

**Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. med. F.W. Schmahl**

**UV-Exposition und UV-Schutzmaßnahmen
bei Schwimmmeistern.
Untersuchung im Freibad Tübingen
(Sommer 1999)**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Elif Banu Caliskan-Erle, geb. Caliskan
aus
Reutlingen
2005**

Dekan: Professor Dr. C. D. Claussen

1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. M. Korn

2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. M. Möhrle

Mia, Selin und Markus
in Liebe gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	2
<i>WAS IST UV-STRAHLUNG?</i>	2
<i>UV-STRAHLUNG UND IHRE WIRKUNG AN DER HAUT</i>	2
<i>WIRKUNG AUF DAS IMMUNSYSTEM</i>	4
<i>WICHTIGE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE QUANTITÄT DER UV-STRAHLUNG</i>	4
Tageszeitliche Abhängigkeit.....	5
Jahreszeitliche Abhängigkeiten.....	5
Weitere Einflussfaktoren durch Bedingungen in der Atmosphäre, Umweltbedingungen, Höhenlage und Reflektion.....	5
<i>UV-EXPOSITION BEI BESCHÄFTIGTEN IN FREILUFTBERUFEN</i>	6
<i>PRÄVENTIVE SONNENSCHUTZMAßNAHMEN</i>	7
<i>ZIEL DER VORLIEGENDEN UNTERSUCHUNG</i>	7
MATERIAL UND METHODEN	8
<i>DAS ANGEWANDTE MESSVERFAHREN: SPORENFILM-DOSIMETER</i>	8
Wirkungsspektrum.....	8
Aufbau und Funktion.....	10
<i>VERSUCHSABLAUF</i>	12
ERGEBNISSE DER MESSUNGEN	14
DISKUSSION	23
<i>DISKUSSION BERUFSBEDINGTER UV-EXPOSITION</i>	23
<i>DIE DERMATOLOGISCHE PERSPEKTIVE</i>	23
UV-Strahlung und seine Rolle bei der Pathogenese von Hautkarzinomen.....	23
Bisherige Erkenntnisse über Risikofaktoren epithelialer Hauttumoren.....	24
Bisherige Erkenntnisse über Risikofaktoren beim Melanom.....	26
<i>DIE ARBEITSMEDIZINISCHE PERSPEKTIVE</i>	28
Personendosimetrie.....	28
Bisherige Erkenntnisse berufsbedingter UV-Exposition.....	29
<i>DISKUSSION DER ERGEBNISSE</i>	33
Die neu eingeführten Sonnenschutzmaßnahmen und ihre Wirkung: In welchem Maße reduzieren sie die relative Personendosis?.....	33
Präventionsmaßnahmen.....	37
Optimierungspotenzial von primären Präventionsmaßnahmen.....	37
Verhalten.....	37
Sonnenschutzpräparate.....	38
Kleidung.....	38
Technische und organisatorische Maßnahmen.....	39
Sekundäre Präventionsmaßnahmen.....	40
Selbstuntersuchung der bedeckten und unbedeckten Haut.....	40
Vorsorgeuntersuchungen.....	40
Berufsgenossenschaftliche Regeln zum Schutz vor Sonnenstrahlung bei Arbeiten im Freien.....	40
Anerkennung von Hautkrebs bei Beschäftigten in Freiluftberufen als Berufskrankheit?.....	42
Nach Sozialgesetzbuch VII, §9 Abs. 1.....	43
ZUSAMMENFASSUNG	45
ABBILDUNGEN UND TABELLEN	48
LITERATURVERZEICHNIS	49
LEBENS LAUF	57

Einleitung

Was ist UV-Strahlung?

Die ultraviolette Strahlung ist nur ein Teilbereich des elektromagnetischen Spektrums und umfasst den Wellenlängenbereich von 100 nm bis 400 nm. Der UV-Bereich wird in drei Bereiche, in den UVA-(315-400 nm), in den UVB-(280-315 nm) und in den UVC-Bereich (100-280 nm) unterteilt. Der biologische Effekt von UV-Strahlung wird von der Wellenlänge bestimmt (Diffey 1990).

UVA-Strahlung (315-400 nm) durchdringt die Erdatmosphäre fast vollständig. Sie kann Erythem, Hautalterung und Hautkrebs bewirken und gelangt durch Fensterglas.

UVB-Strahlung (280-315 nm) ist für nahezu alle biologischen Effekte verantwortlich, die nach einer Sonnenexposition auftreten können: Erythem, Hautalterung und Hautkrebs. UVB kann an den Augen zu Photokeratitis und Konjunktivitis führen. Sie wird jedoch zu 90 % durch die Ozonschicht in der Stratosphäre absorbiert (Lim und Cooper 1999). Hieraus erklärt sich auch die Bedeutung einer intakten Ozonschicht (Diffey 1990). Die biologische Wirksamkeit der UVB-Strahlen liegt etwa um den Faktor 1000 über derjenigen der UVA-Strahlung (Diffey 1990).

UVC-Strahlung (100-280 nm) kann dagegen die Erdatmosphäre nicht durchdringen. Es gibt jedoch viele künstliche Quellen für UVC-Strahlung. Die abnehmende Ozonschicht wird ebenfalls zu einer erhöhten UVC-Belastung führen (Diffey 1990).

UV-Strahlung und ihre Wirkung an der Haut

Die Vitamin D-Produktion ist die einzige positive Wirkung des UV-Lichtes. Die endogene Vitamin D-Biosynthese beginnt in der Leber. Cholesterin wird in der Leber über die Cholesterindehydrogenase zu 7-Dehydrocholesterin umgewandelt. Das in die Haut aufgenommene 7-Dehydrocholesterin wird in einer

UVB-Licht abhängigen Reaktion zu Cholecalciferol umgewandelt (Holick 1985). Cholecalciferol wird in der Leber zu 25-Hydroxycholecalciferol hydroxyliert. Nach einer erneuten Hydroxylierung in der Niere entsteht 1,25-Hydroxycholecalciferol (Calcitriol).

Demgegenüber kann die UV-Strahlung des Sonnenlichts verschiedene akute und chronische Schäden hervorrufen, deren Inzidenz vom jeweiligen Hautphototyp abhängig ist (Fitzpatrick 1988).

Die Einteilung der Hautempfindlichkeit gegenüber UV-Strahlung erfolgt nach sechs Phototypen. Die Hauttypen (HPT) I-IV sind charakteristisch für Menschen weißer Hautfarbe und geben deren unterschiedliche Bräunungskapazität wieder. Menschen mit HPT I bräunen nie und bekommen schon nach kurzer Exposition einen Sonnenbrand. Der HPT II bekommt leicht einen Sonnenbrand und bräunt schwer. Der HPT III kann nach nach kürzeren Expositionen einen Sonnenbrand bekommen, bräunt aber deutlich nach einiger Zeit. Der HPT IV bekommt nach kurzer Exposition keinen Sonnenbrand und bräunt leicht. Der HPT V kennzeichnet Menschen mit brauner Hautfarbe und der HPT VI Menschen schwarzer Hautfarbe.

Als akute Wirkung steht das Erythema solare (Sonnenbrand) im Vordergrund, welches sowohl von der UVB- als auch von der UVA-Komponente ausgelöst werden kann. Weiterhin können phototoxische und photoallergische Reaktionen auftreten (Braun-Falco et al. 1995).

Klinische Zeichen einer erhöhten chronischen Sonnenexposition sind Lentigo solaris, Teleangiectasien im Gesicht und aktinische Elastosen vor allem am Nacken. Teleangiectasien treten infolge einer Erweiterung des oberflächlichen und des tiefen Gefäßnetzes auf. Ursache der Elastose ist der Verlust von Kollagen mit Verkürzung und Homogenisation der elastischen Fasern. Eine Atrophie der Epidermis kann ebenfalls auftreten (Braun-Falco et al. 1995).

Wirkung auf das Immunsystem

Die UV-Exposition hat immunmodulierende Eigenschaften. Patienten mit hoher UV-Exposition zeigten ein niedriges Verhältnis von T-Helfer zu T-Suppressorzellen (CD4/CD8) im Vergleich zu Patienten mit geringerer Sonnenexposition (Robinson und Rademaker 1992). UV-Exposition menschlicher Haut ergab eine Beeinflussung der Funktion der Langerhanszellen. UV-Licht führte zu einer Abnahme der Langerhanszellen gefolgt von einem Zustrom an CD1 a-DR+ Makrophagen, die vor allem die CD4+ Zellen aktivieren. Diese wiederum induzieren die Reifung der CD-8+-T-Suppressor-Lymphozyten und deregulieren die Lymphozytenaktivität (Baadsgaard et al. 1990).

Weiterhin begünstigt UV-Exposition das Wiederauftreten von Herpes simplex Typ I und II (Spruance 1985). Eine erhöhte UV-Exposition von immun-supprimierten Patienten führte zu einer erhöhten Inzidenz an Papilloma-Virus-Warzen (Harwood et al. 2000) (Jackson und Storey 2000). In vitro konnte UV-Licht die Aktivierung von HIV induzieren (Akaraphanth und Lim 1999) (Zmudzka et al. 1996).

Wichtige Einflussfaktoren auf die Quantität der UV-Strahlung

Die Quantität der auf die Oberfläche gelangenden Strahlen wird von der Laufzeit durch die Atmosphäre und der Absorption in der Atmosphäre bestimmt. Die Laufzeit hängt ab vom Sonnenstand, d.h. von dem Einfallswinkel des Sonnenlichtes gegen die Erdoberfläche und vom Abstand der Erde von der Sonne. Der Einfallswinkel ändert sich im Laufe eines Tages (auf Grund der Rotation der Erde um sich selbst), der Abstand von der Sonne im Laufe eines Jahres (auf Grund der Drehung der Erde um die Sonne auf einer Ellipsenbahn). Je nach Breitengrad kann es damit zu einer unterschiedlichen Änderung der Quantität der UV-Strahlung im Laufe eines Tages beziehungsweise im Laufe eines Jahres kommen.

Tageszeitliche Abhängigkeit

In der Mittagszeit erreicht die Sonne ihren höchsten Stand. Zwischen 11.00 und 13.00 Uhr werden 20-30 % der gesamten täglichen UV-Strahlung im Sommer erreicht. 75 % der gesamten ultravioletten Strahlung werden zwischen 9.00 und 15.00 Uhr erzielt (Diffey 1990).

Jahreszeitliche Abhängigkeiten

Die UV-Intensität ist am stärksten, wenn der einfallende Winkel der Sonnenstrahlen 90 Grad beträgt. Am Äquator beträgt der Einfallswinkel 90° und hat somit eine kurze Laufzeit des Sonnenlichts in der Atmosphäre zur Folge.

Zudem ist die Ozonschicht am Äquator dünner, so dass eine geringere Absorption der UV-Strahlen stattfindet (Lim und Cooper 1999).

Der rechtwinklige Einfallswinkel kommt in den Regionen zwischen den Wendekreisen vor ($23,5^\circ$ nördliche und $23,5^\circ$ südliche Breite). Man spricht dann von einem lokalen Zenit.

In den gemäßigten Zonen ändert sich der Einfallswinkel des Sonnenlichts im Laufe eines Jahres. Vor allem in den Sommermonaten wird ein Einfallswinkel von nahezu 90° in der Hemisphäre erreicht .

Weitere Einflussfaktoren durch Bedingungen in der Atmosphäre,

Umweltbedingungen, Höhenlage und Reflektion

Bedingungen in der Atmosphäre und Umweltbedingungen sind ebenfalls zu berücksichtigen (Lim und Cooper 1999). Die Ozonschicht in der Stratosphäre ist in der Lage, 90 % der ultravioletten Strahlung zu absorbieren. Diese nimmt jedoch infolge der in die Atmosphäre gelangenden FCKW's und anderer Schadstoffe ab. Es wird angenommen, dass die UV-Strahlung in den kommenden Jahren infolge der Ausdünnung der Ozonschicht zunehmen wird (Lim und Cooper 1999). Weltweite Hochrechnungen sagen für eine 1 %ige Abnahme der Ozonschicht eine 1 %ige Zunahme an malignen Melanomen und

eine 3 %ige Zunahme an Basaliomen und an Plattenepithelkarzinomen voraus (Lim und Cooper 1999).

Wolken können ebenfalls dazu beitragen, dass die auf die Erdoberfläche gelangenden UV-Strahlen reduziert werden. Sie reduzieren jedoch die UV-Intensität nur zu einem geringen Teil. Das in den Wolken enthaltene Wasser absorbiert infrarotes Licht mehr als UV-Licht (Diffey 1990).

Mit zunehmender Höhe nimmt die UV-Intensität infolge geringerer Absorption durch die abnehmende Atmosphäre zu (Lim und Cooper 1999). Ein Höhenanstieg von 1000 m bedeutet eine 15-20 %ige Zunahme der UVB-Strahlung (Diffey 1990, Blumthaler et al. 1994).

Eine Verstärkung der UV-Intensität kann durch Reflektion stattfinden. Der relative Anteil der reflektierten Strahlung im Verhältnis zur einfallenden Strahlung auf eine horizontale Fläche wird auch als Albedo bezeichnet. Schnee reflektiert bis zu 95 %, Sand 25 %, Wasser nur 2 %, jedoch kann 75 % der UV-Strahlung bis zu zwei Meter unter die Wasseroberfläche gelangen (Diffey 1990).

UV-Exposition bei Beschäftigten in Freiluftberufen

Die Quantifizierung der UV-Exposition bei Beschäftigten in Freiluftberufen war in den vergangenen Jahren Gegenstand von Studien (Gies et al. 1995).

Im Jahre 1997 wurde an den Tübinger Bademeistern (BM) die UV-Belastung mit Hilfe von Bacillus subtilis Sporenm-Dosimetern gemessen (Moehrle und Garbe 2000a). Die Sporenm-Dosimeter wurden horizontal an der Schulter oder vertikal an der Mütze angebracht. Während der meisten Zeit ihrer Aufsichtstätigkeit waren die BM aufgrund von fehlenden Unterständen schutzlos der prallen Sonne ausgesetzt. Schatten spendende Bäume wurden im Jahre 1995 im Rahmen von Umgestaltungsmaßnahmen erheblich reduziert.

