,12 (0,10 physik.)	0,14 (14,0 %)
11:00 – 12:00	0,14 (0,12 physik.)	0,19 (19,0 %)
12:00 – 13:00	0,17 (0,15 physik.)	0,20 (20,0 %)
13:00 – 14:00	0,17 (0,15 physik.)	0,17 (17,0 %)
14:00 – 15:00	0,15 (0,13 physik.)	0,12 (12,0 %)
15:00 – 16:00	0,12 (0,10 physik.)	0,06 (6,0 %)
16:00 – 17:00	0,10 (0,08 physik.)	
17:00 – 18:00	0,07 (0,05 physik.)	
18:00 – 19:00	0,05 (0,03 physik.)	
Achtstündiger Arbeitstag	1,0 (100 %)	1,0 (100 %)

*) Gilt für die Nordhalbkugel. Auf der Südhalbkugel sind Sommer- und Winterzeit um ein halbes Jahr verschoben. Dies muss bei der Betrachtung etwaiger Arbeitszeiten auf der Südhalbkugel beachtet werden.

Etwaige Mehrarbeit an einem regulären Arbeitstag muss nicht berücksichtigt werden. Ein regulärer Arbeitstag von acht Stunden entspricht in der Realität einem neunstündigen Aufenthalt bei Berücksichtigung der Arbeitspausen. Für die Beurteilung muss man aber die

physikalische Verteilung der Bestrahlung an einem Tag zugrunde legen. Der Anteil der Bestrahlung, der maximal durch eine zweistündige Mehrarbeit erreicht werden könnte, wäre etwa 0,08 (entspricht 8 %) der tagesmöglichen Bestrahlung, bei einstündiger Mehrarbeit 0,05 (5 %). Dieser Anteil ist im Hinblick auf die Gesamtrechnung zu vernachlässigen, auch mit Blick auf die Genauigkeit bei der Anamneseerhebung.

4.2 Geographische Faktoren

Mithilfe der geographischen Faktoren lassen sich der veränderte Sonnenzenit und die damit verbundene Änderung der Bestrahlungsstärke in anderen Breitengraden (f_{Lat}), die geringere Absorption der Atmosphäre durch die geringere Luftmasse bei größerer Höhe ($f_{\text{Höhe}}$) sowie die erhöhte Bestrahlung durch Reflexion an Oberflächen (f_{Reflex}) berücksichtigen. Diese Faktoren sind voneinander unabhängig und bedingen sich nicht gegenseitig.

f_{Lat} (Breitengradfaktor)

Bei Tätigkeiten außerhalb Deutschlands (beispielsweise Montagearbeiten, Auslandsdienstreisen) muss die veränderte Bestrahlung berücksichtigt werden (Tabelle 5). Die Bestrahlungsstärke der Sonne auf der Erde ist abhängig vom Winkel des Sonnenstandes. Dieser wird durch den Breitengrad auf dem Globus dargestellt. Bewegt man sich auf den Äquator zu, dann erhöht sich die Bestrahlungsstärke im Vergleich zu Deutschland, in Richtung des Nordpols nimmt die Bestrahlungsstärke ab. Als Referenzwert wird der Breitengradfaktor in Deutschland mit 1,0 festgesetzt. Die Faktoren gelten entsprechend auch auf der Südhalbkugel.

Es wird festgelegt, dass Tätigkeiten in nördlicheren Gebieten (höher als der 55. Breitengrad) ebenfalls mit 1,0 bewertet werden. Für Ermittlungen bei Tätigkeiten innerhalb der Polarkreise ($> 66^\circ \text{ N}$ oder $> 66^\circ \text{ S}$) müssen gesonderte Regelungen getroffen werden, da sich dort die Tageslänge drastisch ändert. Wenden Sie sich in solchen Fällen bitte direkt an das IFA.

Die Breitengrade der Einsatzorte sind beispielsweise bei Wikipedia (<http://de.wikipedia.org>) zu ermitteln.

Tabelle 5: Breitengradfaktor f_{Lat} in Abhängigkeit von der geographischen Breite.

Die Daten gelten sowohl für die Nordhalbkugel ($^\circ \text{N}$) als auch für die Südhalbkugel ($^\circ \text{S}$).

