

UV-Strahlung - Wirkungen auf den Menschen

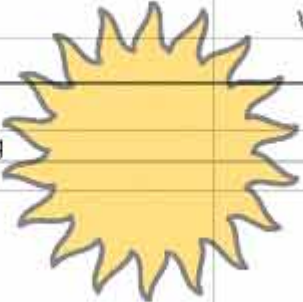
Stand: Juni 2002

1. Grundlagen

Das Spektrum der Sonnenstrahlung besteht aus einem für den Menschen sichtbaren Teil sowie einem unsichtbaren Infrarot- und Ultraviolettbereich (Tabelle 1). Der UV-Anteil macht etwa 6% der solaren bodennahen Strahlungsleistung aus. Man unterscheidet folgende Spektren nach ihrer Wellenlänge:

Tabelle 1: Spektren der Sonnenstrahlung

Spektrum	Wellenlänge nm
Infrarot	> 780
Sichtbare Strahlung	400-780
Ultraviolett	< 400
UV-A	320-400
UV-B	280-320
UV-C	200-280



Die Sonnenstrahlung wird auf ihrem Weg durch die Erdatmosphäre abgeschwächt. Dabei gilt: Je länger der Weg, desto stärker die Abschwächung. Daher hat der Sonnenwinkel und damit die geographische Breite und die Jahres- und Tageszeit einen großen Einfluss auf die Strahlungsintensität auf der Erde. Diese Zusammenhänge werden von der Wolkendecke und von der Höhe über dem Meeresspiegel stark modifiziert. In unseren Breiten ist die Einstrahlung generell im Sommer und bei wolkenlosem Himmel am höchsten. In den Mittagsstunden zwischen 11:00 und 15:00 Uhr trifft rund die Hälfte der täglichen Einstrahlung auf die Erdoberfläche

Auf dem Weg durch die Atmosphäre wird auch die UV-Strahlung reduziert, wobei die einzelnen Wellenlängen unterschiedlich stark gefiltert werden: UV-A gelangt nahezu vollständig auf die Erdoberfläche, UV-B wird zu 90% und UV-C nahezu vollständig absorbiert. Dabei spielt das Ozon eine besondere Rolle. In 15 - 35 km Höhe (der sogenannten Ozonschicht) laufen folgende Reaktionen ab: Molekularer Sauerstoff (O_2) wird in zwei Sauerstoffradikale ($O\bullet$) gespalten ($O_2 \rightarrow 2 O\bullet$). Für diese Spaltung liefert die UV-C-Strahlung die nötige Energie. Im nächsten Schritt verbinden sich die Sauerstoffradikale mit molekularem Sauerstoff zu Ozon ($O\bullet + O_2 \rightarrow O_3$). UV-B kehrt diese Reaktion um und spaltet Ozon in molekularen Sauerstoff und ein Sauerstoff-Radikal ($O_3 \rightarrow O_2 + O\bullet$). Diese beiden Reaktionen stehen in einem natürlichen Gleichgewicht, so dass sich eine bestimmte Ozonkonzentration einstellt.

In den letzten Jahren hat sich der Ozonabbau enorm verstärkt, da zunehmend ozonschichtzerstörende Substanzen emittiert werden (vgl. Informationspapier "[FCKW und FCKW-Ersatzstoffe](#)"). Daher gelangt vermehrt UV-B-Strahlung zur Erde. Die Auswirkungen für die Gesundheit des Menschen sollen in diesem Informationspapier dargestellt werden.

2. Zunahme der UV-B-Einstrahlung an der Erdoberfläche

Eine Verringerung der stratosphärischen Ozonkonzentration führt zu einer intensiveren UV-B-Einstrahlung auf der Erdoberfläche. Nach einem Szenario der UNEP von 1998 erreicht die UV-B-Belastung um das Jahr 2000 ihr Maximum und wird erst Mitte des 21. Jh. wieder auf dem Niveau von 1980 liegen. In dem genannten Szenario werden folgende maximale Belastungen geschätzt (im Vergleich zu den 70er Jahren angegeben):

- + 7% auf der Nordhalbkugel mittlerer Breiten im Winter/Frühling (O₃-Verlust 6 %)
- + 4% auf der Nordhalbkugel mittlerer Breiten im Sommer/Herbst (O₃-Verlust 3 %)
- + 22% im arktischen Frühling (O₃-Verlust 15 %)
- + 130% im antarktischen Frühling (O₃-Verlust 50 %).