Das Ergebnis dieser Studie zeigte, dass die UV-Dosis der Bademeister zwischen 3,6 und 9,5 MED (minimale Erythemdosis) pro Tag lag. Eine MED

(1 MED=250 J/m² bei 298 nm) entspricht der Dosis, mit der ein Erythem auf ungebräunter Haut des Hauttyps 2 erzeugt wird. Die relative Personendosis betrug bei den Tübinger Bademeistern 55 % der Umgebungsstrahlung. In einer an australischen Bademeistern durchgeführten Studie wurden niedrigere UV-Dosen ermittelt. Dort betrug die mittlere UV-Exposition 2,6 MED, die relative Personendosis lag bei 12 % (Gies et al. 1995). Die Ergebnisse der Untersuchung von 1997 veranlassten den Betreiber des Bades, die Tübinger Stadtwerke, am Beckenrand Sonnenschirme aufzustellen.

Präventive Sonnenschutzmaßnahmen

In den letzten Jahren erhöhte sich die Inzidenz sowohl von nonmelanozytärem als auch von melanozytärem Hautkrebs (Glass und Hoover 1989). Ein Grund hierfür wird in der gestiegenen – oft freizeitbedingten ("freiwilligen") – UV-Exposition über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten hinweg gesehen (Glass und Hoover 1989) (Gloster, Jr. und Brodland 1996). Beschäftigte in Freiluftberufen sind durch ihre Tätigkeit bereits einer erhöhten unfreiwilligen UV-Exposition ausgesetzt. Deshalb ist die Reduktion der UV-Exposition eine wichtige Präventionsmaßnahme für diese Berufsgruppe. Die Reduktion der UV-Exposition kann durch Sonnenschutzmaßnahmen wie

- das Aufsuchen von Schatten,
- das Tragen geeigneter Kleidung,
- das Tragen geeigneter Sonnenhüte,
- das Tragen geeigneter Sonnenbrillen oder
- die Anwendung von Sonnenschutzpräparaten
erfolgen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zu erfassen, in wie weit durch Sonnenschirme die UV-Exposition von BM reduziert werden kann und welche weiteren Sonnenschutzmaßnahmen zu empfehlen wären.

Material und Methoden

Das angewandte Meßverfahren: Sporenfilm-Dosimeter

Wirkungsspektrum

Das Empfindlichkeitsspektrum der Haut ist abhängig von der Wellenlänge der UV-Strahlung zwischen 250 und 400 nm (McKinlay und Diffey 1987). Biologisch gewichtete UV-Dosimeter sollten daher dem Empfindlichkeitsspektrum der Haut entsprechen und den UV-Effekt über das gesamte Spektrum integrieren (McKinlay und Diffey 1987).

In der vorliegenden Untersuchung wurden Bacillus subtilis Sporenfilm-Dosimeter (Viospor-Blue-line Typ III, Biosense Bornheim) verwendet [Abb. 1].

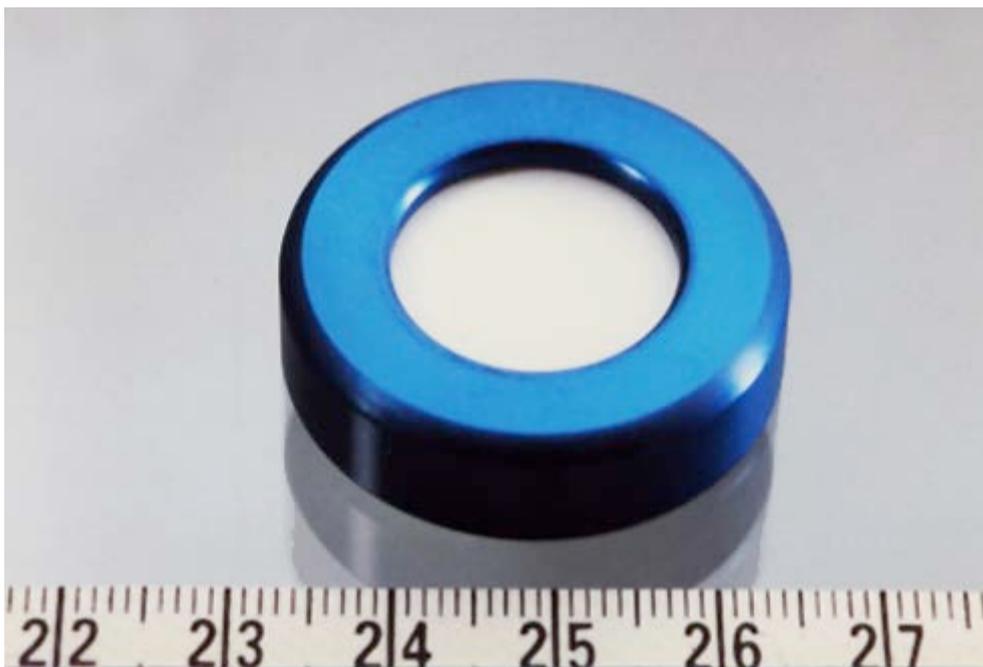


Abbildung 1: Viospor-Blue-line Typ III, Biosense Bornheim

Das Dosimetriesystem integriert den UV-Effekt über das gesamte Spektrum im UVB- und UVA-Bereich (290-380 nm) mit einer Korrelation zum Empfindlichkeitsspektrum der Haut entsprechend der CIE/MED-Kurve (McKinlay und Diffey

1987) [Abb. 2]. Die Exposition im UVA-/ UVB-Bereich wird auf der Basis von minimalen Erythemdosen erfasst. Die minimale Erytheminduktionsdosis ist bezogen auf den Hauttyp II (kaukasischer Typ) und entspricht der Dosis, mit der ein Erythem auf ungebräunter Haut induziert werden kann. Eine MED entspricht 250 J/m^2 normalisiert auf eine Wellenlänge von 298 nm.

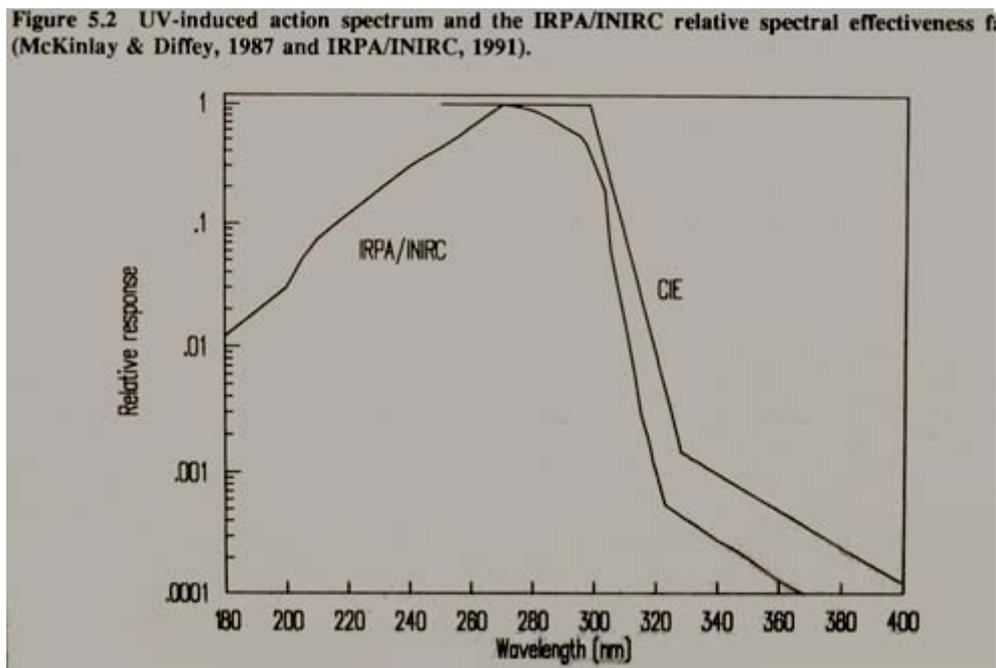


Abbildung 2: Das Empfindlichkeitsspektrum der Haut entsprechend der CIE/MED-Kurve (World Health Organisation 1994)

Aufbau und Funktion

Das Dosimetriesystem besteht aus drei Komponenten [Abb. 3]:

(1) einem schützenden Aluminiumgehäuse (casing)

(Das Aluminiumgehäuse hat einen Durchmesser von 32 mm, eine Dicke von 9 mm, und ein Gewicht von 15 g.)

(2) einem Filteroptiksystem (filter system)

(3) einem Sporenfilm (VioSpor)

(Der Sporenfilm besteht aus immobilisierten *Bacillus-subtilis* Sporen auf einem Polyesterfilm.)

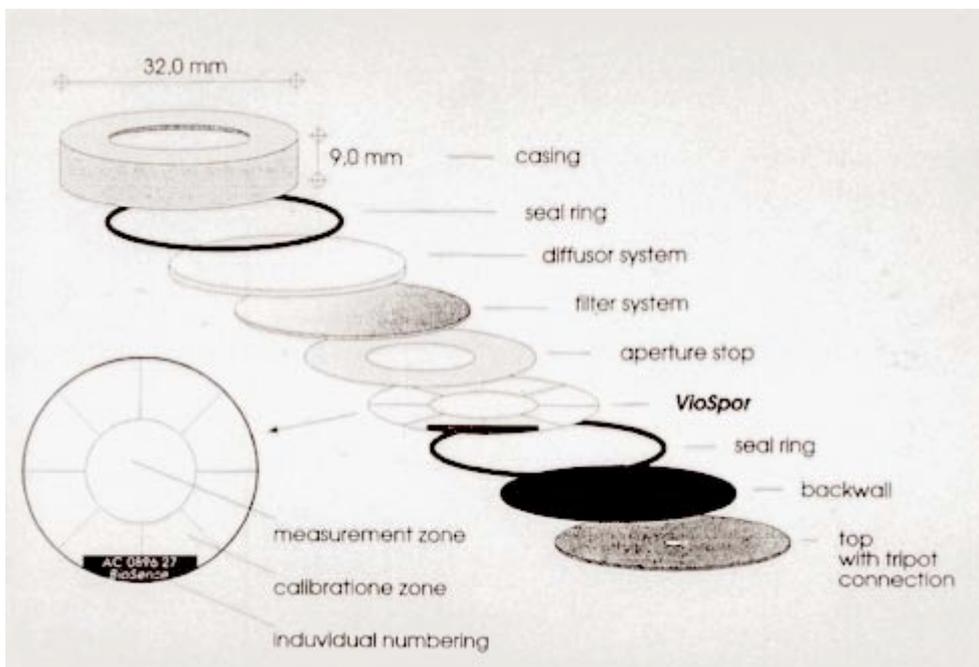


Abbildung 3: Die Komponenten des Sporenfilm-Dosimeters

Während der Personendosimetrie wird das Meßareal (measurement zone, siehe Abb. 3) der UV-Strahlung des Sonnenlichts exponiert. Im Labor werden die Kalibrierungszonen (calibration zone) mit kalibrierten UV-Lampen belichtet. Die immobilisierten, in den Polyesterfilm eingebetteten *Bacillus-subtilis*-Sporen werden nun durch das einfallende UV-Licht geschädigt oder abgetötet, so dass sie sich nicht mehr zu Bakterien weiterentwickeln. Die Bakteriensporen, die

nicht vom UV-Licht geschädigt werden, können, nachdem sie in Kulturmedien bebrütet worden sind, Proteine synthetisieren, welche dann fotometrisch bei einer Wellenlänge von 254 nm bestimmt werden können. Die Intensität der UV-Strahlung lässt sich anhand der minimalen Erytheminduktionsdosis berechnen. Diese ergibt sich aus einem Vergleich der fotometrisch ermittelten Werte des Meßareals und des internen Eichstandards (Kalibrierung) eines jeden Films (Quintern et al. 1992).

Der entscheidende Vorteil der Sporenfilm-Dosimeter liegt darin, dass sie den Wellenlängenbereich von UVA und UVB (285-400 nm) erfassen. Sie weisen sich durch eine hohe Robustheit aus und können Temperaturen von -20 bis $+50^{\circ}\text{C}$ standhalten. Die relative Luftfeuchtigkeit kann sich innerhalb von 0 bis 100 % befinden. Diese Eigenschaften ermöglichen es, dass die Sporenfilm-Dosimeter auch bei schlechten Witterungsverhältnissen eingesetzt werden können. Die Datenreproduzierbarkeit liegt bei $\pm 10\%$ (Quintern et al. 1992). Die Sporenfilm-Dosimeter haben sich bereits in mehreren Studien sowohl beim Messen an Dummies als auch an lebenden Personen bewährt (Quintern et al. 1992) (Moehrle und Garbe 2000a). Auch bei der ersten Studie im Tübinger Freibad 1997 kamen solche Dosimeter zum Einsatz (Moehrle und Garbe 2000a).

Besonders zeichnen sich die Sporenfilm-Dosimeter gegenüber den in früheren Studien überwiegend verwendeten Polysulfondosimetern durch ihre spektrale Empfindlichkeit aus. Im Vergleich zur MED/CIE Kurve ist bei Polysulfondosimetern die Empfindlichkeit zwischen 312 und 330 nm überhöht, unter 305 nm und über 335 nm erniedrigt.

Versuchsablauf

Zwischen Juli und September 1999 wurden an zwei Bademeistern des Tübinger Freibads während 21 Arbeitstagen die UV-Exposition mit Sporenfilm-Dosimetern gemessen. Zum Vergleich wurden zusätzlich folgende Kontrollmessungen durchgeführt:



Abbildung 4: Bademeister und dazugehörige Kontrollperson

- (1) Jedem Bademeister wurde als Kontrollperson ein Double zugeordnet. Dieses hatte die Aufgabe, dieselbe Ausrichtung zur Sonne einzunehmen, ohne jedoch den Schatten von Sonnenschirmen oder Unterständen aufzusuchen [Abb. 4].
- (2) Ein Dummy stand während der ganzen Arbeitsschicht vor der Sonne ungeschützt mit nordöstlicher Blickrichtung zum Schwimmbeckenrand.
- (3) Ein zweiter Dummy stand mit ebenfalls nordöstlicher Blickrichtung wie der andere Dummy während der gesamten Arbeitsschicht unter einem Sonnenschirm [Abb. 5].