Geographische Breite (LAT) N/S in $^\circ$	Breitengradfaktor f_{Lat}
> 66	Sonderregelung
41 bis 66	1,0
31 bis 40	1,9
21 bis 30	2,4
11 bis 20	3,3
0 bis 10	3,8

$f_{\text{Höhe}}$ (Höhenfaktor)

Tätigkeiten in großer Höhe über dem Meeresspiegel können mithilfe des Höhenfaktors berücksichtigt werden. Je höher man steigt, desto geringer ist die Luftmasse oberhalb des Tätigkeitsortes und entsprechend höher ist die Bestrahlungsstärke der Sonne an diesem Ort (Tabelle 6). Dies ist beispielsweise für Bergführer und Bergführerinnen von Relevanz, aber auch bei Montagearbeiten im Ausland. Für Deutschland gilt ein Höhenfaktor von 1,0 – mit Ausnahme der Alpen, des Schwarzwaldes und des Brocken (Harz).

Die Höhe des Tätigkeitsortes über dem Meeresspiegel lässt sich beispielsweise durch Google-Maps-Koordinaten (<http://www.mapcoordinates.net>) feststellen.

Tabelle 6: Abhängigkeit des Höhenfaktors $f_{\text{Höhe}}$ von der Höhe über dem Meeresspiegel. Pro 1000 m Höhe werden 10 % zusätzliche UV-Bestrahlung angesetzt (Daten modifiziert nach Ambach et al 1994, BAG 2006).

Höhe über Meeresspiegel (NN) in m	Höhenfaktor $f_{\text{Höhe}}$
0 bis 1000	1,0
1001 bis 2000	1,1
2001 bis 3000	1,2
3001 bis 4000	1,3

f_{Reflex} (Reflexionsfaktor)

Der Reflexionsfaktor (Tabelle 7) berücksichtigt zusätzlich die durch reflektierende Oberflächen auftretende Bestrahlung. Bei der Ermittlung ist zu unterscheiden, ob die Beschäftigten während ihrer Tätigkeit ausschließlich oder zusätzlich zur direkten Bestrahlung auch durch die Reflexionsstrahlung exponiert sind. Der Faktor f_{Reflex} bestimmt sich daher als Summe aus 1,0 (direkte Strahlung) plus Reflexivität des umgebenden Materials. In der Referenzbestrahlung (siehe $H_b/a(\text{ref})$ auf Seite 13) sind bereits unspezifische Anteile von reflektierenden Oberflächen vorhanden. Daher ist die zusätzliche Reflexion nur zu beachten, wenn die Reflexion $\geq 30\%$ beträgt (entspricht $f_{\text{Reflex}} \geq 0,3$ bzw. 1,3) und die Tätigkeit überwiegend auf dieser Oberfläche stattgefunden hat.

Einige Werte können in Anlehnung an [3] verwendet werden. Dabei sind alle Werte, die unter dem 30%-Kriterium liegen, als informativ anzusehen. Weitere Werte sollen noch erarbeitet werden.

Tabelle 7: Reflexionsfaktor f_{Reflex} entsprechend IARC [3].

Werte bis zu einer Reflexivität von 30 % bei nur intermittierender Tätigkeit auf der genannten Oberfläche sind rein informativ und nicht zu berücksichtigen, da angenommen wird, dass diese Größenordnungen bereits bei der Referenzbestrahlung $H_b/a(\text{ref})$ berücksichtigt sind.

Material	f_{Reflex}	f_{Reflex}
	direkt und reflektiert	nur reflektiert
Schnee, zwei Tage alt	1,50	0,50
Schnee, frisch	1,88	0,88
Informative Werte		
Bürgersteig aus Beton	1,1	0,1
Asphalt	1,05	0,05
Wandfarbe, weiß, Metalloxid	1,22	0,22
Aluminium, matt	1,13	0,13
Bootsdeck, Fiberglas	1,09	0,09
Wellige Meeresoberfläche	1,25	0,25
Weißer Sand, trocken und hell	1,18	0,18
Gras	1,05	0,05

4.3 Persönliche Faktoren

Mithilfe der persönlichen Faktoren ist es möglich, die Bestrahlung auf die verschiedenen Körperstellen umzurechnen ($f_{\text{Körp}}$, Tabelle 8) oder den Einfluss von getragener Schutzausrüstung zu berücksichtigen (f_{Schutz}). Diese Faktoren sind voneinander unabhängig und bedingen sich nicht gegenseitig.