Als Faustregel gilt: Bei wolkenfreiem Himmel führt die Verminderung des Gesamtozons um 1% zu einer Zunahme der UV-B-Strahlung um etwa 1,1% (die Zunahme der biologisch wirksamen UV-Strahlung beträgt sogar 2%). Der sogenannte Strahlungsvervielfachungsfaktor RAF (radiation amplification factor) beträgt also etwa 1,1. Allerdings steigt die UV-B-Belastung bei sehr starkem Ozonverlust überproportional an und der RAF ist dann deutlich höher als 1,1. Daher die extreme UV-Zunahme in der Antarktis. Der RAF für Deutschland wurde etwas höher geschätzt (ca. 1,5).

Das Totalozon über Deutschland ist seit 1968 insgesamt um 10% gesunken. Im gleichen Zeitraum ist die UV-Strahlung um etwa 15% angestiegen. Der größte Anstieg erfolgte im Frühjahr, also gerade in der Jahreszeit, in der Menschen und Pflanzen sonnenungewohnt und damit besonders UV-empfindlich sind. Im Frühjahr und Sommer 2000 traten die bislang höchsten Belastungen auf, wie sie sonst nur im Mittelmeerraum anzutreffen sind (UV-Index bis zu 9, vgl. Abschnitt 6.2). Ob dies ein einmaliges Ereignis war, oder Teil eines sich abzeichnenden Trends, ist derzeit Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen.

3. UV-Belastung aus anderen Quellen

Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts war das Sonnenlicht die einzige Quelle für ultraviolette Strahlung. Heute werden UV-Strahler zur Inaktivierung von Bakterien und Viren, für therapeutische Zwecke und als Heimsonnen und Solarien zur Bräunung eingesetzt.

In **Solarien** überwiegt der Anteil der UV-A-Strahlung, deren schädigende Wirkung geringer ist als die des UV-B-Anteils. Dadurch werden aber größere Bestrahlungsstärken zur Bräunung benötigt, so dass das Risiko bei gleicher Bräunung gleich hoch bleibt. Der Eigenschutz der Haut wird durch UV-A nicht erhöht, so dass eine Vorbräunung mit UV-A-Strahlen in Solarien als Schutz gegen Sonnenbrand nicht sinnvoll ist. (Zusätzliche Informationen finden sich im Informationspapier "[Solarien](#)" und beim Verbraucherinformationssystem Bayern: [Solarien und Sonnenstudios](#).)

Im Vergleich zu herkömmlichen Glühlampen erzeugen **Halogenlampen** einen höheren Anteil an UV-Strahlung. Im Nahbereich von 30 - 60 cm kann es zu UV-Belastungen kommen, die den Richtwert überschreiten. Inzwischen werden Abdeckgläser oder spezielle Glasmaterialien eingesetzt, die den schädlichen UV-Anteil ausfiltern. Keine Bedenken bestehen, wenn die Halogenlampen in größerer Entfernung oder als indirekte Beleuchtungsquelle (z.B. als Deckenfluter) eingesetzt werden.

4. Positive Effekte der UV-Strahlung

Ultraviolette Strahlung regt in der Haut die **Bildung von Vitamin D** an. Gerade die Bevölkerung in höheren Breiten leidet ernährungsbedingt häufig unter Vitamin-D-Mangel. Für die Kompensation reicht aber schon eine geringe UV-Dosis aus: ca. 10 Minuten Sonnenbad der Unterarme decken den Tagesbedarf eines erwachsenen Menschen.