Abbildung 5: Dummy unter dem Sonnenschirm

(4) Während jeder Arbeitsschicht wurde die Umgebungsstrahlung (ambient radiation) auf einer horizontalen nicht beschatteten Fläche gemessen.

An den Bademeistern und den Kontrollobjekten (1), (2), (3) befanden sich jeweils vier Dosimeter: zwei vertikal an der Kopfbedeckung oder an der Brille und zwei horizontal an der Schulter. Die Messungen erfolgten ohne Unterbrechung auch während der Pausen.

Die verwendeten Sonnenschirme (El Greco, Ammerbuch) haben eine Höhe von 2,50 m und im aufgespannten Zustand einen Durchmesser von 3 m. Der Durchmesser des Mastes beträgt 49 mm, die Streben, über die das Baumwollsegeltuch mit einem Stoffgewicht von 280 g/m^2 aufgespannt ist, haben die Maße 17 mm x 29 mm. Das Baumwollsegeltuch weist eine Leinenbindung auf und wurde für eine Wassersäule von 400 mm imprägniert.

Ergebnisse der Messungen

Ziel war es, das Verhalten und die UV-Belastung gerade an besonders heißen und sonnigen Tagen zu untersuchen. Aus diesem Grund wurden die Messungen nur an ausgesuchten Tagen im Untersuchungszeitraum Juli bis September 1999 durchgeführt.

Der Bademeister A (BM A) hielt sich während 74,6 % der Gesamtmesszeit im Freien auf. Rund 80 % der Aufenthaltszeit im Freien war BM A dabei ungeschützt der Sonne ausgesetzt. Bezogen auf die Gesamtmesszeit ergibt sich damit eine Aufenthaltszeit im Freien unter Sonne von rund 60 %. (Tabelle A.I)

Tabelle A.I: Aufenthaltszeiten von BM A im Freien

Ort	Zeit	Zeit in Prozent (Bezugspunkt: Gesamtmeßzeit von 53h 55min)	Zeit in Prozent (Bezugspunkt Zeit im Freien von 40h 13min)
im Freien	40h 13 min	74,6 %	100,0 %
im Freien (bewölkt)	8h 15 min	15,3 %	20,5 %
im Freien (Sonne)	31h 58 min	59,3 %	79,5 %

Der Bademeister B (BM B) hielt sich während 54,6 % der Gesamtmesszeit im Freien auf. Rund 91 % der Aufenthaltszeit im Freien war BM B dabei ungeschützt der Sonne ausgesetzt. Bezogen auf die Gesamtmesszeit ergibt sich damit eine Aufenthaltszeit im Freien unter Sonne bei BM B von rund 50 %. (Tabelle B.I)

Tabelle B.I: Aufenthaltszeiten von BM B im Freien

Ort	Zeit	Zeit in Prozent (Bezugspunkt: Gesamtmeßzeit von 38h 35min)	Zeit in Prozent (Bezugspunkt Zeit im Freien von 21h 06min)
im Freien	21h 06min	54,6 %	100,0 %
im Freien (bewölkt)	1h 52min	4,8 %	8,8 %
im Freien (Sonne)	19h 14min	49,8 %	91,2 %

25 % (A) bzw. 45 % (B) der Arbeitszeit suchten die BM bei Sonnenschein Schatten auf. Häufigster Zufluchtsort war das BM-Häuschen [Vgl. Abb. 6 und Lageplan im Anhang]. BM A suchte es während 20 % der Arbeitszeit auf, BM B während 24 %. Dies lässt möglicherweise darauf schließen, dass sich die BM dort den besten Schutz versprachen. Die Attraktivität des BM-Häuschens könnte aber auch andere Gründe haben. Zu beachten ist jedoch, dass der Aufenthalt im Häuschen nicht den Vorschriften entspricht, da er mit einer Beeinträchtigung der Aufsichtspflicht einhergehen kann. Eine vorschriftsmäßige Möglichkeit, sich der Sonnenexposition zu entziehen, bieten die speziell dafür aufgestellten Sonnenschirme. Diese wurden jedoch kaum angenommen. BM A nutzte diese zu 0,3 %, BM B zu 3,2 %. Diese Ergebnisse werfen die Frage nach der grundsätzlichen Akzeptanz und Eignung der Sonnenschirme als

Sonnenschutz für BM auf. Dass ein grundsätzliches Bedürfnis der BM, sich im Schatten aufzuhalten, vorliegt, machen die Aufenthaltszeiten im Schatten des Hauses (BM A: 4,9 %, BM B: sogar 17,6 %) und im Schatten von Bäumen (BM A: 0,2 %, BM B: 0,7 %) deutlich. (Tabellen/Diagramme A.II und B.II)

Tabelle A.II: Aufenthaltszeiten von BM A in der Sonne und im Schatten
 (absolut und relativ)

Im Freien sonnig	Im Freien bewölkt	Im Haus	Am Haus	Unterm Schirm	Unterm Baum	Gesamt
59,3 %	15,3 %	20,0 %	4,9 %	0,3 %	0,2 %	100 %
1918 min	495 min	646 min	159 min	9 min	8 min	3235 min

Diagramm A.II

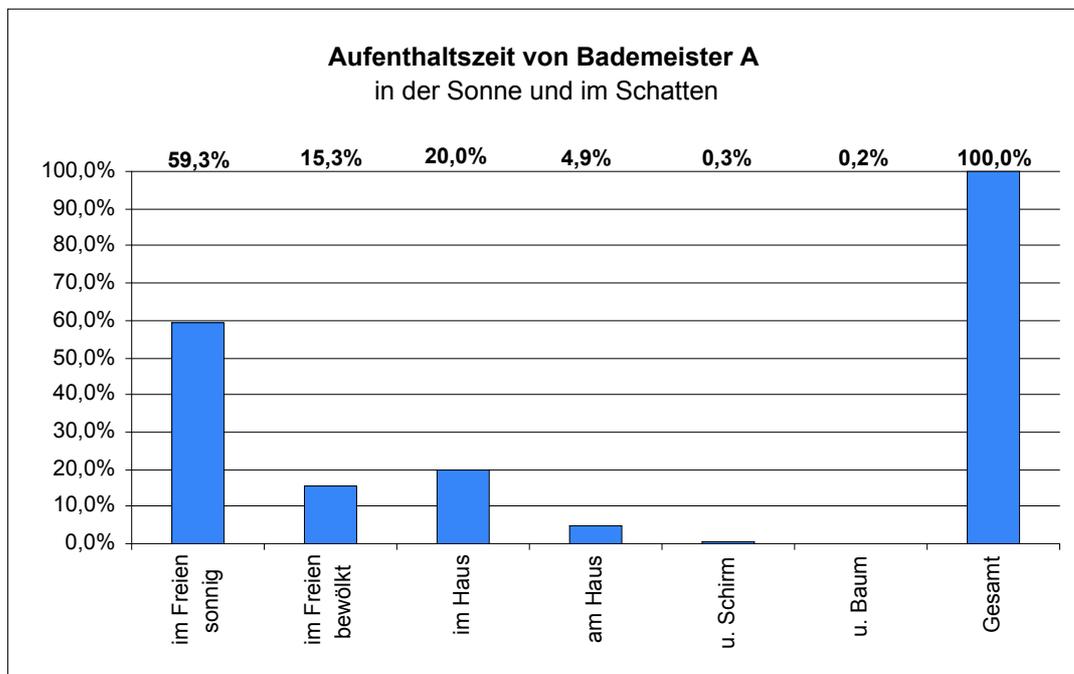
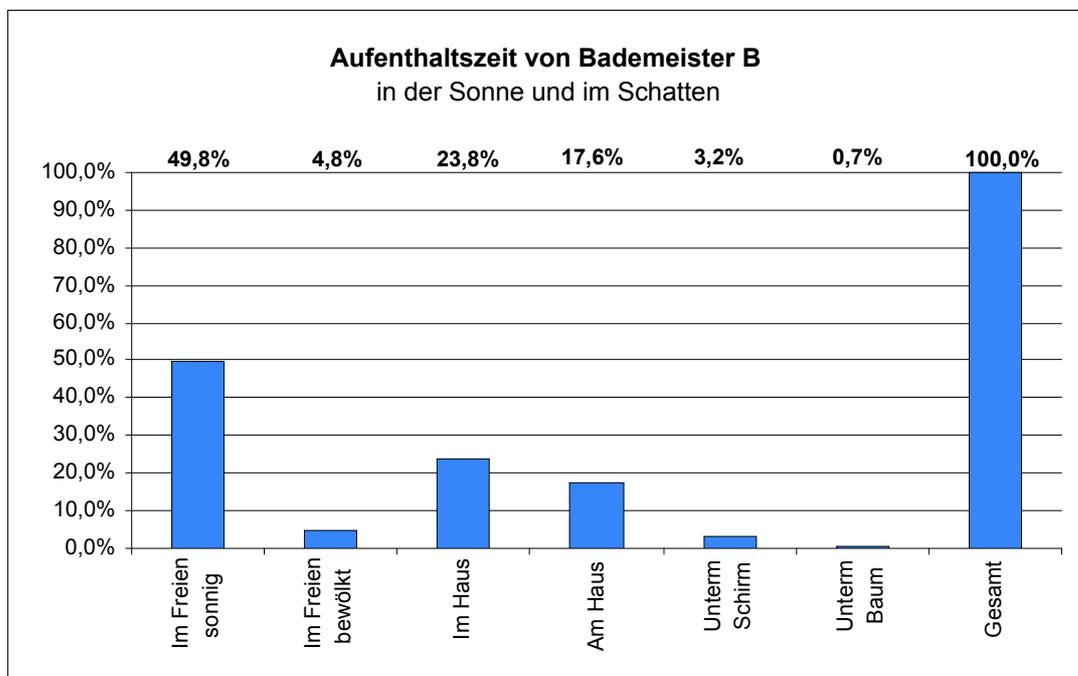


Tabelle B.II: Aufenthaltszeiten von BM B in der Sonne und im Schatten
 (absolut und relativ)

Im Freien sonnig	Im Freien bewölkt	Im Haus	Am Haus	Unterm Schirm	Unterm Baum	Gesamt
49,8 %	4,8 %	23,8 %	17,6 %	3,2 %	0,7 %	100 %
1154 min	112 min	551 min	407 min	75 min	16 min	2315 min

Diagramm B.II



Vergleichsgröße für die Messwerte an den BM, den Dummies und der Kontrollperson war die Umgebungsstrahlung. Sie wurde auf einer horizontalen Fläche während der Gesamtmesszeit jeweils parallel zu den Arbeitszeiten der BM mit Hilfe zweier Dosimeter erfasst. Ihr Ort wurde so ausgewählt, dass kein Schatten auf sie fallen konnte.

Bei BM A ergibt sich eine Umgebungsstrahlung von 101,5 MED (als Durchschnittswert aus beiden Dosimetern), bei BM B 97,5 MED. Das entspricht einer maximal möglichen Exposition bei BM A von 1,9 MED/h und von 2,5 MED/h bei BM B. (Tabellen A.III und B.III)

Tabelle A.III: Umgebungsstrahlung bei BM A

Gesamt-MED	101,5
Durchschnittswert aus 2 Dosimetern bei einer Gesamtmeßzeit von 53h 55min	
MED/h	1,9

Tabelle B.III: Umgebungsstrahlung bei BM B

Gesamt-MED	97,5
Durchschnittswert aus 2 Dosimetern bei einer Gesamtmeßzeit von 38h 35min	
MED/h	2,5

Aufschlussreich ist ein Vergleich der relativen Personendosis (Tabellen A.IV und A.V bzw. B.IV und B.V). Die höchsten Werte weisen dabei die horizontalen Flächen an den Schultern derjenigen Dummies auf, die ungeschützt der Sonne ausgesetzt waren. Bei Dummy A1 waren dies zwischen 63 und 75 % (rechte bzw. linke Schulter), bei Dummy B1 zwischen 69 und 78 % der Umgebungsstrahlung. Der Grund weshalb die ungeschützten horizontalen Flächen an den Schultern der Dummies nicht 100 % der Umgebungsstrahlung abbekommen haben, dürfte daran liegen, dass die Schultern leicht herabhängen und der Kopf einen Schatten werfen kann. Ähnlich hohe Werte erreichte jeweils die Kontrollperson (KP), die als Double des BM fungierte, dabei jedoch immer der Sonne

ausgesetzt blieb, auch wenn der BM den Schatten aufsuchte. Hier erreichten die horizontalen Flächen an den Schultern MED-Werte bei KP A zwischen 36 und 63 % , bei KP B zwischen 29 und 46 % der Umgebungsstrahlung. Die vertikalen Flächen - Gesichtspartien beispielsweise - waren immerhin noch zwischen 26 und 34 % (KP A) bzw. zwischen 26 und 33 % (KP B) der Umgebungsstrahlung ausgesetzt.

Bei den BM wurde gegenüber den KP zwar eine geringere relative Personendosis gemessen, sie überstieg aber teilweise die Werte des Dummies unter dem Sonnenschirm um bis das Sechsfache. Das bedeutet, dass ein Schutzpotenzial der Sonnenschirme durchaus vorhanden ist. Ein längerer Aufenthalt der BM unter den Sonnenschirmen hätte ihre relative Personendosis also durchaus signifikant verringern können. BM A erzielte bei den horizontalen Flächen MED-Werte zwischen 35 und 48 % (Dummy A2: zwischen 8 und 12 %), BM B zwischen 22 und 35 % (Dummy B2: zwischen 9 und 17 %) der Umgebungsstrahlung. Bei den vertikalen Flächen waren es bei BM A zwischen 18 und 25 % (Dummy A2: 9 %), bei BM B zwischen 16 und 20 % (Dummy B2: zwischen 8 und 10 %).