$f_{\text{Körp}}$ (Körperstellenfaktor)

Die Einwirkung der UV-Strahlung auf die Körperoberfläche hängt von deren Auftreffwinkel ab. Daher sind die verschiedenen Körperareale unterschiedlich exponiert. Soll die Bestrahlung einer Körperstelle mit einer anderen verglichen werden oder die Exposition einer

Körperstelle durch verschiedene Quellen verrechnet werden, muss die Bestrahlung auf die betreffende Körperstelle umgerechnet werden. Der Körperstellenfaktor beschreibt das Verhältnis der mittleren Exposition an der erkrankten Stelle in Bezug auf die Brustposition. Betrachtet man ausschließlich Expositionen durch eine einzige Quelle (beispielsweise Sonne), dann kann der Körperstellenfaktor auf 1,0 gesetzt werden, da sich dieser Faktor bei der Bildung des Quotienten mit der privaten Exposition hinauskürzt. Wird der Körperstellenfaktor nicht gleich 1,0 gesetzt, muss er identisch in die Berechnung der privaten Exposition eingehen.

Bemerkung: Bis auf Weiteres ist der Körperstellenfaktor bei den Berechnungen auf 1,0 zu setzen.

Tabelle 8: Körperstellenfaktor $f_{\text{körp}}$ für verschiedene Stellen des Körpers. Daten nach [1]. Für Körperstellenfaktoren, die mit tbd („to be determined“) markiert sind, fehlen noch die realen Werte.

Körperstelle	Körperstellenfaktor $f_{\text{körp}}$
Stirn	1,50
Schläfe	tbd
Wange	tbd
Kinn	tbd
Nasenrücken	tbd
Ohr oben	tbd
Ohr hinten	tbd
Kopf/oben	3,30
Kopf/hinten	1,30
Nacken	1,70
Schulter	1,50
Rücken/unterer	0,80
Brust	1,00
Bauch	0,70
Oberarm/außen	1,00
Handgelenk/außen	1,20

Körperstelle	Körperstellenfaktor $f_{\text{körp}}$
Handgelenk/innen	0,80
Oberschenkel/vorn	1,00
Oberschenkel/hinten	0,50
Wade/hinten	0,60
Fußrücken	1,90

f_{Schutz} (Einflussfaktor von Schutzmaßnahmen)

Dieser Faktor ist anzuwenden, wenn eine Schutzmaßnahme durch Aussage der versicherten Person eindeutig belegt worden ist. Nicht nur Persönliche Schutzausrüstungen (PSA) oder textile Schutzmaßnahmen, sondern auch andere Schutzmechanismen (z. B. Glasscheiben oder Führerkabinen von Fahrzeugen) können hier eingehen. Zurzeit ist mangels Forschungsergebnissen ein entsprechendes Kataster nicht vorhanden. Für die Definition des Schutzfaktors gilt: Ein Faktor 0 kommt nur in Frage, wenn an der Lokalisation der Erkrankung eine Schutzmaßnahme eindeutig belegt wurde. Wurde keine Schutzmaßnahme belegt, ist der Faktor gleich 1,0 zu setzen.

Die Verwendung von Schutzmaßnahmen kann insbesondere für die Exposition des Kopfes von Bedeutung sein. Gibt die versicherte Person an, arbeitstäglich oder abschnittsweise eine Kopfbedeckung getragen zu haben, ist deren Form für den Schutz der einzelnen Kopfbereiche entscheidend. Bis zum Vorliegen weiterer Forschungsergebnisse sollte im Sinne der versicherten Person die Konvention verwendet werden, dass nicht bedeckte Haut auch nicht geschützt war. Dies gilt beispielsweise für die Stirn unter der Hutkrempe, oder aber auch für die Ohren. „Wenn man eine Körperstelle sehen kann, ist sie nicht geschützt ($f_{\text{Schutz}} = 1,0$)“.