Sonnenstrahlung – in Maßen genossen – fördert allgemein das subjektive **Wohlbefinden**. Inwieweit die UV-B-Strahlung dafür verantwortlich ist, bleibt allerdings fraglich. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von therapeutischen Anwendungsbereichen, in denen UV-B-Strahlung positive Wirkungen zeigen soll: zum Beispiel die bei Behandlung von Psoriasis oder Therapien zum Abbau von

bestimmten Empfindlichkeitsreaktionen. Diese Anwendungen sollten grundsätzlich unter ärztlicher Aufsicht durchgeführt werden.

5. Gesundheitsschäden durch UV-Strahlung

Die biologische Wirkung der UV-Strahlung hängt stark von der Wellenlänge ab: Je kürzer die Wellenlänge, desto energiereicher ist die Strahlung und desto höher ihre biologische Wirksamkeit. Am gefährlichsten für die meisten biologischen Organismen und Organe sind die Wellenlängen zwischen 300 und 310 nm. Darüber sind die Wellenlängen nicht energiereich genug, darunter ist die einfallende Strahlungsmenge zu gering, um Schaden zu können. Am empfindlichsten ist die menschliche Haut gegen UV-B Strahlung von 305 nm (fünf mal mehr als gegen 320 nm). Diese Wellenlänge verursacht den Sonnenbrand. Dagegen weist die DNA, die Erbsubstanz, eine maximale UV-Empfindlichkeit bei kürzeren Wellenlängen auf.

5.1 Haut

Die solare UV-Strahlung stellt für die Haut ein sehr großes Gefährdungspotenzial dar. Die Haut hat daher eigene Schutzmechanismen entwickelt: die Hornschichtverdickung ("Lichtschwiele") und die Pigmentierung durch Melanin ("Hautbräunung"). Die Höhe des Eigenschutzes der Haut hängt vor allem von der individuellen Konstitution ab (vgl. Abschnitt 6.2) und passt sich der jeweiligen UV-Intensität an. Je nach Anpassung kann die Eindringung von UV-Strahlung bis zu einem Faktor von etwa 50 schwanken.

Die Haut wird heute aus kosmetischen Gründen zu häufig gebräunt: Vor allem durch verlängerte Freizeit mit längerem Aufenthalt im Freien und durch vermehrte Urlaube in sonnenreichen Regionen erhöht sich die Sonnenbestrahlung und damit auch die UV-induzierten Schädigungen der Haut. Dabei treten die langfristigen Schädigungen erst nach 20-30 Jahren auf, d.h. die heute zu beobachtenden Schädigungen wurden in den 70er und 80er Jahren induziert.

Hautbräunung: Neuere Arbeiten deuten darauf hin, dass jede Bräunung eine Reaktion der Haut auf Zellschäden spiegelt: Die Produktion von Melanin steigt, wenn die DNA geschädigt wird (Melanin ist für die Hautbräunung verantwortlich).

Hautschädigungen: Akute Erkrankungen können sowohl von UV-A- als auch von UV-B-Strahlung hervorgerufen werden. UV-A kann z.B. Sonnenallergien und andere Lichtüberempfindlichkeits-Reaktionen auslösen, insbesondere wenn gleichzeitig Kosmetika oder Sonnenschutzmittel verwendet werden. Langfristig bewirkt eine erhöhte UV-A-Bestrahlung die vorzeitige Alterung der Haut ("Photoalterung": Verlust der Elastizität, Pigmentflecken). Sonnenbrand (Erythem) wird durch UV-B verursacht. Sobald sich die Haut rötet, ist die Sonnenbrandschwelle (MED, minimale erythemale Dosis) überschritten und in der Folge entsteht ein Sonnenbrand.

Hautkrebs: Die Entstehung von Hautkrebs wird mit der UV-B-Strahlung in Zusammenhang gebracht: Wenn die Haut UV-Strahlung ausgesetzt war, nehmen Tumore der oberen Hautschichten (Epithel) zu, z.B. Basalzellenkrebs (Basaliom) und Stachelzellenkrebs (Spinaliom). Beim schwarzen Hautkrebs (malignes Melanom) ist der Zusammenhang nicht so eindeutig: Einerseits treten Melanome nicht bevorzugt in UV-exponierten Hautarealen auf und sind in der Häufigkeit nicht direkt mit der kumulativen UV-Dosis korreliert. Andererseits sprechen epidemiologische Daten für einen wesentlichen UV-Einfluss. Man nimmt an, dass häufige, "überfallartige" Bestrahlungen und die damit verbundenen Sonnenbrände vor allem im Kleinkindalter das Risiko verstärken. Pigmentmale – die auch durch Sonnenbrände vor dem 20. Lebensjahr induziert werden können – steigern das Risiko der Entstehung von Melanomen erheblich.