Tabelle A.IV: Relative Personendosis - MED-Werte in Prozent (Bezugspunkt: ambient UVR 101,5)

	Brille re. vertikal	Brille li. vertikal	Schulter re. horizontal	Schulter li. horizontal
Bademeister A	17,7	24,5	48,2	34,5
Kontrollperson A	25,6	33,5	63,0	35,5
Dummy A1 (ungeschützt)	24,7	21,7	63,0	74,9
Dummy A2 (unter dem Schirm)	8,9	8,9	7,9	11,8

Tabelle A.V: Absolute Personendosis - MED-Werte

	Brille re. vertikal	Brille li. Vertikal	Schulter re. horizontal	Schulter li. horizontal
Bademeister A	18	25	49	35
Kontrollperson A	26	34	64	36
Dummy A1 (ungeschützt)	25	22	64	76
Dummy A2 (unter dem Schirm)	9	9	8	12

**Tabelle B.IV: Relative Personendosis - MED-Werte in Prozent (Bezugspunkt:
 ambient UVR 97,5)**

	Brille re. vertikal	Brille li. Vertikal	Schulter re. horizontal	Schulter li. horizontal
Bademeister B	19,5	15,6	35,1	21,5
Kontrollperson B	33,2	26,3	45,8	29,3
Dummy B1 (ungeschützt)	17,6	19,5	78,0	69,2
Dummy B2 (unter dem Schirm)	9,8	7,8	8,7	16,6

Tabelle B.V: Absolute Personendosis - MED-Werte

	Brille re. vertikal	Brille li. vertikal	Schulter re. horizontal	Schulter li. horizontal
Bademeister B	20	16	36	22
Kontrollpers. B	34	27	47	30
Dummy B1 (ungeschützt)	18	20	80	71
Dummy B2 (unter dem Schirm)	10	8	9	17

Die maximale UV-Exposition der Bademeister betrug vertikal am Kopf 0,5 MED/h und 0,9 MED/h horizontal an den Schultern. (Tabellen A.VI und B.VI)
 Damit lässt sich sagen, dass die UV-Exposition der BM 70 % der UV-Exposition der Kontrollperson betrug. Vertikal am Kopf entsprach die UV-Dosis der BM derjenigen des Dummy in der Sonne und betrug etwa das doppelte der Dosis des Dummy unter dem Schirm. Horizontal an den Schultern gemessen betrug die UV-Dosis etwa die Hälfte der Dosis des Dummy in der Sonne und das Dreifache des Dummy unter dem Schirm. Die MED-Werte der vertikalen Dosimeter an der Brille lagen bei der Kontrollperson und teilweise auch bei den BM höher als beim Dummy in der Sonne. Dies könnte möglicherweise daran liegen, dass sich der Mensch von der Sonne abwendet um direktes Sonnenlicht zu meiden.

Die Messergebnisse lassen sich auch auf eine 8-Stunden-Arbeitsschicht beziehen. Dabei ergibt sich bei den untersuchten Bademeistern (BM) eine mittlere UV-Personendosis von 7,2 MED an den Schultern (horizontal) und 4,0 MED seitlich am Kopf (vertikal). Die relative Personendosis liegt dann bei 45 % der Umgebungsstrahlung.

Tabelle A.VI: UV-Exposition in MED/h

	Brille re. vertikal	Brille li. vertikal	Schulter re. horizontal	Schulter li. horizontal
Bademeister A	0,3	0,5	0,9	0,6
Kontrollperson A	0,5	0,6	1,2	0,6
Dummy A1 (ungeschützt)	0,5	0,4	1,2	1,4
Dummy A2 (unter dem Schirm)	0,2	0,2	0,1	0,2

Tabelle B.VI: UV-Exposition in MED/h

	Brille re. vertikal	Brille li. vertikal	Schulter re. horizontal	Schulter li. horizontal
Bademeister B	0,5	0,4	0,9	0,6
Kontrollperson B	0,9	0,7	1,2	0,8
Dummy B1 (ungeschützt)	0,5	0,5	2,1	1,8
Dummy B2 (unter dem Schirm)	0,2	0,2	0,2	0,4

Diskussion

Diskussion berufsbedingter UV-Exposition

Sinnvoll ist es die Problematik berufsbedingter UV-Exposition aus zwei Perspektiven zu beleuchten:

- **Dermatologische Perspektive:** Risikofaktoren, die die Entstehung von Hauttumoren begünstigen
- **Arbeitsmedizinische Perspektive:** Quantifizierung der UV-Exposition bei verschiedenen Berufsgruppen anhand von Personendosimetrie und Überprüfung der Wirksamkeit von Sonnenschutzmaßnahmen

Dazu werden Ergebnisse wichtiger bisheriger Studien vorgestellt.

Die dermatologische Perspektive

UV-Strahlung und seine Rolle bei der Pathogenese von Hautkarzinomen

In den letzten Jahren steigt die Inzidenz an epithelialen Hauttumoren. In den USA und in Australien stellen sie bereits die häufigste maligne Neuerkrankung dar (Proksch und Hauschild 1994, Schaart et al. 1993). Dabei gilt die Einwirkung von UV-Strahlung als Karzinogen bei der Entstehung epithelialer Hauttumore (Glass und Hoover 1989, Gloster, Jr. und Brodland 1996). Jedoch ist bei der Pathogenese der Melanome nicht gesichert, ob UV-Strahlung als Auslöser wirkt. Bei der Entstehung des Lentigo maligna melanoma spielt die chronische Einwirkung des UV-Lichts aber eine wesentliche Rolle (IARC 2000). Erfahrungen mit Xeroderma pigmentosum (XP)-Patienten unterstützen die Theorie, dass UVB bei der Pathogenese von Hautkrebs eine wesentliche Rolle einnimmt (Kraemer et al. 1994). Aufgrund von Defekten am DNA-Reparatursystem treten bei XP-Patienten zahlreiche maligne Hauttumoren und eine frühzeitige Hautalterung auf. Durch die Einwirkung von UVB-Strahlung wird die Bildung von Thymidindimeren induziert, die ohne die Möglichkeit zur Exzisionsreparatur zu Mutationen führen.

Bisherige Erkenntnisse über Risikofaktoren epithelialer Hauttumoren

Bei den epithelialen Tumoren unterscheidet man Basaliome (syn. Basaliom) und Plattenepithelkarzinome (syn. Spinaliom). Das Basaliom ist der häufigste Hautkrebs in Europa, Nordamerika und Australien. Die Sonnenexposition spielt eine wesentliche Ursache in der Pathogenese der epithelialen Tumoren (Vitasa et al. 1990). (Levi et al. 1988)]. Die jährliche kumulative Sonnenexposition stellt keine nachweisbare Ursache in der Entstehung des Basalioms dar (Gallagher et al. 1995b, Vitasa et al. 1990). Vielmehr scheint die intermittierende Sonnenexposition während Freizeitaktivitäten in der Adoleszenz und in der Kindheit (0-19 Jahre) eine bedeutende Rolle zu spielen (Gallagher et al. 1995b, Green et al. 1988).

Ein besonders hohes Risiko, an einem Basliom zu erkranken, besteht bei den lichtempfindlichen Hauttypen 1 und 2 (Gallagher et al. 1995b), diese sind vor allem hellhäutig blond oder rothaarig und neigen zu Sonnenbrand (Erythema solare).

Die ethnische Herkunft der Mutter zeigt neben dem Hauttyp ebenfalls eine statistische Signifikanz (Gallagher et al. 1995b). Personen, deren Mütter südländischer Herkunft waren, zeigen ein niedrigeres Risiko. Als zusätzliche Risikofaktoren sind Sommersprossen und Erytheme in der Kindheit zu erwähnen, insbesondere dann wenn diese sehr schmerzhaft waren und länger als zwei Tage anhielten (Gallagher et al. 1995b, Green et al. 1988). Jedoch scheinen Erytheme nach dem 20. Lebensjahr und in anderen Lebensabschnitten sowie zehn Jahre vor der Diagnosestellung nicht mit einer erhöhten Basaliom-Rate zu korrelieren (Gallagher et al. 1995b). Dies lässt vermuten, dass schädigende Einflüsse in der Kindheit auf die DNA eher zu Mutationen führen können.

Das Basaliom tritt vor allem an sonnenexponierten Stellen auf wie zum Beispiel am Nacken, im Gesicht und am Hals (Gallagher et al. 1995b). Erwähnenswert ist jedoch, dass das Basaliom selten an den besonders stark sonnenexponierten Handrücken auftritt.

Das Plattenepithelkarzinom tritt seltener als das Basaliom auf. Das Verhältnis liegt bei 1:10 (Vitasa et al. 1990). Beim Plattenepithelkarzinom gilt wie auch beim Basaliom ein erhöhtes Risiko bei sonnenempfindlichen Personen mit heller Haut und roten Haaren und der Tendenz ein Erythem zu bekommen (Hautypen 1 und 2). Das Risiko ist auch hier niedriger bei Personen deren Mütter südländischer Herkunft sind (Vitasa et al. 1990).

Das Risiko, an einem Plattenepithelkarzinom zu erkranken, steigt mit chronisch berufsbedingt gesteigerter Sonnenexposition (Gallagher et al. 1995a). In einer Studie wiesen die an Plattenepithelkarzinom erkrankten Personen eine chronisch erhöhte berufsbedingte Sonnenexposition in den vergangenen zehn Jahren vor der Diagnosestellung auf (Gallagher et al. 1995a). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Plattenepithelkarzinom und hohen UVB-Dosen konnte in einer Studie an amerikanischen Fischern gezeigt werden (Vitasa et al. 1990).

Über 90 % der Plattenepithelkarzinome treten an chronisch lichtexponierten Stellen auf, vor allem an Händen und Ohren (Vitasa et al. 1990). Der Erkrankungsgipfel liegt zwischen 60 und 80 Jahren, in sonnenreichen Gegenden ist das Auftreten von Plattenepithelkarzinom im Alter von 30 bis 40 Jahren nicht selten (Vitasa et al. 1990). Der Erkrankungsgipfel wird somit vorverlegt. Die aktinische Keratose ist die Vorstufe zum Plattenepithelkarzinom: ca. 10-20 % der aktinischen Keratosen entwickeln sich zum Plattenepithelkarzinom (Vitasa et al. 1990). Aktinische Keratosen treten ebenfalls an unbedeckten Körperstellen wie Händen und Ohren gehäuft auf (Vitasa et al. 1990).

Bisherige Erkenntnisse über Risikofaktoren beim Melanom

Es werden vier histologische Formen unterschieden (Braun-Falco et al. 1995):

- (1) Das Lentigo-maligna-Melanom (LMM)
- (2) Das superfiziell spreitende Melanom (SSM)
- (3) Das noduläre Melanom (NM)
- (4) Das akrolentiginöses Melanom (ALM)

In der weißen Bevölkerung europäischer Herkunft überwiegt das superfiziell spreitende und das noduläre Melanom (IARC 2000).

Das Lentigo-maligna-Melanom tritt vor allem bei älteren Personen, bevorzugt an sonnenexponierten Stellen auf (Braun-Falco et al. 1995). Das Durchschnittsalter bei Auftreten des LMM beträgt 65 Jahre. Für das LMM ist der chronische Lichteinfluss von Bedeutung. In Australien zeigen Personen keltischer Herkunft im Vergleich zu anderen Rassen unter der starken Sonnenbelastung die höchste Tumorinzidenz (Braun-Falco et al. 1995).

Das SSM kann sowohl auf normaler Haut als auch auf pigmentierten Nävuszellnävi oder auf dysplastischen Nävi entstehen. Es tritt bei Männern bevorzugt am Rumpf, bei Frauen vor allem an den Waden auf. Das Durchschnittsalter des Auftretens superfiziell spreitender Melanome (SSM) liegt bei 40-50 Jahren (Braun-Falco et al. 1995).

Das noduläre Melanom kann ebenfalls sowohl auf gesunder Haut als auch auf pigmentierten Nävuszellnävi als auch auf dysplastischen Nävi entstehen. Es tritt ebenfalls bei 40-50-jährigen gehäuft auf (Braun-Falco et al. 1995).

Das akrolentiginöse Melanom entwickelt sich an Handinnenflächen und Fußsohlen. Es betrifft seltener die weisse Bevölkerung. In Japan trägt es zu einem wesentlichen Teil der Melanome bei (Elwood 1989).

Die Inzidenz von Melanomen in Europa liegt derzeit bei 6-14 Neuerkrankungen auf 100 000 Einwohner pro Jahr (Braun-Falco et al. 1995). In Europa zeigt sich ein Nord-Süd-Gefälle. Die altersstandardisierte Inzidenzrate nimmt nach Süden hin ab. Möglicherweise hängt dies von der dunkleren Pigmentierung der Bevölkerung im Süden Europas ab (Hauttypen 3 und 4 häufiger vertreten). In der Schweiz und in Österreich ist dagegen die Inzidenzrate im Vergleich zu anderen mitteleuropäischen Ländern am höchsten. Dies ist möglicherweise auf die höhere UV-Exposition, als Folge der Höhenlage und auf Bergsportaktivitäten zurückzuführen (Moehrle und Garbe 1999). In Australien und in den USA zeigen sich höhere Inzidenzraten zum Äquator hin. Die Daten unterstützen einen Zusammenhang mit der ethnischen Zugehörigkeit (Elwood et al. 1984). Auch zeigte sich, dass massive intermittierende Sonnenexposition in der Kindheit die Entstehung maligner Melanome begünstigt (Braun-Falco et al. 1995) (Elwood et al. 1985). Eine hohe Anzahl von „gewöhnlichen“ und atypischen melanozytären Nävi, sowie von aktinischen Lentiginen gelten ebenfalls als Risikofaktoren für die Entstehung maligner Melanome. Die Entwicklung von gewöhnlichen und atypischen melanozytären Nävi wird vor allem durch Sonnenbrände vor dem 20. Lebensjahr begünstigt. Nach dem 20. Lebensjahr führen häufige Sonnenbrände zu aktinischer Lentiginen (Garbe et al. 1994b) (Garbe et al. 1994a).

Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Sonnenexposition bei der Entstehung von melanozytären Nävi und des malignen Melanoms. Sonnenbrände in unterschiedlichen Lebensperioden, die auf eine intermittierende intensive Sonnenexposition zurückzuführen sind, gelten als exogene Faktoren, die die Prävalenz von „gewöhnlichen“ und atypischen melanozytären Nävi und aktinischer Lentiginen erhöhen. Die Anzahl dieser melanozytären Läsionen erhöht das relative Risiko an einem malignem Melanom zu erkranken (Garbe et al. 1994a). Der Anteil der in der histologischen Untersuchung identifizierbaren nävusassoziierten Melanome beträgt 22-32,5 % (Garbe et al. 1994a).