Eindeutig belegte Schutzmaßnahmen sind zurzeit als Einzelfallbeurteilung in ihrer Wirksamkeit zu betrachten und zu berücksichtigen. Dabei sind auch Zwischenwerte, die bestenfalls als Kataster vorliegen, als Abschätzung verwendbar. Beispiele hierfür können sein:

- die versicherte Person gibt an, dass die Schutzmaßnahme nur zu einem gewissen Zeitanteil verwendet wurde
- die Schutzmaßnahme schützt augenscheinlich nicht ausreichend
- die Exposition in Fahrzeugen.

Bemerkung: Verwendet man den UPF (UV protection factor), der teilweise auf Kleidung angegeben wird, dann errechnet sich der Schutzfaktor f_{Schutz} als Kehrwert aus dem UPF ($f_{\text{Schutz}} = 1/\text{UPF}$).

H_{b/a}(ref) (Referenzwert)

Als Jahres-Referenzwert für die ganzzeitig in Deutschland im Freien Beschäftigten wird ein Wert von **300 SED** (SED: Standarderythemdosis, 1 SED = 100 J/m² erythemgewichtete Bestrahlung) festgelegt. Dieser Wert entstammt der Forschung zu personendosimetrischen Untersuchungen von Tätigkeiten im Freien [4] und gilt für die Brustposition. Aus der Natur der Daten lässt sich ableiten, dass in diesen Wert bereits ein für Deutschland üblicher Wittereinfluss eingegangen ist.

Der Wert von 300 SED wurde abgeleitet aus der im Forschungsprojekt F 1777 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) gemessenen arbeitsbedingten Jahresbestrahlung der am stärksten belasteten Gruppe der Bauarbeiter [4]. Aus dieser Gruppe wurde wiederum der Maximalwert der arbeitsbedingten Exposition eines Probanden (270 SED) verwendet, der offensichtlich mit der geringsten Verschattung (Bauwerke, Wetter) belegt ist. Dem Maximalwert wurde ein Sicherheitsfaktor von 10 % hinzugefügt. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Technischen Information gilt der Referenzwert H_{b/a}(ref) als wissenschaftlich gesicherter Wert für die maximale Bestrahlung, der die Beschäftigten in hiesigen Breitengraden und bei nahezu ausschließlicher Tätigkeit im Freien ausgesetzt sind. In Zukunft kann eine Anpassung dieses Wertes aufgrund neuerer Forschungserkenntnisse notwendig werden.

H_{b/a}(ref) ist nicht mit dem Durchschnittswert von 170 SED aus [5] zu verwechseln. Es handelt sich um zwei völlig unterschiedliche Werte.

5 Berechnung der privaten Exposition bei beruflichem Aufenthalt im Ausland

Zurzeit ist die jährliche nicht versicherte UV-Exposition entsprechend dem Forschungsprojekt 07UVB54C/3 [1] als Konvention auf 130 SED (**H_{p/a}(ref)**) festgelegt. Dies gilt für Beschäftigte, die zu jeder Zeit in Deutschland im Rahmen einer üblichen Fünf-Tage-Woche tätig gewesen sind. In diesem Wert von 130 SED sind sowohl Wochentagfreizeitexpositionen, Wochenendexpositionen sowie Urlaubsexpositionen als Mittelwert der Exposition der Bevölkerung in Deutschland enthalten.

Für Beschäftigte in Deutschland wird die nicht versicherte Lebenszeitbestrahlung wie unter „3 Grundsätzliches“ auf Seite 1 beschrieben – berechnet. Dieser Teil der nicht versicherten Lebenszeitexposition ändert sich nicht, auch nicht bei Wochenendarbeit. Daher ist grundsätzlich für die Berechnung des minimal notwendigen beruflichen Anteils H_{b, min} der auf Seite 2 beschriebene Rechenvorgang zu verwenden. Hierzu kommen noch versicherte Expositionen aus Berufstätigkeit, z. B. Selbstständigkeit ohne freiwillige Selbstversicherung.