In den letzten Jahrzehnten ist die Zahl der Hautkrebserkrankungen stark angestiegen. Die höchste Erkrankungsrate hat die weiße australische Bevölkerung. Dort treten epitheliale Hauttumore etwa zehnmal häufiger auf als in Europa: Dies bedeutet, dass in Australien zwei von drei Menschen mindestens einmal in ihrem Leben kanzerogene Hautveränderungen aufweisen. In Deutschland sind epitheliale Hautkarzinome – nach dem Lungenkrebs des Mannes und dem Brustkrebs der Frau – inzwischen die zweithäufigsten bösartigen Neubildungen. Erkrankungen am malignen Melanom nehmen jährlich um 6 - 7% zu.

5.2 Augen

Schneeblindheit: Die Schneeblindheit ist eine Entzündung der Horn- und Bindehaut. Typische Beschwerden sind starker Tränenfluss, Lichtscheu, Rötung und Lidkrampf, die 6 - 12 Stunden nach einer sehr intensiven UV-B-Belastung auftreten, sehr schmerzhaft sind und ca. 1 - 2 Tage anhalten. Allerdings tritt eine derartig intensive UV-B-Belastung nur unter ungewöhnlichen Umständen auf, z.B. bei einem längeren Aufenthalt in hochgelegenen Gebieten. Pro 1000 Höhenmeter nimmt die UV-B-Intensität um 15 - 20% zu. Außerdem liegt in diesen Regionen häufig Schnee, der einen hohen Anteil Strahlung reflektiert. Daher sind Höhenbergsteiger und Skifahrer besonders von der Schneeblindheit betroffen. Ein gewisser Schutz gegen eine zu hohe UV-Exposition ist auch durch das unwillkürliche Schließen der Augenlider bei zu starkem Lichteinfall gegeben.

Linsentrübung (Grauer Star, Katarakt): Als chronischer, schädigender Effekt für das Auge ist vor allem die Linsentrübung zu nennen. Die Erkrankungen nehmen mit zunehmender Lebenszeitdosis zu. Dies liegt einerseits an einer zunehmenden UV-Durchlässigkeit der Hornhaut und einer dadurch bedingten erhöhten Strahlenbelastung der Linse. Andererseits verringern sich die Reparaturmöglichkeiten in den Linsenzellen nach vorausgegangenen Schädigungen. Katarakte sind weltweit für 50% der Erblindungen verantwortlich. Jedes Prozent Ozonabnahme in der Stratosphäre zieht nach Schätzungen der amerikanischen Umweltbehörde einen Anstieg der Katarakte um 0,3 - 0,6% nach sich.

5.3 Immunsystem

UV-B-Bestrahlung schwächt das Immunsystem und die Körperabwehr bei Infektionskrankheiten. Schon bevor ein Sonnenbrand entsteht, wird das Immunsystem der Haut geschädigt. Stärkere Bestrahlungen im kurzwelligen UV-Bereich führt zu einer systemischen Immunsuppression. Das beste Beispiel ist die Zunahme von Herpes-Virus-Infektionen, z.B. nach längeren Sonnenexpositionen im Sommer oder im Hochgebirge. Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass ein geschwächtes Immunsystem auch die Entstehung von Hautkrebs beim Menschen begünstigt.

6. Schutz vor UV-Strahlung

Aufgrund der langen Latenzzeit des Hautkrebses kann die Ausdünnung der Ozonschicht nicht die Ursache dafür sein, dass die Zahl der Hautkrebsfälle seit über 30 Jahren stetig ansteigt. Vielmehr besteht kein Zweifel daran, dass intensives Sonnenbaden in Verbindung mit einem veränderten Freizeitverhalten für die derzeitige Zunahme an Hautkrebserkrankungen verantwortlich ist. Alle Daten sprechen dafür, dass nur durch eine individuelle Verhaltensänderung (im Sinne einer Verminderung der kumulierten UV-Dosis) eine weitere Zunahme chronischer UV-Schäden verhindert werden kann. Dazu ist zum einen eine sichere Prognose der sonnenbrandwirksamen Strahlung und zum anderen ein für die jeweilige Haut optimaler Sonnenschutz nötig.

6.1 Der UV-Index (UVI)

Seit 1994 misst das Bundesamt für Strahlenschutz zusammen mit dem Umweltbundesamt und weiteren assoziierten Institutionen kontinuierlich die solare UV-Strahlung an verschiedenen Standorten in Deutschland. Die Werte werden täglich im Internet veröffentlicht. Darüber hinaus werden vom Frühjahr bis zum Herbst für das nördliche, mittlere und südliche Deutschland 3-Tages-Prognosen für die erwartete UV-Belastung der Bevölkerung zur Verfügung gestellt (www.bfs.de).

Ebenfalls seit 1994 erstellt der Deutsche Wetterdienst täglich einen "UV-Index" (www.uv-index.de), der über die zu erwartende UV-Belastung für alle Hauttypen informiert. Er wird auf einer nach oben offenen Skala dargestellt und nimmt in Deutschland Werte zwischen 0 und 8, in den Bergen auch bis 9 an. In den Tropen können Werte bis 12 erreicht werden. Je höher der Wert, desto eher wird die Haut beim ungeschützten Aufenthalt in der Sonne geschädigt. Der UVI wurde international einheitlich festgelegt und wird in ganzen Zahlen angegeben.

6.2 Hauttypen

Die Empfindlichkeit der Haut für Sonnenbrände kann sehr unterschiedlich sein (Tabelle 2). In der folgenden Übersicht werden vier Hauttypen charakterisiert, die anhand einfacher Merkmale eine rasche Einordnung erlauben und die sich deutlich in ihrer Empfindlichkeit gegenüber der Sonne unterscheiden. Das Risiko, an Hautkrebs zu erkranken, variiert je nach Hauttyp um den Faktor 2 - 4 (siehe Abbildungen zu den Hauttypen 1-4, Quelle: <http://www.bfs.de/uv/uv2/uvi/hauttypen.html>).





	Hauttyp 1: auffallend helle Haut mit Sommersprossen, blaue Augen, rötliche Haare. Im Hochsommer tritt während der Mittagszeit ein Sonnenbrand bereits nach 5 bis 10 Minuten auf; keine Bräunung.
	Hauttyp 2: blonde Haare und graue, blaue oder grüne Augen. Die Haut rötet sich nach 10 bis 20 Minuten, wenn sie die Sonne nicht gewöhnt ist; mäßige Bräunung.
	Hauttyp 3: dunkelblonde oder braune Haare, graue oder braune Augen. Auch ungebräunt tritt ein Sonnenbrand erst nach 20 bis 30 Minuten auf; fortschreitende Bräunung nach wiederholten Bestrahlungen.
	Hauttyp 4: meist dunkle braune Haare und braune Augen. Auch wenn die Haut nicht sonnengewöhnt ist, rötet sie sich frühestens nach 40 Minuten. Wiederholte Bestrahlungen lassen die Haut schnell und gründlich braun werden; Sonnenbrand selten.

Tabelle 2: Einfluss des UV-Indices (UVI) auf mögliche Dauer eines Sonnenbades ohne Sonnenbrandgefahr und empfohlene Schutzmaßnahmen für die verschiedenen Hauttypen bei noch ungebräunter Haut (Quelle: Bayerischer Forschungsverbund).

UVI	Dauer des Sonnenbades ohne Sonnenbrandgefahr und nötige Schutzmaßnahmen ¹⁾							
	Hauttyp I		Hauttyp II		Hauttyp III		Hauttyp IV	
0-1	> 60 min	(-)	-	-	-	-	-	-
2-4	> 30 min	!	> 40 min	(!)	> 60 min	(-)	> 75 min	(-)
5-7	> 30 min	!	> 25 min	!	> 35 min	(!)	> 45 min	(!)
> 8	< 5 min	!!	< 20 min	!!	< 30 min	!	< 40 min	!

¹⁾ Schutzmaßnahmen:
 - nicht erforderlich
 (-) kaum erforderlich
 (!) empfehlenswert
 ! erforderlich
 !! unbedingt erforderlich

6.3 Maßnahmen zum Sonnenschutz

Das Bundesamt für Strahlenschutz empfiehlt zur Begrenzung gesundheitlicher Risiken beim Sonnenbaden folgende Maßnahmen:

- ➔ Die Haut sollte langsam an längere Sonnenbestrahlung gewöhnt werden.
- ➔ Bei hohem UVI die Mittagsstunden meiden.
- ➔ Die Anzahl von Sonnenbädern sollte 50 pro Jahr nicht überschreiten. Dabei definiert man ein Sonnenbad als Bestrahlung, bei der eine sichtbare Hautrötung gerade noch nicht auftritt. Bei entsprechend kürzeren Bestrahlungszeiten sind häufigere Besonnungen akzeptabel.
- ➔ Sonnenbrände sollten auf jeden Fall vermieden werden. Das gilt vor allem für Kinder unter fünf Jahren, deren extrem empfindliche Haut keinen Sonnenbrand bekommen soll. Denn jeder Sonnenbrand in diesem Alter erhöht das Melanom-Risiko erheblich.
- ➔ Der beste Sonnenschutz sind geeignete Kleidung, Hut und Sonnenbrille.
- ➔ Unbedeckte Körperpartien mit Sonnenschutzmittel einreiben, die etwa dem doppelten UVI-Wert entspricht. Für empfindliche und nicht lichtgewöhnte Haut wird mindestens Lichtschutzfaktor 15 empfohlen.
- ➔ Sonnenschutzmittel sollten sowohl im UV-A- als auch im UV-B-Bereich schützen. Sie sind mindestens 30 Minuten vor dem Sonnenbad aufzutragen.
- ➔ Niemals ohne geeigneten Augenschutz in die Sonne blicken.
- ➔ Wer Medikamente einnimmt, sollte vor dem Sonnenbaden den Arzt befragen. Bestimmte Arzneimittel können die Lichtempfindlichkeit der Haut erhöhen oder Allergien auslösen.
- ➔ Kosmetika, Deodorants und Parfüms sollten beim Sonnenbaden möglichst nicht verwendet werden. Es besteht die Gefahr bleibender Pigmentierung.

6.4 Neue Technologien zum Sonnenschutz

Zum Schutz vor UV-Strahlen werden eine Reihe von Neuentwicklungen erprobt, darunter Kosmetikartikel, Waschmittel und Kleidung:

Kleidung mit integriertem Sonnenschutz: In neueren Forschungsarbeiten wird versucht, UV-absorbierende Mikropigmente (z.B. Titandioxid) bereits bei der Polymerherstellung fest in der Polyestermatrix zu verankern. So soll die Schutzfunktion über die Lebensdauer des Kleidungsstücks hinweg erhalten bleiben ohne sich durch Tragen, Waschen oder Reinigen der Textilien zu verringern.

Für Kleidung mit integriertem Sonnenschutz wurde der UV-Standard 801 vom Österreichischen Textil-Forschungsinstitut, dem Schweizer Textilprüfinstitut Testex und dem deutschen Bekleidungsphysiologischen Institut Hohenstein gemeinsam entwickelt. In einem unabhängigen Prüf- und Zertifizierungssystem wird die UV-Durchlässigkeit der Kleidung getestet. Ein Label gibt den Sonnenschutzfaktor an, ähnlich wie bei Cremes.

Waschmittel: Es werden spezielle Waschmittel entwickelt, die in geringen Konzentrationen UV-Absorber enthalten.

Kosmetik: Die Presse berichtete z.B. von einer After-Sun-Lotion, die geschädigtes Erbgut in der Haut reparieren soll. Die Lotion enthält ein gentechnisch hergestelltes Enzym, das defekte Stücke aus der DNA herauschneidet und repariert.

Über die Auswirkungen dieser neuen Technologien auf Umwelt und Gesundheit bestehen derzeit keine gesicherten Erkenntnisse.

7. Politik zum Schutz der Ozonschicht (Montrealer Protokoll)

Um Gesundheitsrisiken zu vermeiden, wurde 1987 das Montrealer Protokoll zur Begrenzung der FCKW-Produktion beschlossen. 1990 und 1992 erfolgten Verschärfungen in Richtung auf einen totalen Produktionsstopp. Nähere Informationen finden sich im Informationspapier "[FCKW und FCKW-Ersatzstoffe](#)".

Das Ozonsekretariat hat die Wirkung des Montrealer Protokolls wie folgt eingeschätzt (1998): Ohne das Montrealer Protokoll und seine Verschärfungen hätte es bis 2050 rund 19 Mio. zusätzliche Fälle von nichtmelanomem Hautkrebs, 1,4 Mio. zusätzliche Fälle von malignem Melanom und 130 Mio. zusätzliche Fälle von Katarakt gegeben.

Literatur

Bayerischer Forschungsverbund: Erhöhte UV-Strahlung in Bayern – Folgen und Maßnahmen. Download von <http://www.abayfor.de/foruv/de/index.php>

Bundesamt für Strahlenschutz (undatiert): Tipps zum Schutz vor UV-Strahlung. Download von <http://www.bfs.de/uv/uv2/uvi/schutz.html>

Bundesamt für Strahlenschutz (1991): Halogenlampen sind keine Heimsonnen! Infoblatt 12/91

Bundesamt für Strahlenschutz (1990): Gesundheitsgefährdung durch Solarien? Infoblatt 4/90

Bundesamt für Strahlenschutz (1996): UV-Index contra Sonnenbrand

Bundesamt für Strahlenschutz (2000): Jahresbericht 1999. Salzgitter

Bundesamt für Strahlenschutz (2001): Jahresbericht 2000. Salzgitter

Bundesministerium für Bildung und Forschung, Forschungszentrum Jülich GmbH (Hrsg., 2000): Kleidung mit integriertem Sonnenschutz. Berlin

Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Dt. Bundestages (1990): Dritter Bericht. Drucksache 11/8030

Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (1992): Klimaänderung gefährdet globale Entwicklung. Economica Verlag

Feister U. (1992): Ozon – Sonnenbrille der Erde. Verlag Harri Deutsch

Ökorecherche (2000): Ozonschicht, FCKW und UV-Belastung im 21. Jahrhundert. Darstellung für interessierte Laien. Studie im Auftrag von Greenpeace. Frankfurt am Main 2000

Przybilla B.(1992): UV-Wirkungen beim Menschen – differenzierte Betrachtungen. In: Bericht zum Status-Seminar des Bayer. Klimaforschungsverbundes BayFORKLIM

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1999): Umwelt und Gesundheit. Risiken richtig einschätzen. Sondergutachten. Verlag Metzler-Poeschel. Stuttgart

Steinmetz M. (2002): Bundesamt für Strahlenschutz, mündliche Mitteilung

Umweltbundesamt (2001): Daten zur Umwelt. Der Zustand der Umwelt in Deutschland. Berlin

Verfasserin: Ulrike Koller (März 1993)

Überarbeitung: Dr. Katharina Stroh (Juni 2002), Links: 2005

 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 12 - Infozentrum UmweltWissen, E-Mail: umweltwissen@lfu.bayern.de

Das Projekt Infozentrum UmweltWissen (früher Umweltberatung Bayern) hat seit 1992 Publikationen veröffentlicht. Seit 2003 werden die Publikationen vom Bayerischen Landesamt für Umwelt herausgegeben. Dieser Beitrag konnte bisher noch nicht überarbeitet werden. Er stellt daher nicht notwendigerweise und in jedem Fall die Haltung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt dar.