Bei einer Untersuchung an einer kanadischen Bevölkerungsgruppe konnte ein Zusammenhang zwischen Melanomrisiko und Hauttyp und Haarfarbe festgestellt werden (Elwood et al. 1984). Ein besonders hohes Risiko an malignem Melanom zu erkranken, tragen Personen mit einem hereditärem Syndrom dysplastischer Nävi (BK-mole Syndrom) und Personen mit erworbenen dysplastischen Nävuszellnävi (Garbe et al. 1994a) (Garbe 1995). Weitere genetische Faktoren in der Entstehung des malignen Melanoms werden diskutiert.

Insgesamt besteht bei chronischer beruflicher UV-Exposition möglicherweise ein geringeres Risiko an einem Melanom zu erkranken als bei „Indoor-Arbeitern“. Dadurch ließe sich auch die höhere Melanominzidenz bei „Indoor-Arbeitern“ mit intermittierender Sonnenexposition erklären (Weinstock 1996).

Die arbeitsmedizinische Perspektive

Einige wenige Studien zur Quantifizierung der berufsbedingten UV-Exposition sind bisher durchgeführt worden (Gies et al. 1995) (Moehrle et al. 2000c). Die Ergebnisse dieser Studien zeigen in allen Fällen eine Überschreitung der durch die American Conference of Governmental Industrial Hygienists empfohlenen Grenzwerte (American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1999) (International Non-ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association 1989).

Personendosimetrie

Zur Personendosimetrie wurden bisher vor allem Polysulfonfilmdosimeter sowohl an Dummies als auch an Probanden eingesetzt (American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1999) (Gies et al. 1995). Der Polysulfonfilm wird unter UV-Exposition nach und nach zersetzt und ändert dosisabhängig seine optische Dichte. Vor und nach der UV-Exposition muß die Absorption im

Dosimeter photometrisch bestimmt werden. Der Differenzwert bei einer bestimmten Wellenlänge stellt ein Maß für die exponierte UV-Dosis dar (American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1999) (Knuschke und Barth 1996). Die spektrale Sensibilität von Polysulfonfilm dosimetern erfasst lediglich Wellenlängen unter 315 nm. Der Nachteil an Polysulfondosimetern besteht darin, dass die spektrale Sensibilität der Dosimeter und das Empfindlichkeitsspektrum der Haut nicht miteinander korrelieren (Knuschke und Barth 1996). Das Empfindlichkeitsspektrum der Haut ist abhängig von der Wellenlänge innerhalb von 250-400 nm (McKinlay und Diffey 1987). Diesem Empfindlichkeitsspektrum kommt das Empfindlichkeitsspektrum des Bacillus subtilis Sporenmeter deutlich näher als jenes der Polysulfondosimeter.

Bisherige Erkenntnisse berufsbedingter UV-Exposition

In einer im Jahre 1992 durchgeführten Studie wurden drei Berufsgruppen - Sportlehrer, Bademeister und Gärtner - an der australischen Südküste in Queensland auf ihre berufsbedingte Sonnenexposition untersucht. Die Untersuchungen wurden an fünf aufeinanderfolgenden Arbeitstagen jeweils von 7 bis 17 Uhr durchgeführt. Die Untersuchungspersonen trugen an den Schultern und am Brustkorb Polysulfonfilm dosimeter (Gies et al. 1995).

Die Studie ergab, dass die an den Schultern und am Brustkorb gemessenen Werte ca. 10-20 % der täglichen Umgebungsstrahlung ausmachten. An den Schultern wurden wie in den hier vorgelegten Daten höhere Werte als an der Brust erreicht. Das Verhältnis Sonnenexposition zur Umgebungsstrahlung - die relative Personendosis - blieb sowohl an sonnigen als auch an bewölkten Tagen konstant.

Die Sonne ist zwar die wichtigste Quelle ultravioletter Strahlung, es gibt jedoch auch künstliche Quellen, zum Beispiel in phototherapeutischen Abteilungen. Deshalb sind nicht nur Beschäftigte in Freiluftberufen sondern auch Angestellte phototherapeutischer Abteilungen einer erhöhten UV-Exposition ausgesetzt. Diese erreichen an einem 8 Stunden-Arbeitstag einen medianen Wert von

6 J/m². Das entspricht einem Fünftel der maximal zulässigen Belastung. Diese Dosen würden im Laufe einer 40-jährigen Arbeitszeit das Risiko an Hautkrebs um 25 % erhöhen (Diffey 1988).

Die freizeitbedingte UV-Exposition blieb dabei unberücksichtigt. Durch Urlaubsaufenthalte in sonnigen Gebieten kann eine zusätzliche Belastung von 20-100 MED pro Jahr erreicht werden (Diffey 1988). Würde noch eine zusätzliche Benutzung von Solarien erfolgen, könnte sich auch dadurch die gesamte UV-Dosis erhöhen. Eine 30-minütige Sitzung im Sonnenstudio entspricht etwa 0,7 MED (Diffey 1988).

Die jährliche UV-Exposition bei „indoor“ Berufstätigen wird in den mittleren Breitengraden (40-60°) auf 70 MED geschätzt (Diffey 1990). Bei Beschäftigten in Freiluftberufen wird die jährliche UV-Exposition mit 250 MED auf das 3,5-fache geschätzt (Diffey 1990).

Aus vorherigen Studien geht hervor, dass Indoor-Arbeiter 3-5 % der jährlichen Umgebungsstrahlung und Outdoor-Arbeiter 10 % der jährlichen Umgebungsstrahlung erhalten (Diffey 1987). Das Verhältnis der UV-Exposition von Outdoor-Arbeitern zu Indoor-Arbeitern liegt bei 2,25 bis zu 3,0 zu 1,0 (Schothorst et al. 1985).

Die weltweit zu beobachtende zunehmende Inzidenz an Hautkrebs kann durch eine erhöhte UV-Exposition in Freiluftberufen bedingt sein. Bei den Outdoor-Arbeitern besteht in den Niederlanden ein 2,3-fach höheres und in Australien ein 5,5-fach höheres Risiko an nicht Melanomen-bedingten Hautkrebsen zu erkranken (Diffey 1987).

Bei einer in Maryland an Fischern durchgeführten Studie betrug die durchschnittliche jährliche UV-Exposition des Gesichts 1-8 % der durchschnittlichen jährlichen UVB-Strahlung. Dies entsprach einer MED von 33-260 pro Jahr (1 MED = 350 J/m²) (Strickland et al. 1989).

Gegenstand von vorherigen Studien waren auch Sonnenschutzmaßnahmen und das Verhalten des Menschen in der Sonne. Die regelmäßige Anwendung von Sonnenschutzpräparaten zeigte in einer australischen Studie über 36 Monate, dass sich das Auftreten von präkanzerösen Hautveränderungen reduzieren ließ (Naylor et al. 1995). Die Schutzwirkung von Sonnenschutzmitteln ist abhängig von der Art der Anwendung. Der angegebene Schutzfaktor wird bei einer Applikation von 2 mg/cm^2 auf die Haut angegeben.

Die meisten Personen neigen dazu weniger aufzutragen. Dies zeigte eine in Dänemark durchgeführte Studie an 808 Personen. Aus der Untersuchung ergab sich, dass nur 46 % der Personen Sonnenschutzmittel mit einer Menge von $0,5 \text{ mg/cm}^2$ anwendeten (Diffey 1996). Bei der Anwendung von geringeren Mengen als den vorgeschriebenen Mengen verringert sich auch der auf der Packung angegebene Sonnenschutzfaktor. Um diesen Sonnenschutzfaktor zu erreichen, benötigt man 35 ml eines Sonnenschutzmittels für eine Körperoberfläche von $1,73 \text{ m}^2$ welche ungefähr bei einem normalgewichtigen Mann mit einer Körpergröße von 1,82 m und einem Körperumfang von 0,95 m vorliegt. Für einen Auftrag müssten etwa $1/6$ eines Sonnenschutzpräparates mit einem Inhalt von 200 ml eingesetzt werden (Diffey 1996).

Sonnenschutzpräparate enthalten entweder physikalische Filter, wie Titandioxid und Zinkoxid, die UV-Strahlung absorbieren und streuen können oder es handelt sich um chemische Filter, die die UV-Strahlung nur absorbieren. Ein direkter karzinogener Effekt von Inhaltsstoffen in Sonnenschutzpräparaten ist umstritten (Lim und Cooper 1999). Unverträglichkeitsreaktionen können auftreten und sind auf Duft oder Konservierungsstoffe oder auf UV-Filter zurückzuführen (Neumann et al. 1994).

Chemische Filter werden durch die Absorption von UV-Strahlung in einen angeregten Zustand versetzt und müssen wieder den Grundzustand erreichen. Infolge dessen entstehen reaktive Moleküle, die mit zellulären Komponenten, einschließlich der DNA, reagieren können (Lim und Cooper 1999).

Bei der Anwendung von Sonnenschutzpräparaten sollte darauf geachtet werden, dass diese sowohl gegen UVB als auch UVA wirksam sind. Die Benutzung von Schutzpräparaten kann zu einer Verlängerung der UV-Expositionsdauer führen, weil bei Präparaten mit UVB-Schutz (ohne UVA-Schutz) eine "warnende" Erythembildung nicht eintritt. Es wird diskutiert, ob nicht dadurch bei Gebrauch von Sonnenschutzpräparaten das Hautkrebsrisiko erhöht wird.

Gegenstand von Untersuchungen ist die Wirkung der regelmäßigen Anwendung von Sonnenschutzpräparaten auf die Vitamin D-Synthese. Eine Untersuchung von 1987 stellte fest, dass die regelmäßige Anwendung von Sonnenschutzpräparaten zu einer fast vollständigen Unterbrechung der Vitamin D-Synthese führte (Matsuoka et al. 1987). Eine randomisierte Doppelblind-Untersuchung an 113 Personen im Alter von 40 Jahren und älter konnte diese Hypothese jedoch nicht belegen (Marks et al. 1995).

Die Untersuchung von Hüten bezüglich Sonnenschutzmaßnahmen für das Gesicht, den Nacken und die Ohren ergab, dass ein ausreichender Sonnenschutzfaktor bei einer Hutkrempe breiter als 7,5 cm erreicht werden kann (Diffey und Cheeseman 1992).

Eine Studie bezüglich des Verhaltens des Menschen im solaren Strahlungsfeld zeigte, dass Personen mit einer hohen beruflichen UV-Exposition, eine geringere Tendenz zum Aufenthalt im Freien haben. Bevölkerungsgruppen, die eine freizeitbedingte erhöhte Sonnenexposition aufweisen, tendieren im Urlaub zu sonnenintensiven Aktivitäten und Verhaltensweisen (Schauberger et al. 1992).

Diskussion der Ergebnisse

Ausgangspunkt der Untersuchung bildeten zwei Fragen:

- (1) Wie wirksam sind die neu eingeführten Schutzmaßnahmen?
- (2) Welche weiteren Schutzmaßnahmen sind zu empfehlen?

Die neu eingeführten Sonnenschutzmaßnahmen und ihre Wirkung: In welchem Maße reduzieren sie die relative Personendosis?

Das Ergebnis dieser Untersuchung ergab bei den untersuchten Bademeistern (BM) eine mittlere UV-Personendosis von 7,2 MED an den Schultern und 4,0 MED seitlich am Kopf je 8-Stunden-Arbeitsschicht. Die relative Personendosis lag bei 45 %.

Im Vergleich dazu erreichten die BM im Jahre 1997 eine durchschnittliche UV-Dosis von 5,2 MED (an Kopf bzw. Schulter) je 8-Stunden-Arbeitsschicht und eine relative Personendosis von 55 % (Moehrle et al. 2000c).

Das bedeutet eine Reduktion der relativen Personendosis um etwa 18 %.

Für UV-Strahlung wurden Grenzwerte von der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGHI) (American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1999), der International Radiation Protection Association (IRPA) (International Non-ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association 1989) und der International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) herausgegeben. Die Grenzwerte gelten für festgelegte Wellenlängen. Für die Wellenlänge 298 nm (bei der das verwendete Dosimeter normalisiert ist) liegt der Grenzwert bei 80 J/m^2 bzw. 0,3 MED je 8-Stunden-Arbeitsschicht.

Die Ergebnisse der jetzigen Untersuchung zeigen, dass die für UV-Strahlung empfohlenen Grenzwerte (American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1999) (International Non-ionizing Radiation Committee of the

International Radiation Protection Association 1989) an der am höchsten sonnenexponierten Stelle (Schultern) um den Faktor 20 übertroffen worden sind. Doch selbst ein ständiger Aufenthalt unter einem Sonnenschirm (gemessen am Dummy) hätte noch zu einer Überschreitung des Grenzwertes um den Faktor 6 geführt.

Die BM erzielten durch das Aufsuchen von Schatten (25-45 % ihrer Arbeitszeit) eine Reduktion der relativen Personendosis um 30 %. Auf sie wirkte 70 % der relativen Personendosis der Kontrollperson ein, die sie während jeder Arbeitsschicht von der Sonne ungeschützt begleitete.

Obwohl die BM in 25-45 % ihrer Arbeitszeit bei Sonnenschein zwar im Schatten waren, suchten sie in max. 3 % ihrer Arbeitszeit die Sonnenschirme auf. Zentrale Aufgabe der BM ist die Überwachungs- und Ordnungsfunktion, die sie nur durch regelmäßige Standortwechsel erfüllen können. Ein längerer Aufenthalt unter den Sonnenschirmen wäre gleichbedeutend mit einer Vernachlässigung ihrer Funktionen. Dies kann jedoch nicht im Sinne des Arbeitgebers sein.