Etwas anders verhält es sich bei versicherten Auslandsaufenthalten, beispielsweise Montagearbeiten, bei denen auch Wochenenden am Beschäftigungsort verbracht werden müssen. Sofern einer der geographischen Faktoren des Beschäftigungsortes mit einem Wert verschieden von 1 anzunehmen ist, kommt es zu einer höheren bzw. niedrigeren nicht versicherten Exposition, als es in Deutschland zur selben Zeit der Fall gewesen wäre. In diesem Fall wird diese Differenz H_p^{Diff}/a zur versicherten Bestrahlung hinzuaddiert. H_p^{Diff}/a kann dabei sowohl positive (bei $f_{Lat} > 1$) oder negative Werte ($f_{Lat} < 1$) annehmen. Die Werte von f_{Lat} sind Tabelle 5 zu entnehmen.

$$H_p^{Diff}/a = f_{WE} \cdot f_{MS} \cdot f_{JZ} \cdot f_{Körp} \cdot (f_{Lat} \cdot f_{Höhe} \cdot f_{Reflex} - 1) \cdot H_p/a(ref) \quad (4)$$

Mit dieser Formel wird die Differenz aus der tatsächlichen Exposition und der in Deutschland stattfindenden Exposition gebildet. Genau diese berechnete Differenz wird der versicherten Exposition zugeschlagen.

Bemerkung: Bis auf Weiteres ist der Körperstellenfaktor in jedem Fall auf 1,0 zu setzen.

f_{WE} (Wochenendfaktor)

Analog zum Wochentagfaktor f_{WT} zur Berechnung der versicherten Bestrahlung, der die Anzahl der mit Arbeit verbrachten Wochentage widerspiegelt, bietet der Wochenendfaktor die Möglichkeit, die Anzahl der tatsächlichen Freizeittage in der Woche zu berücksichtigen.

Die Mehrarbeit an einem regulären Arbeitstag muss nicht berücksichtigt werden. Ein regulärer Arbeitstag von acht Stunden entspricht in der Realität einem neunstündigen Aufenthalt bei Berücksichtigung der Arbeitspausen. Für die Beurteilung muss man aber die physikalische Verteilung der Bestrahlung an einem Tag zugrunde legen (siehe Tabelle 4). Der Anteil der zusätzlichen Freizeitbestrahlung, der bei einem regulären Arbeitstag erreicht werden könnte, wäre etwa 0,08 (entspricht 8 %) der tagesmöglichen Bestrahlung, bei einständiger Mehrarbeit 0,05 (5 %), bei zweistündiger Mehrarbeit 0,0. Dieser Anteil ist im Hinblick auf die Gesamtrechnung zu vernachlässigen, auch mit Blick auf die Genauigkeit bei der Anamneseerhebung.

Das bedeutet im Einzelnen für die beiden Extremwerte (siehe Tabelle 9): Arbeitet eine versicherte Person sieben Tage pro Woche, wird ihr keine nicht versicherte erworbene Exposition zur versicherten erworbenen hinzuaddiert, da die Mehrexposition bereits bei der versicherten Bestrahlung miterfasst wurde und keine nennenswerte Bestrahlung in der Freizeit stattgefunden haben kann. Arbeitet eine versicherte Person fünf Tage pro Woche, wird ihr die volle Differenz der nicht versicherten erworbenen Exposition zur möglichen Exposition in Deutschland aufseiten der versicherten Exposition zugeschlagen.

Tabelle 9: Abhängigkeit des Wochenendfaktors f_{WE} von der Anzahl der tatsächlichen Freizeittage am Wochenende.

Anzahl Freizeittage pro Woche	2	1	0
f_{WE}	1,0	0,5	0

Beispiel: Herr N. arbeitet in Somalia arbeitstäglich neun Stunden, und zwar sechs Tage pro Woche. Er beginnt morgens um 8 Uhr. Damit ist er täglich von 8 bis 18 Uhr auf der Baustelle, da er eine Stunde Pause macht. Blickt man in Tabelle 4, so wäre für die Stunde Freizeit von 18 bis 19 Uhr ein Faktor von 0,03 (3 %) zu berücksichtigen, der aber vernachlässigt werden kann. Aufgrund des freien Tages am Wochenende ist also $f_{WE} = 0,5$ (siehe Tabelle 9) zu wählen.

(Mathematische) Bemerkung:

Eigentlich müssten sich der Wochentagfaktor f_{WT} und der Wochenendfaktor f_{WE} direkt aus der Länge einer Woche (sieben Tage) ergeben. Dies ist aber nicht der Fall, da sich die Faktoren jeweils multiplikativ auf eine unterschiedliche Basis beziehen (f_{WT} auf 300 SED und f_{WE} auf 130 SED).

6 Berücksichtigung von Zeiten als nicht versicherter, selbstständiger Unternehmer

Bei einigen Biografien kommt es vor, dass eine versicherte Person einige Zeit selbstständig gearbeitet hat und damit – je nach Satzung des zuständigen Unfallversicherungsträgers – nicht in der gesetzlichen Unfallversicherung versicherungspflichtig gewesen ist.

In diesem Fall muss die beruflich erworbene Bestrahlung – wie in Kapitel 4 und 5 beschrieben – bestimmt werden. Dieser Anteil wird dann dem nicht versicherten Anteil, der in Kapitel 3 unter Formel (1) beschrieben ist, hinzuaddiert. Die Gesamtsumme bildet dann die Grundlage zur Bestimmung des minimal nötigen Anteils, der zum Vorliegen der arbeits-technischen Voraussetzungen für die Anerkennung einer Berufskrankheit gegeben sein muss (Formel (2)).

7 170 SED oder 300 SED?

Im Rahmen der Diskussionen kam verschiedentlich die Frage auf, warum an einigen Stellen von 170 SED gesprochen wird, bei den Ermittlungsinstrumenten für die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung jedoch 300 SED angesetzt werden. Hierbei handelt es sich um zwei Werte, die nichts miteinander gemein haben. Dies ist in den folgenden Abschnitten erläutert.

7.1 Zum Verdopplungsrisiko

Zurzeit wird davon ausgegangen, dass es durch die versicherte Tätigkeit zu einer Risikoverdopplung im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung kommen muss, um § 9 SGB VII Genüge zu tun. Dies ist nach *Drexler* und *Diepgen* (2000) dann der Fall, wenn zu der durchschnittlichen Exposition der Allgemeinbevölkerung von 130 SED attributiv 40 % durch versicherte Expositionen hinzukommen. Man stützt sich hierbei auf eine Studie von *Schaart* [6], die eine über-additive Dosis-Wirkungs-Beziehung beschreibt: Eine einprozentige Zunahme der biologisch wirksamen UV-Bestrahlung führe zu einer Zunahme der Plattenepithelkarzinome der Haut um 2,5 %. Daher führen 40 % Zunahme der Exposition zu 100 % erhöhtem (sprich verdoppeltem) Risiko für Plattenepithelkarzinome.

7.2 Zur Exposition von Beschäftigten im Freien (Outdoor-Worker)

Schothorst [7] gibt für die UV-Bestrahlung von Beschäftigten im Freien einen Wert von 450 MED (MED, minimale Erythemdosis: 1 MED ist die vom Hauttyp abhängige Bestrahlung, bei der mit dem Beginn eines Sonnenbrandes zu rechnen ist) an, wohingegen im Innenbereich Beschäftigte eine UV-Bestrahlung von 200 MED erfahren. Auch wenn es sich nicht eindeutig ableiten lässt, wurden diese Bestrahlungen während der Arbeitszeit wahrscheinlich durch Polysulfonfilm-Messungen ermittelt.

Diffey [8] findet aus verschiedenen Studien zur Messung der individuellen Exposition mittels Polysulfonfilm, dass Beschäftigte im Innenbereich im Mittel etwa ein Drittel der Exposition einer außen beschäftigten Person erfahren. Anders ausgedrückt: Außenbeschäftigte sind gegenüber Innenbeschäftigten dreifach exponiert. Es wird ausdrücklich beschrieben, dass diese Werte sowohl Wochentag- als auch Wochenendexpositionen enthalten, nicht jedoch Urlaubsexpositionen.

Zusammengefasst kann man im Hinblick auf die vorliegenden Studien feststellen, dass Außenbeschäftigte zwischen zwei- und dreimal so stark exponiert sind wie Innenbeschäftigte. Dies hat aber nichts mit dem Verdopplungsrisiko an sich zu tun, da sich dieses – wie oben beschrieben – aus dem Verhältnis von arbeitsbedingter zu nicht arbeitsbedingter Einwirkung ergibt.

Bezieht man die Untersuchungen von *Knuschke* [4] in die Berechnung der Expositionen mit ein, so ergibt sich ein konsistentes Bild. Nimmt man die Jahreswerte von Innenbeschäftigten für Wochentage (fast ausschließlich bestehend aus der Bestrahlung während der Wege von und zur Arbeit, da im Innenraum nahezu keine Bestrahlung auftritt) und Wochenende entsprechend der Vorgehensweise bei *Diffey* (aus [8], Tabelle 4.3, Seite 76), dann ergibt sich ein Wert von 80 SED für die versicherte Bestrahlung. Mit der angenommenen Überhöhung von 3,0 folgt daraus eine Exposition von 240 SED für Außenbeschäftigte, was sehr gut mit dem von *Knuschke* [4] gemessenen Wert von 270 SED für Bauarbeiter korreliert, wenn man mögliche Fehlerquellen bei den Messungen etc. in den verschiedenen Studien mit bedenkt (20 % Messfehler bei Innenraumbeschäftigten würden einen Wertebereich für Außenbeschäftigte von 186 bis 288 SED aufspannen).

Bei der Gruppe der Bauarbeiter handelt es sich bei den Untersuchungen von *Knuschke* [4] um diejenigen Beschäftigten, die über das Jahr gemittelt die größte UV-Strahlungsexposition akquiriert haben. In die Messung eingeflossen sind dabei auch veränderliche Wetterlagen, ein gewisses Maß an Verschattung, z. B. durch Gebäude und individuelle Bewegung des Körpers gegenüber der Strahlungsquelle. Nimmt man die Versuchsperson mit der höchsten Exposition dieser Studie und rechnet einen Sicherheitsfaktor (bedingt durch Messungenauigkeiten etc.) von 10 % hinzu, erhält man 300 SED als Referenz zur Bezugnahme bei der Berechnung der individuellen UV-Strahlungsexposition.

Diese Referenzexposition $H_b/a(\text{ref})$ ist der Ausgangswert, der mithilfe individuell spezifizierbarer Faktoren auf die tatsächliche Exposition H_b/a umgerechnet wird. Diese kann höher (z. B. bei der Seefahrt) oder auch niedriger sein (z. B. für Kindergartenpersonal, Fensterputzer und Fensterputzerinnen) als der Referenzwert. Summiert man über alle Beschäftigungsjahre, erhält man die berufliche Lebenszeitbestrahlung H_b .

7.3 Bezug zur Allgemeinbevölkerung

Es ist allerdings nicht notwendig, so stark wie Beschäftigte auf der Baustelle im Sinne des Projekts F 1777 exponiert zu sein, um die arbeitstechnischen Voraussetzungen für das Vorliegen einer Berufskrankheit zu erfüllen. Setzt man für die durchschnittliche Jahresexposition einer im Außenbereich beschäftigten Person eine Bestrahlung von 170 SED an, wie in [5] ausgeführt, dann kann man als Richtwerte die in Tabelle 11 angegebenen Zahlen zugrunde legen.

Tabelle 11: Richtwerte der beruflichen Bestrahlung in Abhängigkeit vom Alter.

Alter in Jahren	50	60	70	80
Gesamte nicht versicherte Exposition H _p (SED)	6500	7800	9100	10400
40 % (SED)	2600	3100	3640	4160
Entspricht bei 170 SED/a einer versicherten Arbeitszeit von (Jahren)	15	18	21	24

Das würde bedeuten, dass 60-jährige Außenbeschäftigte mindestens 18 Jahre lang durchschnittlich eine Exposition von 170 SED pro Jahr akquirieren müssten, um das Verdopp- lungskriterium zu erreichen. Damit wären die arbeitstechnischen Voraussetzungen für das Vorliegen einer Berufskrankheit gegeben.

§ 9 Abs. 1 SGB VII setzt voraus, dass nach neueren Erkenntnissen der medizinischen Wis- senschaft besondere Personengruppen aufgrund ihrer arbeitsbedingten besonderen Belas- tung bzw. Einwirkung in erheblich höherem Grade dem Risiko einer Erkrankung ausgesetzt sind als die sogenannte übrige Bevölkerung. Dabei wird kein Vergleich zwischen arbeitsbed-ingt unterschiedlich stark exponierten Personengruppen angestellt. Vielmehr dient als Referenzgruppe die sogenannte übrige Bevölkerung, zu der auch Kinder, Hausfrauen und -männer, Rentner und Rentnerinnen und beispielsweise Arbeitslose zählen. Mit den schon zuvor genannten Studien dürfte belegt sein, dass Personen, bei denen zur privaten UV- Einwirkung attributiv wenigstens 40 % durch die versicherte UV-Einwirkung hinzukommen, zu der besonderen Personengruppe im Sinne von § 9 Abs. 1 SGB VII zählen. Ob darüber hinaus in jedem Einzelfall die notwendige Individualkausalität zwischen der nachgewiesenen arbeitsbedingten UV-Exposition und den festgestellten Krankheitsbildern als wahrscheinlich nachzuweisen ist, wird im BK-Verfahren durch medizinische und juristische Bewertungen zusätzlich zu prüfen sein.

Die Messung der Exposition von Beschäftigten erfolgte in der Vergangenheit mithilfe ver- schiedener Methoden. Einige Veröffentlichungen sind bislang erschienen (*Thieden et al.*) [8, 1, 2, 4] und werden hier als Referenz herangezogen. Alle Messungen ergaben eine ge- wisse Streuung in den Bestrahlungen für gleiche Berufsgruppen (bspw. Gärtner und Gärt- nerinnen), ebenso Streuungen bei den Bestrahlungen verschiedener Berufsgruppen an sich.

Geht man von einer durchschnittlichen Bestrahlung der Außenbeschäftigten (alle Tätigkei- ten) von 170 SED aus, dann kommt man über die o. g. Betrachtungen zu den „Outdoor- Jahren“, wie sie bei *Drexler* [5] zu finden sind.

8 Bezug zur Strahlung künstlicher Quellen

Zurzeit wird diskutiert, inwiefern die Bestrahlung durch künstliche Quellen mit der Bestrah- lung durch die Sonne in Beziehung gesetzt werden kann. Diese Frage wird an anderer Stelle noch einmal aufgegriffen. Diese Information bezieht sich ausschließlich auf die BK-Ermittlung in Fällen von Expositionen gegenüber natürlicher Strahlung.

9 Literaturhinweise

- [1] *Knuschke, P.; Kurpiers, M.; Koch, R.; Kuhlisch, W.; Witte, K.: Mittlere UV-Expositionen der Bevölkerung. Schlussbericht BMBF-Vorhaben 07UVB54C/3 (2004). Standort: Technische Informationsbibliothek Hannover, www.tib-hannover.de, DOI:F05B898*
- [2] *Knuschke, P.; Unverricht, I.; Aschoff, R.; Cuevas, M.; Janßen, M.; Koch, E.; Krüger, A.; Ott, G.; Thiele, A.: Untersuchung des Eigenschutzes der Haut gegen solare UV-Strahlung bei Arbeitnehmern im Freien. 1. Auflage. Forschungsprojekt F 1986. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 2010*
- [3] *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Solar and Ultraviolet Radiation. Vol. 55. International Agency for Research on Cancer, Lyon 1992*
- [4] *Knuschke, P.; Unverricht, I.; Ott, G.; Janssen, M.: Personenbezogene Messung der UV-Exposition von Arbeitnehmern im Freien. 1. Aufl. Forschungsprojekt F 1777. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 2007, ISBN 978-3-88261-060-4*
- [5] *Drexler, H.; Diepgen, T. L.; Schmitt, J.; Schwarz, T.; Setzel, S.: Arbeitsbedingte UV-Exposition und Malignome der Haut, Überlegungen zu einer neuen Berufskrankheit: UV-induzierter Hautkrebs. Dermatol. Beruf Umwelt (2012) Nr. 60, S. 48-55*
- [6] *Schaart, F.M.; Garbe, C.; Orphanos, C.E.: Ozonabnahme und Hautkrebs – Versuch einer Risikoabschätzung. Hautarzt (1993) Nr. 44, S. 63-68*
- [7] *Schothorst, A.A.; Slaper, H.; Schouten, R.; Suurmond, D.: UVB doses in maintenance psoriasis phototherapy versus solar UVB exposure. Photodermatol. (1985) Nr. 2, S. 213-220*
- [8] *Diffey, B.L.: Analysis of the risk of skin cancer from sunlight and solarium in subjects living in Northern Europe. Photodermatol. (1987) Nr. 4, S. 118-126*

Autor: Dr. Marc Wittlich
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin