

---

## Expositionsermittlung in Fällen „Hautkrebs durch UV-Strahlung“

Dr. Marc Wittlich

Seit vielen Jahren ist bekannt, dass die Einwirkung von UV-Strahlung auf die Haut zur Entstehung von Hautkrebs beitragen kann. Hierbei sind insbesondere die nicht-melanozytären Formen des Hautkrebses zu nennen. Schmitt et al. (2011) konnten den epidemiologischen Nachweis erbringen, dass die Zunahme der Exposition gegenüber UV-Strahlung zu einer deutlichen Risikoerhöhung führt, an Plattenepithelkarzinomen oder deren Vorstufen, den aktinischen Keratosen, zu erkranken. Für die Basalzellkarzinome konnte dieser Nachweis nicht in solcher Eindeutigkeit geführt werden (Bauer et al. 2011). Zudem erscheint es nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft, dass Plattenepithelkarzinome der Haut eher mit der kumulativen Exposition gegenüber UV-Strahlung assoziiert sind, während Basalzellkarzinome eher mit intermittierender Exposition verbunden zu sein scheinen.

Vor diesem Hintergrund hat der Ärztliche Sachverständigenbeirat Berufskrankheiten (ÄSVB) beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Jahr 2012 die lange erwartete Wissenschaftliche Begründung zur Aufnahme einer neuen Berufskrankheit „Plattenepithelkarzinome oder multiple aktinische Keratosen der Haut durch natürliche UV-Strahlung“ verabschiedet. Sie wurde am 12.08.2013 im Gemeinsamen Ministerialblatt veröffentlicht (GMBL 2013 Nr. 35/2013, Seite 669). Seit dem sind für die Unfallversicherungsträger die medizinischen und arbeitstechnischen Voraussetzungen für die Anerkennung von Hautkrebserkrankungen als (Wie-) Berufskrankheit (§ 9 Absatz 2 Siebtes Buch, Sozialgesetzbuch – SGB VII) deutlich klarer gefasst. Die Begutachtungsmethodik bei solchen Erkrankungsfällen aus medizinischer Sicht wird gemeinhin im Bamberger Merkblatt (zukünftig Bamberger Empfehlung) veröffentlicht und soll an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden. Die Bamberger Empfehlung wird zurzeit u.a. wegen der Hautkrebserkrankungen überarbeitet.

Eine gründliche Expositionsermittlung ist für Feststellung der arbeitstechnischen Anerkennungsvoraussetzungen von entscheidender Bedeutung. Dabei spielt die zentrale Frage eine Rolle: „Welche Bestrahlung hat ein Versicherter erhalten?“ Um sich der Lösung zu nähern, kann man sich zweier Instrumente bedienen. Dies sind zum einen Berechnungen, die zur retrospektiven Erfassung der Exposition dienen, und zum anderen Messungen, die aktuelle Messwerte aus verschiedenen Tätigkeitsgruppen liefern. Beides zusammen aber ergibt ein vollständiges Bild der Exposition (so genau wie möglich), wohingegen in der Praxis der Berufskrankheitenermittlung die retrospektive Berechnung der Exposition gut und zielführend ist. Es sei bereits an dieser Stelle angemerkt, dass man bei retrospektiver Betrachtung von Expositionssituationen ausschließlich auf die Darstellung des Berufslebens durch den Versicherten angewiesen ist. Hier werden in jedem Fall Annahmen gemacht werden müssen, da man sich nicht mehr an jedes Detail aus den Dekaden des Berufslebens erinnern kann. Daher wohnt jeder Berechnung und Bestimmung der Exposition grundsätzlich eine gewisse Unschärfe inne. Um diese aber so gering wie möglich zu halten, ist eine präzise Ermittlung der Arbeitsumstände notwendig.

## Grundsätzliches

Gemäß der Wissenschaftlichen Begründung des ÄSVB kommt es zu einer Verdopplung des Erkrankungsrisikos, wenn zu der privaten, nicht versicherten Exposition gegenüber natürlicher UV-Strahlung 40 % hinzukommen, die durch berufliche, versicherte Tätigkeiten erworben wurde. Dies entspricht etwa 30 % der Lebenszeitbestrahlung. Wird diese Schwelle überschritten, liegen die arbeitstechnischen Voraussetzungen zur Anerkennung einer Berufskrankheit vor. Die private, nicht versicherte Exposition errechnet sich dabei als Produkt aus dem Alter des Versicherten bei Sicherung der Erstdiagnose und der durchschnittlichen Jahresbestrahlung der deutschen Bevölkerung von 130 SED (SED, Standard Erythem-Dosis, 1 SED = 100 J/m<sup>2</sup>).

## Berechnung der beruflichen Bestrahlung

Die berufliche, versicherte Exposition wird mit Hilfe einer Formel berechnet, die mittlerweile als „Wittlich’sche Formel“ benannt und veröffentlicht worden ist. Sie findet bereits breite Anwendung unter den Unfallversicherungsträgern.

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

Details zur Anwendung der Berechnungsformel finden sich auf den Seiten des IFA ([www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa)) und unter Webcode d13473.

Mit Hilfe der genannten Formel lässt sich die berufliche, versicherte Exposition jahresweise darstellen. Sie ist eine Summe ( $\Sigma$ ) aller Einzelexpositionen, die bei verschiedenen Tätigkeiten oder bei verschiedenen Expositionsumständen (z. B. sich unterscheidende Arbeitszeiten) erworben wurde. Mit Hilfe der Faktoren  $f$ , die Zu- oder Abschläge von einer Referenzbestrahlung  $H_b/a(\text{ref})$  verursachen, ist eine individuelle Berechnung und Betrachtung möglich.

Als Jahres-Referenzwert  $H_b/a(\text{ref})$  für die ganztätig, normalschichtig in Deutschland im Freien Beschäftigten wurde ein Wert von 300 SED (SED: Standarderythemdosis, 1 SED = 100 J/m<sup>2</sup> erythemgewichtete Bestrahlung) festgelegt. Dieser Wert entstammt der Forschung zu personendosimetrischen Untersuchungen von Tätigkeiten im Freien (Knuschke et al. 2007) 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. Dieser Wert ist zurzeit ein per Konvention abgestimmter Wert und Gegenstand von Forschung und kann daher bei Vorliegen neuer Erkenntnisse eine Anpassung erfahren.

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. Die Faktoren  $f_{MS}$  (Montage-/Saisonfaktor) und  $f_{JZ}$  (Jahreszeitenfaktor) dienen dazu, Montagearbeiten oder Saisonarbeiten zu berücksichtigen, die nicht zwangsläufig über das ganz Jahr stattgefunden haben müssen. Auch Wechsel der Einsatzorte können hiermit zeitlich berücksichtigt werden. Arbeitet

ein Beschäftigter nicht vollzeitig im Freien, dann können die täglichen Zeitanteile mit Hilfe der Faktoren  $f_b$  (Anteil der Arbeitszeit im Freien) und  $f_{TZ}$  (Tageszeitenfaktor) berücksichtigt werden. Insbesondere dient der Faktor  $f_b$  zur tätigkeitsbezogenen Angabe des Anteils der Arbeit im Freien und muss für jede Tätigkeit (beispielsweise eigene Gewerke im Bau) ermittelt werden.

Die Geographie des Beschäftigungsortes hat Einfluss auf die Bestrahlung der Beschäftigten. Bei Tätigkeiten außerhalb Deutschlands (beispielsweise Montagearbeiten, Auslandsdienstreisen) muss die veränderte Bestrahlung berücksichtigt werden. 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. Dies lässt sich mit Hilfe des Breitengradfaktors  $f_{Lat}$  darstellen. Tätigkeiten in großer Höhe über dem Meeresspiegel können mithilfe des Höhenfaktors  $f_{Höhe}$  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. Dies ist beispielsweise für Bergführer von Relevanz, aber auch bei Montagearbeiten im Ausland. Der Reflexionsfaktor  $f_{Reflex}$  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. Zudem muss bei der Angabe der Reflexivität die UV-Reflexivität im Besonderen beachtet werden, da die Reflexivität wellenlängenabhängig ist.

Mithilfe der persönlichen Faktoren ist es möglich, die Bestrahlung auf die verschiedenen Körperstellen umzurechnen oder den Einfluss von getragener Schutzausrüstung zu berücksichtigen. 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  $f_{Körp}$  beschreibt das Verhältnis der mittleren Exposition an der erkrankten Stelle in Bezug auf die Brustposition.

Der Schutzfaktor  $f_{Schutz}$  kann verwendet werden, wenn eine Schutzmaßnahme eindeutig belegt worden ist. Nicht nur Persönliche Schutzausrüstungen (PSA) oder textile Schutzmaßnahmen, sondern auch andere Schutzmechanismen (z. B. Scheiben oder Führerkabinen von Fahrzeugen) können hier eingehen. Zurzeit ist mangels Forschungsergebnissen ein entsprechendes Kataster nicht vorhanden. Die Verwendung von Schutzmaßnahmen kann insbesondere für die Exposition des Kopfes von Bedeutung sein. Gibt der Versicherte an, arbeits-tätiglich oder abschnittsweise eine Kopfbedeckung getragen zu haben, ist deren Form für den Schutz der einzelnen Kopfbereiche entscheidend.

## Messung der Exposition am Arbeitsplatz

Zurzeit gibt es nur wenige Messungen, die spezifische Tätigkeiten über einen längeren Zeitraum untersucht haben. Es ist also noch immer weitestgehend unklar, wie stark die Bestrahlung bei verschiedenen Tätigkeiten ist. Um sich dieser Thematik zu nähern, hat das IFA in Zusammenarbeit mit den Unfallversicherungsträgern ein neues Messsystem entwickelt: GENESIS-UV (GENeration and Extraction System for Individual expoSure). GENESIS-UV ist ausgelegt, um dezentrale, voll automatisierte, vom IFA fernsteuerbare Expositionsermittlung mit automatischer Datenfernübermittlung und minimaler Intervention der Probanden durchführen zu können.

GENESIS-UV, das zurzeit aus 300 autonomen Einheiten besteht, ist an beliebigen Orten (europaweit, weltweit, auf Schiffen und in Flugzeugen) einsetzbar, beliebig erweiterbar und kann mehrere Kampagnen zu verschiedenen Noxen gleichzeitig durchführen. Das Prinzip ist so sicher wie einfach (siehe Abbildung 1): Ein personengetragenes Endgerät, in diesem Falle ein elektronisches Dosimeter zur Messung der UV-Bestrahlung, wird während der Arbeit getragen. Nach dem Ende eines Messzyklus wird das Gerät via USB-Kabel an ein mobiles Tablet-PC-Gerät angeschlossen. Die Datenspeicherung startet automatisch, ebenso die Administrierung des Dosimeters. Damit ist nur eine geringe Beteiligung des Probanden notwendig. Die Daten werden vom Tablet via Mobilfunkverbindung an einen Webserver übermittelt, der die Daten in eine eigens dafür vorbereitete Datenbank speichert. In einem letzten Schritt werden die Daten direkt zu einer weiteren Datenbank in der Betreuungs- und Auswertestelle (IFA) übermittelt. Damit erhält man in kurzen Abständen aktuelle Datenpakete noch während die Messsaison läuft, und hat jederzeit die Möglichkeit, Fehler oder Probleme zu erkennen.

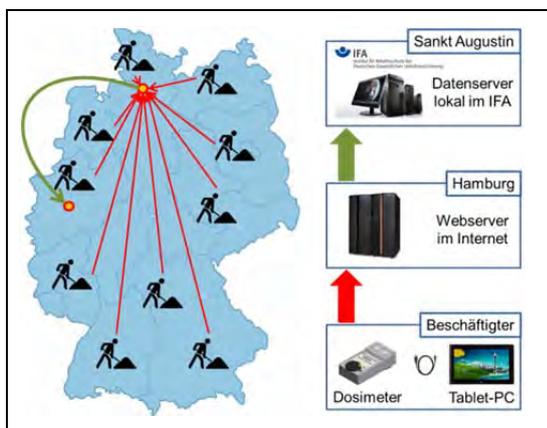


Abb. 1: Arbeitsprinzip von GENESIS-UV

Die Messkampagne mit GENESIS-UV findet in Deutschland seit 2014 vor dem Hintergrund des DGUV-geförderten Forschungsprojekts „Durch UV-Strahlung induzierte bösartige Hauttumoren - Erarbeitung und Evaluation von versicherungsrechtlich relevanten Abgrenzungskriterien beruflicher gegenüber nicht beruflicher Verursachung.“ (FB 181) statt, um die Bestrahlung von Beschäftigten durch natürliche UV-Strahlung während der Tätigkeiten zu messen. Dazu sind deutschlandweit 300 Beschäftigte jährlich von April bis Oktober mit einem elektronischen Datenloggerdosimeter ausgestattet. Das Dosimeter wird am linken Oberarm getragen.

Viele Unfallversicherungsträger sind an diesem Projekt beteiligt. Sie haben in dem Projekt die Möglichkeit, die Exposition ihrer Versicherten direkt zu messen, um über Jahre hinweg sukzessive jede Tätigkeit zu erfassen und eine valide Datenbasis zu erarbeiten. Ziel ist es unter anderem, eine spezifische Tätigkeits-Expositions-Matrix zu erarbeiten, die nicht nur Aspekte der neuen Berufskrankheit, sondern insbesondere auch die Bestrebungen in der Prävention unterstützt. Messwerte aus dieser Matrix können zum Beispiel Arbeitgeber bei der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz unterstützen. Kennt man die UV-Bestrahlung während einer Tätigkeit, dann lassen sich daraus direkt notwendige Schutzmaßnahmen ableiten.

## Literaturangaben:

- [1] Schmitt et al. (2011): Schmitt J, Seidler A, Diepgen TL, Bauer A (2011) Occupational ultraviolet light exposure increases the risk for the development of cutaneous squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Dermatology* 164(2): 291–307
- [2] Bauer et al. (2011): Bauer A, Diepgen TL, Schmitt J (2011) Is occupational solar ultraviolet irradiation a relevant risk factor for basal cell carcinoma? A systematic review and meta-analysis of the epidemiological literature. *British Journal of Dermatology* 165(3): 612–625
- [3] Knuschke et al. (2007): Knuschke P, Unverricht I, Ott G, Janssen M. Personenbezogene Messung der UV-Exposition von Arbeitnehmern im Freien. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschung, F 1777; Dortmund/Berlin/Dresden 2007; ISBN 978-3-88261-060-4