Ein Vergleich der UV-Dosis an den Schultern des Dummy unter dem Schirm und des Dummy in der prallen Sonne gibt einen Hinweis auf die tatsächliche Reduktion der relativen Personendosis mittels der eingesetzten Sonnenschirme. An der rechten Schulter konnte eine Reduktion um 88 % erzielt werden, an der linken Schulter eine Reduktion um 80 %. Die Diskrepanz zwischen der rechten und der linken Schulter liegt vermutlich daran, dass die Dummies einen fixen Standort hatten und die linke Schulter durch die Abendsonne längere Zeit exponiert war. Die BM und die Kontrollperson hatten höhere MED-Werte an der rechten Schulter als an der linken Schulter, weil sie während 5 - 20 % der Gesamtmesszeit an ihrem Bademeisterhaus standen mit Blick in Richtung der Dummies – also nach Südwesten [Abb. 6 und Lageplan im Anhang]. Dadurch war die rechte Schulter länger der tiefstehenden Abendsonne exponiert. Die BM haben 45 - 75 % der rechten Schulter und 30 - 45 %

der linken Schulter der UV-Schulterdosis der Dummies in der prallen Sonne erreicht.

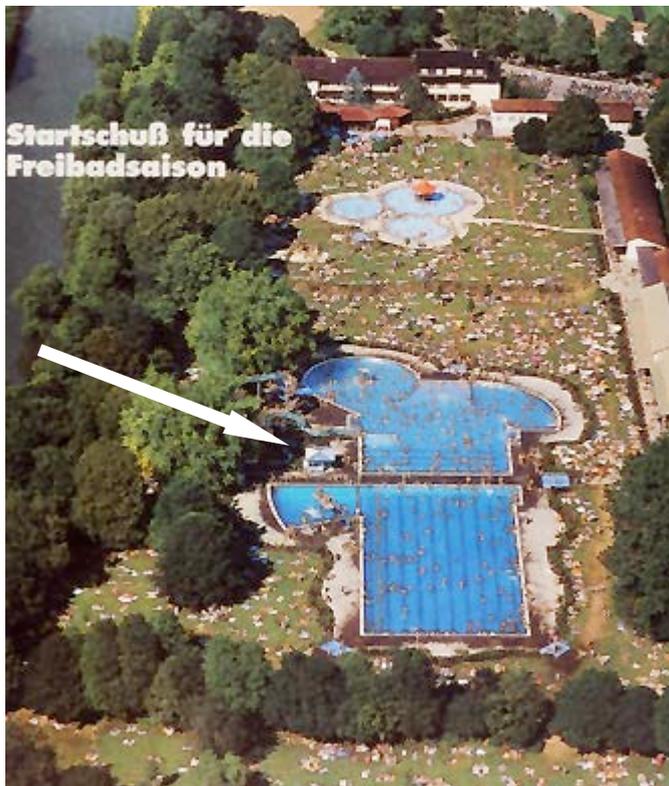


Abbildung 6: Freibad Tübingen: Das BM-Häuschen erkennt man links zwischen den beiden großen Becken (siehe Pfeil).

Hätten die BM während ihrer ganzen Arbeitsschicht ständig unter dem Schirm gestanden, hätte dies zu einer Reduktion der UV-Dosis zu 75-86 % an der rechten Schulter und zu 23-66 % an der linken Schulter geführt. Seitlich am Kopf hätte das Aufsuchen der Sonnenschirme während der ganzen Arbeitszeit die UV-Dosis um 50 % reduziert.

Festzuhalten ist jedoch, dass selbst durch einen ständigen Aufenthalt unter dem Schirm die empfohlenen Grenzwerte um das Sechsfache übertroffen

worden wären. Hieraus ergibt sich, dass die Senkung der relativen Personendosis nicht nur durch eine einzige Maßnahme erzielt werden kann, sondern mehrere Maßnahmen getroffen werden müssen. Lösungsmöglichkeiten könnten in das Verhalten eingreifen und durch weitere praktische Sonnenschutzmaßnahmen ergänzt werden.

Das Verhalten der BM zeigt, dass die Sonnenschirme dem Arbeitsverhalten nicht entgegenkommen. Obwohl die Sonnenschirme in regelmäßigen Abständen relativ ausreichend am Schwimmbeckenrand positioniert waren, wurden sie von den Bademeistern im Laufe ihrer Arbeitszeit nur zu 3 % aufgesucht. Selbst das Wissen, dass sie beobachtet wurden, führte nicht zum "erwünschtem" Verhalten, die Sonnenschirme intensiver zu nutzen.

Hinsichtlich der Bekleidung gab es ebenfalls Unterschiede. Einer der Untersuchungspersonen trug nur an wenigen Tagen eine Kopfbedeckung, eine Baseball-Kappe und immer lange Hosen. Der andere untersuchte BM trug an allen Tagen eine Kopfbedeckung mit einer Hutkrempe von ca. 5 cm, jedoch immer kurze Hosen. Beide untersuchten BM trugen immer Sonnenbrillen, jedoch boten diese keinen ausreichenden Schutz gegen Streustrahlung. Die nicht mit Dosimetern ausgestatteten BM trugen immer kurze Hosen und eine Sonnenbrille, jedoch selten eine Kopfbedeckung. Breitrempige, helle Hüte wurden vom Arbeitgeber gestellt. Die zur Zeit geltende Kleidervorschrift zielt primär auf eine gute Erkennbarkeit der BM ab, nicht jedoch auf einen Sonnenschutz.

Sonnenschutzpräparate wurden zwar angewendet, aber nicht in regelmäßigen Abständen aufgetragen. Der Arbeitgeber weist bisher lediglich auf die Verwendung von Sonnenschutzpräparaten hin, stellt aber keine zur Verfügung. All diese Ergebnisse zeigen, dass weitere Sonnenschutzmaßnahmen zur Reduktion der UV-Belastung unerlässlich sind.

Präventionsmaßnahmen

Man kann primäre von sekundären Präventionsmaßnahmen unterscheiden. Primäre Präventionsmaßnahmen zielen über persönliche, technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen darauf ab, die UV-Exposition zu verringern. Sekundäre Präventionsmaßnahmen richten sich auf die Früherkennung, um die Folgen einer erhöhten UV-Exposition in Grenzen zu halten.

Optimierungspotenzial von primären Präventionsmaßnahmen

Verhalten

Das individuelle Verhalten bestimmt das Ausmass der UV-Exposition entscheidend mit. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, gezielt in das individuelle Verhalten einzugreifen, um die UV-Exposition zu senken. Der Arbeitgeber (in diesem Fall die Stadtwerke Tübingen) sollte seine Arbeitnehmer gezielt über die Gefahren einer erhöhten UV-Exposition aufklären und somit die BM auffordern die Sonnenschirme öfter aufzusuchen. Die Frage, ob das Aufsuchen von den Sonnenschirmen in den Arbeitsablauf integriert werden kann, sollte geprüft werden. Objektiv gesehen sind die Sonnenschirme relativ gut positioniert und könnten häufiger aufgesucht werden. Ergibt sich jedoch keine Integration in den Arbeitsablauf, könnte man eine durchgehende Überdachung um das Schwimmbassin in Erwägung ziehen (vgl. Schutzmaßnahmen technischer Art)

Die BM sollten unter anderem darauf hingewiesen werden, dass bezüglich der Qualität des Schattens Unterschiede bestehen. Sonnenschirme oder feste Überdachungen sollten gegenüber anderen Schatten spendenden Möglichkeiten bevorzugt werden. Die BM sollten weiterhin darauf hingewiesen werden, besonders in der Zeit zwischen 10.00 und 16.00 Uhr direkte Sonnenexposition zu vermeiden.

Die Untersuchung zeigte, dass selbst ein ständiger Aufenthalt unter dem Schirm zu einer Grenzwertüberschreitung um den Faktor 6 geführt hätte. Neben weitergehenden Maßnahmen, sollten die BM darüber unterrichtet werden, dass auch ihr Freizeitverhalten zu einer weiteren UV-Exposition beitragen kann. Deshalb sollten die BM möglichst auf sonnenintensive Freizeitgestaltung und Urlaub in sonnenreichen Gegenden sowie auf die Benutzung von Solarien verzichten.

Sonnenschutzpräparate

Einen weiteren Präventionsaspekt stellt das regelmäßige Auftragen von Sonnenschutzpräparaten dar. Es wäre sinnvoll, UVA/UVB-wirksame Sonnenschutzpräparate mit einem hohen Lichtschutzfaktor und ebenso ein Lippenchutzpräparat bereitzustellen. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass Sonnenschutzpräparate neben geeigneter Kleidung den notwendigen ergänzenden Schutz bieten, keinesfalls sollte aber dessen Gebrauch zu einer längerer Expositionszeit in der direkten Sonne führen. Das regelmäßige Auftragen sollte institutionalisiert werden. Es empfiehlt sich Sonnenschutzmittel dort anzuwenden wo die Haut nicht durch geeignete Kleidung geschützt werden kann, das heisst vor allem im Gesicht und an den Händen.

Kleidung

Eine weitere Präventionsmaßnahme liegt in der Wahl der Kleidung. Sie bietet das beste Optimierungspotenzial. In einer Untersuchung konnte festgestellt werden, dass Textilien am Körper einen höheren Sonnenschutzfaktor aufweisen als unter Laborbedingungen. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass unter Laborbedingungen mit orthogonal einfallenden UV-Strahlen gemessen wird. Am Körper getragene Kleidungsstücke sind einer diffusen Einstrahlung von UV-Strahlen ausgesetzt (Moehrle und Garbe 2000b). Der sich in Diskussion befindliche europäische Standard (European Committee

for Standardisation 2001) zur Bestimmung des Sonnenschutzfaktors von Textilien dürfte auch aus diesem Grund den eigentlichen Sonnenschutzfaktor von Textilien unterschätzen.

Für BM bietet sich Kleidung mit einem angemessenen Sonnenschutzfaktor vor allem deshalb an, weil sie dadurch im Gegensatz zu fixen Unterständen in ihrer Beweglichkeit nicht beeinträchtigt werden. Der Arbeitgeber sollte Kleidung aus engmaschigen, wenig UV-durchlässigen Textilien mit einer zusätzlich kühlenden Eigenschaft anbieten um das Tragen von langen Hosen und langarmigen Oberteilen zu erleichtern. Den BM sollte weiterhin empfohlen werden, Hüte mit einer Hutkrempe von mindestens 7,5 cm und Sonnenbrillen mit UV-Schutz zu tragen (Diffey und Cheeseman 1992).

Technische und organisatorische Maßnahmen

Technische Schutzmaßnahmen sollten sich nicht nur auf das Einrichten punktueller Schattenbereichen (wie die hier untersuchten Sonnenschirme) beschränken, sondern zu flächendeckenderen Schattenzonen führen, die dem Arbeitsverhalten der Bademeister eher entsprechen. Denkbar wäre beispielsweise eine Ausweitung der natürlichen Schattenzone (Bäume, etc.) oder eine Beckenrandüberdachung.

Eine wichtige Ergänzung zu solchen technischen Lösungen bilden organisatorische Schutzmaßnahmen. So könnte man beispielsweise die Beschränkung der Expositionsdauer in der Zeit von 11.00 bis 13.00 Uhr in Erwägung ziehen. In dieser Zeit fallen zwischen 20-30 % der täglichen UV-Strahlung auf die Erde. Eine Lösungsmöglichkeit wäre hier die unpopuläre Maßnahme, das Freibad in dieser Zeit zu schließen. Diese "Siesta" käme nicht nur den Bademeistern entgegen sondern auch den Freibadbesuchern und könnte vielleicht ein gesellschaftliches Umdenken weg von der "Bräune um jeden Preis" fördern.

Zu diskutieren wäre auch die Möglichkeit, eine Art "Zugangsvoraussetzung" zu Berufen im Freien einzuführen. Vielleicht politically incorrect jedoch medizinisch

durchaus zu vertreten könnten nur Personen, die nicht zu den Risikogruppen der Hauttypen I und II gehören, für solche Tätigkeiten ausgewählt werden.

Sekundäre Präventionsmaßnahmen

Selbstuntersuchung der bedeckten und unbedeckten Haut

Die BM sollten angeleitet werden, ihre Aufmerksamkeit auf Hautveränderungen zu richten, um mittels der ABCD-Regel Veränderungen schneller zu erkennen.

Vorsorgeuntersuchungen

Die Selbstexamination sollte aber nicht die Untersuchung durch den Facharzt ersetzen, sondern eine rechtzeitige Früherkennung ergänzen. Wünschenswert sind regelmäßige hautärztliche Kontrolluntersuchungen von Beschäftigten in Freiluftberufen

Berufsgenossenschaftliche Regeln zum Schutz vor Sonnenstrahlung bei Arbeiten im Freien

Im Grundentwurf zu einer Berufsgenossenschaftlichen Regel (BGR) der BG Feinmechanik und Elektronik [Entwurf November 2001] wird im vierten Kapitel dritter Abschnitt die Gefährdungsermittlung und -beurteilung an Arbeitsplätzen im Freien festgelegt (Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) 2001). Die Gefährdungsermittlung und -beurteilung soll durch den Arbeitgeber erfolgen. „Hierbei können die örtlichen klimatischen, wetterbedingten sowie tageszeitlichen Strahlungsverhältnisse und spezifischen Erfahrungen einbezogen werden.“(Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) 2001). Die Ermittlung und Beurteilung kann aber aufgrund des mangelnden fachlichen Wissens über die örtlichen klimatischen, wetterbedingten sowie tageszeitlichen Strahlungsverhältnisse, durch den Arbeitgeber nicht adäquat selbst eingeschätzt werden.

Als Grundlage für die Gefährdungsermittlung wird in Abschnitt 4.3.3 empfohlen, den UV-Index heranzuziehen (Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) 2001). Der international einheitlich festgelegte UV-Index wird aus dem Tageshöchstwert der erythemwirksamen Bestrahlungsstärke abgeleitet. Dieser Wert wird an unbewölkten Tagen zur Mittagszeit erreicht (Bundesamt fuer Strahlenschutz 2000b, Bundesamt fuer Strahlenschutz 2000a). Er wurde so normiert, dass er derzeit Zahlenwerte zwischen 1 und 12 annehmen kann. In der Bundesrepublik Deutschland kann er im Sommer im allgemeinen maximale Werte von 8 erreichen. Er wird im wesentlichen von dem Sonnenhöchststand und der Bewölkung bestimmt, aber auch der Ozongehalt in der Stratosphäre spielt eine Rolle. Die Strahlenschutzkommission empfiehlt, ab einem UV-Index von 3 Sonnenschutzmaßnahmen in Betracht zu ziehen. Nach dem BGR-Entwurf wird ab einem UV-Index von 5 von einer Gefährdung ausgegangen, ab einem UV-Index von 3 werden bereits Schutzmaßnahmen durch den Unternehmer für erforderlich gehalten. Dabei sollen technische und organisatorische Schutzmaßnahmen Vorrang vor persönlichen Schutzausrüstungen haben.

In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich jedoch, dass Sonnenschirme als eine Möglichkeit von technischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend sind. Die in der BGR empfohlenen organisatorischen Maßnahmen, wie Beschränkung der Expositionsdauer, Arbeiten im Schatten oder auch die Verlegung der Arbeiten in die Morgen- und Abendstunden, sind im Rahmen eines Freibadbetriebs nicht umsetzbar. Persönliche Schutzausrüstung, geeignete Schutzkleidung und Kopfbedeckung mit Ohrenschutz, geeignete Schutzbrillen sowie Hautschutzmittel mit geeignetem Sonnenschutzfaktor sind vom Unternehmer zu stellen.

Im Abschnitt 4.4.3 wird geregelt, dass der Unternehmer die Beschäftigten über die möglichen Gefährdungen der Sonnenexposition und über mögliche Schutzmaßnahmen zu unterweisen und der Versicherte diesem Folge zu leisten hat. Die Unterweisung hat vor Beginn der Tätigkeit und anschließend

mindestens einmal im Jahr zu erfolgen (Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) 2001). Ferner hat der Unternehmer die Pflicht, den Versicherten Vorsorgeuntersuchungen nach § 11 Arbeitsschutzgesetz anzubieten (Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) 2001).

Anerkennung von Hautkrebs bei Beschäftigten in Freiluftberufen als Berufskrankheit?

Aus den zitierten früheren Studien und der hier vorliegenden Untersuchung ergibt sich eine sehr hohe berufsbedingte UV-Exposition bei Beschäftigten in Freiluftberufen und somit ein erhöhtes Risiko für Hautkrebs. Die berufliche UV-Exposition der BM im Jahre 1999 lässt sich bei 6 MED pro 8 Stunden-Tag während der Sommerzeit (100 Arbeitstage) auf ca. 600 MED schätzen. Somit übertrifft dieser ermittelte Wert die bei Beschäftigten in Freiluftberufen geschätzte jährliche UV-Exposition um das Zweieinhalbfache (250 MED zu 600 MED). Da die UV-Exposition bisher nicht einheitlich quantifiziert wurde, besteht somit eine prinzipielle Problematik der Risikoabschätzung. Einzelne Studien haben gewisse Quantifizierungen, bezogen auf Basaliome und Spinaliome über die Dauer der Beschäftigung vorgenommen. Abhängig von der Zahl der Beschäftigungsjahre bzw. der in Stunden angegebenen Exposition täglich oder kumuliert.

Bisherige Studien lassen vermuten, dass die Entstehung von Basaliomen und Plattenepithelkarzinomen auf eine chronische Sonnenexposition und die Entstehung von Melanomen auf eine intermittierende Sonnenexposition zurückzuführen ist. Jedoch gibt es auch Studien, die die Entstehung von Basaliomen auf eine intermittierende Sonnenexposition vor allem in der Kindheit und in der Adoleszenz zurückführen (Vergleiche das Kapitel "UV-Strahlung und seine Rolle bei der Pathogenese von Hautkarzinomen"). Bisher gibt es jedoch keine standardisierten Messmethoden und damit keine ausreichende Vergleichbarkeit bisheriger Studien.

Dementsprechend werden Hautkrebserkrankungen nur dann als Berufskrankheit anerkannt, wenn diese durch folgende, bereits wissenschaftlich belegte Einwirkungen, verursacht worden sind:

- Physikalische Einwirkungen: Erkrankungen durch ionisierende Strahlen (BK-Nr.2402)
- Ruß, Rohparaffin, Teer, Anthrazen, Pech oder ähnliche Stoffe, die Hautkrebs oder zur Krebsbildung neigende Hautveränderungen bewirken (BK-Nr.5102)

Und bei speziellen Belastungen wie (BK-Nr.1108):

- Arsen oder seine Verbindungen
- Chrom oder seine Verbindungen

Nach Sozialgesetzbuch VII, §9 Abs. 1

Als Berufskrankheiten sind solche Erkrankungen definiert, die nach den Erkenntnissen der Wissenschaft durch bestimmte Einwirkungen verursacht sind, denen bestimmte Personengruppen durch ihre Arbeit in erheblich höherem Grade als die übrige Bevölkerung ausgesetzt sind. Bisher sind UV-strahlenbedingte Hautkarzinome nicht als Berufskrankheiten in die Berufskrankheitenliste aufgenommen worden. Im Zeitraum von 1993 bis 2001 wurden bei den Berufsgenossenschaften dreiunddreißig Fälle von Hautkrebs im Rahmen von beruflicher UV-Exposition nach § 9 Abs. 2 SGB VII gemeldet. Nicht anerkannt wurden 17 Fälle, offen sind noch 12 Fälle. Lediglich bei vier Versicherten, die alle längere Zeit in tropischen Regionen beruflich tätig waren, wurden Hauttumore (solare Keratosen, Morbus Bowen, Basaliom, Plattenepithelkarzinome) als Berufskrankheit anerkannt (Hauptverband der Berufsgenossenschaften 2001).

Erschwert wird die Anerkennung durch die lange Latenzzeit, die das Ursache-Wirkungsverhältnis zwischen berufsbedingter UV-Exposition und Hautkrebs verwässern kann. Auch lässt sich eine klare Trennung von berufsbedingter und freizeitbedingter UV-Exposition nur schwer durchführen.

Bei Hauttumorpatienten sollte eine systematische Erfassung der Berufsanamnese erfolgen. Ist eine erhöhte berufliche UV-Exposition gegeben, sollte eine Meldung als Berufskrankheit nach der Öffnungsklausel (§ 9 Abs. 2 SGB VII) in Betracht gezogen werden. Diese Klausel ermöglicht eine Entschädigung einer noch nicht in die Berufskrankheitenliste aufgenommenen Erkrankung als Berufskrankheit wenn, aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, ein Zusammenhang zwischen einer beruflichen Belastung und einer bestimmten Erkrankung bei bestimmten Tätigkeiten wahrscheinlich ist. Liegen ausreichend Daten vor, soll die Berufskrankheitenliste der Berufskrankheitenverordnung (BKV) entsprechend ergänzt werden.

Daher sollten alle gemeldeten Fälle, bezüglich ihrer UV-Belastung, registriert und epidemiologisch ausgewertet werden. Darüber hinaus sollte man bei Risikogruppen Langzeitstudien durchführen. In diesem Rahmen sollte eine Quantifizierung der UV-Exposition erfolgen, um eine Risikoabschätzung sinnvoll durchführen zu können.

Zusammenfassung

Beschäftigte in Freiluftberufen wie Bademeister sind unfreiwillig einer erhöhten UV-Strahlung ausgesetzt. Ein Grund hierfür ist in der abnehmenden Ozonschicht zu sehen.

Im Sommer 1997 wurde im Tübinger Freibad die UV-Exposition der Bademeister erstmals personendosimetrisch erfasst. Die UV-Exposition, die mit an der Schulter oder Mütze horizontal orientierten Bacillus subtilis Sporenm-Dosimetern (Viospor) gemessen wurde, lag dabei zwischen 3,6 und 9,5 minimalen Erythemdosen (MED) pro Tag. Die relative Personendosis lag bei 55 % der Umgebungsstrahlung. Die Ergebnisse der Untersuchung von 1997 veranlassten die Tübinger Stadtwerke dazu, am Beckenrand Sonnenschirme aufzustellen. Ziel der 1999 durchgeführten Folgeuntersuchung war es zu erfassen, in wie weit durch die Sonnenschirme die UV-Exposition von BM reduziert werden kann.

Dazu wurden zwischen Juli und September 1999 an zwei Bademeistern des Tübinger Freibads während 21 Arbeitsschichten die UV-Exposition mit Sporenm-Dosimetern gemessen. Das Prinzip der eingesetzten Dosimeter (Viospor-Blue-line Typ III, Biosense Bornheim) basiert auf der biologischen UV-Wirkung von Bacillus-subtilis-Sporen. Die spektrale Empfindlichkeit entspricht der Erythemkurve der Haut. Das Dosimetrie-System erfasst die UV-Exposition über das gesamte Spektrum im UVB- und UVA-Bereich auf der Basis von Minimalen Erytheminduktionsdosen (MED). Eine MED entspricht 250 J/m^2 normalisiert auf eine Wellenlänge von 298 nm. Die minimale Erytheminduktionsdosis ist bezogen auf den Hauttyp II (kaukasischer Typ) und entspricht der Dosis, mit der ein Erythem auf ungebräunter Haut induziert werden kann.

Jedem Bademeister wurde eine Kontrollperson zugeordnet, die den BM begleitete mit gleicher Ausrichtung zur Sonne ohne jedoch den Schatten von

Sonnenschirmen oder Unterständen aufzusuchen. Als weitere Kontrollen dienten Dummies, die unter einem Sonnenschirm oder ungeschützt aufgestellt waren. Die Dosimeter wurden jeweils vertikal am Kopf und horizontal an den Schultern angebracht. An einer horizontalen freien Fläche wurde simultan die Umgebungsstrahlung gemessen.

Bei Sonnenschein suchten die BM in 30-48 % ihrer Arbeitszeit Schatten auf. Die mittlere UV-Exposition der Bademeister betrug seitlich am Kopf 0,5 MED/h und 0,9 MED/h an den Schultern. Das entspricht einer mittleren UV-Personendosis von 4,0 MED seitlich am Kopf und 7,2 MED an den Schultern je 8-Stunden-Arbeitsschicht. Die relative Personendosis (Verhältnis Personendosis zu Umgebungsstrahlung) belief sich auf 20-45 % der Umgebungsstrahlung. Die UV-Exposition der Bademeister entsprach etwa 70 % der UV-Exposition der Kontrollperson. Seitlich am Kopf betrug die UV-Dosis der BM derjenigen des Dummy in der Sonne und das doppelte der Dosis des Dummy unter dem Sonnenschirm. An den Schultern entsprach die UV-Dosis der BM etwa die Hälfte der Dosis des Dummy in der Sonne und das Dreifache des Dummy unter dem Schirm.

Die Messwerte liefern ein eindeutiges Bild. Aus einem Vergleich der MED-Werte an den Schultern des Dummy in der prallen Sonne und des Dummy unter dem Schirm ergibt sich durch die Schutzwirkung der Sonnenschirme eine Reduktion der relativen Personendosis auf 1/5. Doch selbst dieser Wert überschreitet den geltenden Grenzwert noch um das Sechsfache. Ein ständiger Aufenthalt unter einem Sonnenschirm würde also die UV-Exposition um ein erhebliches Maß verringern, wäre aber als alleinige Schutzmaßnahme nicht ausreichend.

Sonnenschirme eignen sich demnach grundsätzlich, die UV-Belastung erheblich zu verringern. Als Ergänzung sind jedoch Verhaltensänderungen der BM - öfter den Schatten aufsuchen - und weitere primäre und sekundäre

Schutzmaßnahmen unabdingbar. Dazu zählt die Anwendung von Sonnenschutzpräparaten und entsprechender Kleidung.

Einen ersten Versuch, das Einschätzen der Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen für Beschäftigte in Freiluftberufen zu objektivieren, stellt der im November 2001 vorgelegte Entwurf von "BG-Regeln zum Schutz vor Sonneneinstrahlung bei Arbeiten im Freien" dar. Ab einem UV-Index von 3 sollten Schutzmaßnahmen getroffen werden. Von einer Gefährdung kann ab einem UV-Index von 5 ausgegangen werden.

Aufgrund mangelnder standardisierter Messmethoden und infolgedessen einer unzureichenden Vergleichbarkeit der Studien, zeigt sich eine prinzipielle Problematik der Risikoabschätzung. Durch die abnehmende Ozonschicht läßt sich jedoch eine höhere UV-Strahlenbelastung bei Freiluftberuflern erwarten. Aus den zitierten früheren Studien und der hier vorliegenden Untersuchung ergibt sich eine sehr hohe berufsbedingte UV-Exposition bei Beschäftigten in Freiluftberufen und somit ein erhöhtes Risiko für Hautkrebs.

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1: Viospor-Blue-line Typ III, Biosense Bornheim	8
Abbildung 2: Das Empfindlichkeitsspektrum der Haut	9
Abbildung 3: Die Komponenten des Sporenfilm-Dosimeters	10
Abbildung 4: Bademeister und dazugehörige Kontrollperson	12
Abbildung 5: Dummy unter dem Sonnenschirm	13
Tabelle A.I: Aufenthaltszeiten von BM A im Freien	14
Tabelle B.I: Aufenthaltszeiten von BM B im Freien	15
Tabelle A.II: Aufenthaltszeiten von BM A in der Sonne und im Schatten	16
Diagramm A.II: Aufenthaltszeiten von BM A in der Sonne und im Schatten	16
Tabelle B.II: Aufenthaltszeiten von BM B in der Sonne und im Schatten	17
Diagramm B.II: Aufenthaltszeiten von BM B in der Sonne und im Schatten	17
Tabelle A.III: Umgebungsstrahlung bei BM A	18
Tabelle B.III: Umgebungsstrahlung bei BM B	18
Tabelle A.IV: Relative Personendosis - MED-Werte in Prozent	19
Tabelle A.V: Absolute Personendosis - MED-Werte	20
Tabelle B.IV: Relative Personendosis - MED-Werte in Prozent	20
Tabelle B.V: Absolute Personendosis - MED-Werte	21
Tabelle A.VI: UV-Exposition in MED/h	22
Tabelle B.VI: UV-Exposition in MED/h	22
Abbildung 6: Freibad Tübingen	35

Literaturverzeichnis

Akaraphanth, R., Lim, H.W. (1999)

HIV, UV and immunosuppression

Photodermatol Photoimmunol Photomed 15, 28-31

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (1999)

1999 TLVs and BEI: threshold limit values for chemical substances and physical agents, biological exposure indices. (ACGIH ed.), pp. 154-158, Cincinnati/Ohio

Baadsgaard, O., Salvo, B., Mannie, A., Dass, B., Fox, D.A., Cooper, K.D.
(1990)

In vivo ultraviolet-exposed human epidermal cells activate T suppressor cell pathways that involve CD4+CD45RA+ suppressor-inducer T cells

J.Immunol. 145, 2854-2861

Blumthaler, M., Webb, A.R., Seckmeyer, G., Bais, A.F., Huber, M., Mayer, B.
(1994)

Simultaneous spectroradiometry: a study of solar UV irradiance at two altitudes
Geophys.Res.Lett. 21, 2805-2808

Braun-Falco, O., Plewig, G., Wolff, HH. (1995)

dermatologie und venerologie (Springer, Berlin, Heidelberg, New York)

Bundesamt fuer Strahlenschutz (2000a)

UV index. www.bfs.de/uvi/index.htm .

Bundesamt für Strahlenschutz (2000b)

UV index in the world. www.bfs.de/uvi/index.htm .

Diffey, B.L. (1987)

Analysis of the risk of skin cancer from sunlight and solaria in subjects living in northern Europe

Photodermatol 4, 118-126

Diffey, B.L. (1988)

The risk of skin cancer from occupational exposure to ultraviolet radiation in hospitals

Phys.Med.Biol. 33, 1187-1193

- Diffey, B.L. (1990)
Human exposure to ultraviolet radiation
Semin.Dermatol. 9, 2-10
- Diffey, B.L. (1996)
Sunscreens, suntans and skin cancer. People do not apply enough sunscreen
for protection
BMJ. 313, 942
- Diffey, B.L., Cheeseman, J. (1992)
Sun protection with hats
Br.J.Dermatol. 127, 10-12
- Elwood, J.M. (1989)
Epidemiology and control of melanoma in white populations and in Japan
J Invest.Dermatol 92, 214S-221S
- Elwood, J.M., Gallagher, R.P., Davison, J., Hill, G.B. (1985)
Sunburn, suntan and the risk of cutaneous malignant melanoma-- The Western
Canada Melanoma Study
Br.J.Cancer 51, 543-549
- Elwood, J.M., Gallagher, R.P., Hill, G.B., Spinelli, J.J., Pearson, J.C., Threlfall,
W. (1984)
Pigmentation and skin reaction to sun as risk factors for cutaneous melanoma:
Western Canada Melanoma Study
Br.Med.J (Clin.Res.Ed.) 288, 99-102
- European Committee for Standardisation (2001)
Textiles - Solar UV protective properties
CEN NMP 546,
- Fitzpatrick, T.B. (1988)
The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI
Arch.Dermatol. 124, 869-871
- Gallagher, R.P., Hill, G.B., Bajdik, C.D., Coldman, A.J., Fincham, S., McLean,
D.I., Threlfall, W.J. (1995a)
Sunlight exposure, pigmentation factors, and risk of nonmelanocytic skin
cancer. II. Squamous cell carcinoma
Arch.Dermatol 131, 164-169

Gallagher, R.P., Hill, G.B., Bajdik, C.D., Fincham, S., Coldman, A.J., McLean, D.I., Threlfall, W.J. (1995b)
Sunlight exposure, pigmentary factors, and risk of nonmelanocytic skin cancer.
I. Basal cell carcinoma
Arch.Dermatol 131, 157-163

Garbe, C. (1995)
Risikofaktoren für die Entwicklung maligner Melanome und Identifikation von Risikopersonen im deutschsprachigen Raum.
Hautarzt. 46, 309-314

Garbe, C., Buttner, P., Weiss, J., Soyer, H.P., Stocker, U., Kruger, S., Roser, M., Weckbecker, J., Panizzon, R., Bahmer, F., et al (1994a)
Associated factors in the prevalence of more than 50 common melanocytic nevi, atypical melanocytic nevi, and actinic lentiginos: multicenter case-control study of the Central Malignant Melanoma Registry of the German Dermatological Society
J.Invest.Dermatol 102, 700-705

Garbe, C., Buttner, P., Weiss, J., Soyer, H.P., Stocker, U., Kruger, S., Roser, M., Weckbecker, J., Panizzon, R., Bahmer, F., et al (1994b)
Risk factors for developing cutaneous melanoma and criteria for identifying persons at risk: multicenter case-control study of the Central Malignant Melanoma Registry of the German Dermatological Society
J.Invest.Dermatol. 102, 695-699

Gies, H.P., Roy, C.R., Toomey, S., MacLennan, R., Watson, M. (1995)
Solar UVR exposures of three groups of outdoor workers on the Sunshine Coast, Queensland
Photochem.Photobiol. 62, 1015-1021

Glass, A.G., Hoover, R.N. (1989)
The emerging epidemic of melanoma and squamous cell skin cancer
JAMA 262, 2097-2100

Gloster, H.M., Jr., Brodland, D.G. (1996)
The epidemiology of skin cancer
Dermatol.Surg. 22, 217-226

Green, A., Beardmore, G., Hart, V., Leslie, D., Marks, R., Staines, D. (1988)
Skin cancer in a Queensland population
J.Am.Acad.Dermatol 19, 1045-1052

Harwood, C.A., Suretheran, T., McGregor, J.M., Spink, P.J., Leigh, I.M., Breuer, J., Proby, C.M. (2000)
Human papillomavirus infection and non-melanoma skin cancer in immunosuppressed and immunocompetent individuals
J Med.Virol. 61, 289-297

Hauptverband der Berufsgenossenschaften (2001)
Hautkrebs durch UV-Licht - eine neue Berufskrankheit? Erkrankungsgeschehen im Rahmen des §9 Abs. 2 SGB VII.

Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (2001)
BG-Regeln zum Schutz vor Sonnenstrahlung bei Arbeiten im Freien. Entwurf November 2001
In:
In

Holick, M.F. (1985)
The photobiology of vitamin D and its consequences for humans
Ann.N.Y.Acad.Sci. 453, 1-13

IARC (2000)
IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Solar and ultraviolet radiation, Vol. 55
In: iarc monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: solar and ultraviolet radiation, vol. 55 (International Agency for Research on Cancer, Lyon

International Non-ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association (1989)
Proposed changes to the IRPA 1985 guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation.
Health Physics 56, 971-972

Jackson, S., Storey, A. (2000)
E6 proteins from diverse cutaneous HPV types inhibit apoptosis in response to UV damage
Oncogene 19, 592-598

Knuschke, P., Barth, J. (1996)
Biologically weighted personal UV dosimetry
J.Photochem.Photobiol.B. 36, 77-83

Kraemer, K.H., Lee, M.M., Andrews, A.D., Lambert, W.C. (1994)
The role of sunlight and DNA repair in melanoma and nonmelanoma skin cancer. The xeroderma pigmentosum paradigm
Arch Dermatol 130, 1018-1021

- Levi, F., La, V.C., Te, V.C., Mezzanotte, G. (1988)
Descriptive epidemiology of skin cancer in the Swiss Canton of Vaud
Int.J.Cancer 42, 811-816
- Lim, H.W., Cooper, K. (1999)
The health impact of solar radiation and prevention strategies: Report of the
Environment Council, American Academy of Dermatology
J.Am.Acad.Dermatol. 41, 81-99
- Marks, R., Foley, P.A., Jolley, D., Knight, K.R., Harrison, J., Thompson, S.C.
(1995)
The effect of regular sunscreen use on vitamin D levels in an Australian
population. Results of a randomized controlled trial [see comments]
Arch.Dermatol 131, 415-421
- Matsuoka, L.Y., Ide, L., Wortsman, J., MacLaughlin, J.A., Holick, M.F. (1987)
Sunscreens suppress cutaneous vitamin D3 synthesis
J Clin.Endocrinol.Metab. 64, 1165-1168
- McKinlay, A.F., Diffey, B.L. (1987)
A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin
CIE-Journal 6, 17-22
- Moehrle, M., Garbe, C. (1999)
Does mountaineering increase the incidence of cutaneous melanoma? A
hypothesis based on cancer registry data
Dermatology 199, 201-203
- Moehrle, M., Garbe, C. (2000a)
Personal UV dosimetry by Bacillus subtilis spore films
Dermatology. 200, 1-5
- Moehrle, M., Garbe, C. (2000b)
Solar UV-protective properties of textiles. Dermatology 201, 82-82.
- Moehrle, M., Korn, M., Garbe, C. (2000c)
Bacillus subtilis spore film dosimeters in personal dosimetry for occupational
solar ultraviolet exposure
Int Arch Occup Environ Health 73, 575-580
- Naylor, M.F., Boyd, A., Smith, D.W., Cameron, G.S., Hubbard, D., Neldner, K.H.
(1995)
High sun protection factor sunscreens in the suppression of actinic neoplasia
Arch Dermatol 131, 170-175

Neumann, N.J., Holzle, E., Lehmann, P., Benedikter, S., Tapernoux, B., Plewig, G. (1994)

Pattern analysis of photopatch test reactions
Photodermatol Photoimmunol Photomed 10, 65-73

Proksch, E., Hauschild, A. (1994)

[Hazards of exposure to the sun]
Risiken der Sonnenexposition
Dtsch Med.Wochenschr. 119, 1047-1052

Quintern, L.E., Horneck, G., Eschweiler, U., Bücker, H. (1992)

A biofilm used as ultraviolet-dosimeter
Photochem.Photobiol. 55, 389-395

Robinson, J.K., Rademaker, A.W. (1992)

Relative importance of prior basal cell carcinomas, continuing sun exposure, and circulating T lymphocytes on the development of basal cell carcinoma
J.Invest.Dermatol. 99, 227-231

Schaart, F.M., Garbe, C., Orfanos, C.E. (1993)

[Disappearance of the ozone layer and skin cancer: attempt at risk assessment]
Ozonabnahme und Hautkrebs: Versuch einer Risikoabschätzung
Hautarzt. 44, 63-68

Schauberger, G., Keck, G., Cabaj, A. (1992)

[Human behavior in the solar radiation field with reference to ultraviolet exposure]
Das Verhalten des Menschen im solaren Strahlungsfeld im Hinblick auf seine UV-Exposition
Hautarzt. 43, 542-547

Schothorst, A.A., Slaper, H., Schouten, R., Suurmond, D. (1985)

UVB doses in maintenance psoriasis phototherapy versus solar UVB exposure
Photodermatol. 2, 213-220

Spruance, S.L. (1985)

Pathogenesis of herpes simplex labialis: experimental induction of lesions with UV light
J.Clin.Microbiol. 22, 366-368

Strickland, P.T., Vitasa, B.C., West, S.K., Rosenthal, F.S., Emmett, E.A., Taylor, H.R. (1989)

Quantitative carcinogenesis in man: solar ultraviolet B dose dependence of skin cancer in Maryland watermen
J.Natl.Cancer Inst. 81, 1910-1913

Vitasa, B.C., Taylor, H.R., Strickland, P.T., Rosenthal, F.S., West, S., Abbey, H., Ng, S.K., Munoz, B., Emmett, E.A. (1990)
Association of nonmelanoma skin cancer and actinic keratosis with cumulative solar ultraviolet exposure in Maryland watermen
Cancer 65, 2811-2817

Weinstock, M.A. (1996)
Controversies in the role of sunlight in the pathogenesis of cutaneous melanoma
Photochem.Photobiol. 63, 406-410

World Health Organisation (1994)
Ultraviolet Radiation (Environmental Health Criteria 160). Geneva, WHO.

Zmudzka, B.Z., Miller, S.A., Jacobs, M.E., Beer, J.Z. (1996)
Medical UV exposures and HIV activation
Photochem.Photobiol. 64, 246-253

Danksagung

Ich möchte allen Dank sagen, die mir während meiner Doktorarbeit mit fachlichem Rat oder aufbauenden Worten zur Seite gestanden haben. Ein besonderer Dank gilt meinem Mann und meiner Tochter.

Ganz herzlich möchte ich mich bei meinem Betreuer PD Dr. med. Matthias Möhrle für die hervorragende Betreuung und seine Geduld, die desöfteren auf eine harte Probe gestellt wurde, sowie bei meinem Doktorvater PD Dr. med. Dipl.-Biol. Manfred Korn bedanken.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Caliskan-Erle
Vorname: Elif Banu
Geburtsdatum/ -ort: 12. Dezember 1973, Reutlingen
Familienstand: Seit Dezember 2001 verheiratet mit Markus Erle
Kinder: Selin Ines, geboren April 1998
Mia Rahel, geboren Oktober 2003

Schulbildung:

8/1980 – 6/1984 Grundschole Nehren
8/1984 – 5/1993 Quenstedt-Gymnasium, Mössingen

Freiwilliges Soziales Jahr:

9/1993 – 8/1994 Medizinische Klinik, Tübingen

Berufspraktische Tätigkeit:

8/1994 – 8/1997 Nachtdienste in der Medizinischen Klinik, Tübingen

Hochschulbildung:

10/1994 Studium der Humanmedizin, Universität Tübingen
08/1997 Ärztliche Vorprüfung
07/1999 – 09/1999 Beginn der Promotion: Durchführung des experimentellen Teils
04/2001 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
04/2003 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
08/2001 – 9/2001 Famulatur in der Kinderheilkunde, Universitäts-Kinderklinik, Tübingen
09/2001 – 10/2001 Famulatur in der Hand-, Plastische-, Rekonstruktive- und Verbrennungschirurgie in der BG Unfallklinik, Tübingen
10/2001 – 3/2002 Studentischer Tutor in der Kinderheilkunde
04/2002 – 5/2002 Famulatur in einer Radiologischen Praxis, Tübingen
11/2002 Famulatur in der Inneren Medizin, Kliniken Zollernalbkreis, Albstadt
04/2003 – 8/2003 Praktisches Jahr, 1. Tertial, Innere Medizin, Universitätsklinikum Tübingen

09/2003 – 04/2004	Unterbrechung des PJs wegen Geburt des 2. Kindes im Oktober 2003
04/2004 – 12/2004	Praktisches Jahr, 2. Tertial, Anästhesie, Universitätsklinikum Tübingen
12/2004 – 03/2005	Praktisches Jahr, 2. Tertial, Chirurgie, Universitätsklinikum Tübingen
28.04.2005	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung