

UV-Strahlung und Arbeiten im Freien

Ein Ratgeber für Outdoor-Worker

www.auva.at



Inhalt

Abkürzungen	2
1 Einleitung	4
2 Was ist solare UV-Strahlung?	5
3 Wie wirkt solare UV-Strahlung auf den Menschen?	12
3.1 Wirkungen auf die Haut	13
3.2 Wirkungen auf die Augen	20
4 Wann ist die Gefahr durch solare UV-Strahlung groß?	23
5 UV-Belastung von Beschäftigten im Freien	31
6 Welche Schutzmaßnahmen gibt es?	34
6.1 Technische Schutzmaßnahmen	34
6.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen	35
6.3 Persönliche Schutzmaßnahmen	36
7 Zusammenfassung: Wichtige Fakten über solare UV-Strahlung	45
Literatur	47

**Was bedeuten
die verwendeten
Abkürzungen?**

Abkürzungen

CIE	Internationale Beleuchtungskommission
DIN	Deutsches Institut für Normung
DNA	Desoxyribonukleinsäure (Träger der Erbinformation)
DT	Delayed tanning (verzögerte Pigmentierung)
DU	Dobson-Units (Maß für die Ozonschichtdicke)
E_{er}	Sonnenbrandwirksame Bestrahlungsstärke [W/m ²]
$E(\lambda)$	spektrale Bestrahlungsstärke [W/m ²]
EN	Europäische Norm
H_{er}	Sonnenbrandwirksame Bestrahlung [J/m ²]
$H_{s(\lambda)}$	Aktinische Bestrahlung [J/m ²]
H_{UVA}	UV-A Bestrahlung [J/m ²]
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung)
ILO	International Labor Organization (Internationale Arbeitsorganisation)
IPD	Immediate pigment darkening (Sofortbräune)
J	Joule (Einheit der Energie)
LSF	Lichtschutzfaktor (wird verwendet bei Sonnenschutzmitteln)
MED	Minimale Erythem-Dosis
MESZ	Mitteleuropäische Sommerzeit
nm	Nanometer, ein Millionstel eines Millimeters
ÖNORM	Österreichisches Normungsinstitut
PPD	Persistent pigment darkening (dauerhafte Bräune)
ROF_{ery}	Reflexions-Oberflächen-Faktor (gibt an, um welchen Faktor sich die Belastung durch sonnenbrandwirksame UV-Strahlung durch Reflexion an Oberflächen erhöhen kann)

$s_{\text{ery}}(\lambda)$	Biologisches Wirkungsspektrum für das UV-Erythem (Sonnenbrand)
SPF	Sun Protection Factor (Engl. für LSF)
t_{max}	Maximale Aufenthaltsdauer [s]
UPF	Ultraviolet Protection Factor (UV-Schutzfaktor, wird verwendet bei Textilien)
UV	Ultraviolett, Strahlung von $\lambda = 100 \text{ nm} - 400 \text{ nm}$
UV-A	UV-Strahlung von $\lambda = 315 \text{ nm} - 400 \text{ nm}$
UV-B	UV-Strahlung von $\lambda = 280 \text{ nm} - 315 \text{ nm}$
UV-C	UV-Strahlung von $\lambda = 100 \text{ nm} - 280 \text{ nm}$
UVI	UV-Index
W	Watt (Einheit der Leistung)
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
λ	Wellenlänge [nm]
$\rho_{\text{max}, \text{UV}}$	Maximaler Reflexionsgrad im ultravioletten Spektralbereich
$\tau_{\text{F}}(\lambda)$	Spektraler Transmissionsgrad des Sonnenschutzfilters
τ_{SUVA}	Solarer UV-A-Transmissionsgrad des Sonnenschutzfilters
τ_{V}	Lichttransmissionsgrad des Sonnenschutzfilters

**Gefährdete
Arbeit-
nehmerInnen**

**Welche Schäden
verursacht das
Sonnenlicht?**

1 Einleitung

Berufsgruppen, die einen überwiegenden Teil ihrer Arbeitszeit im Freien verbringen, werden als *Outdoor-Worker* bezeichnet. Dazu gehören vor allem die Berufsgruppen der Bauarbeiter, Spengler, Straßenarbeiter, Sportlehrer, Landwirte usw. Sie sind es, die einer hohen Dosis UV-Strahlung ausgesetzt sind, die in der Sonnenstrahlung vorkommt. Die UV-Strahlung schädigt die Haut und die Augen. Die Belastung für diese beiden Organe ist vor allem im Frühjahr und Sommer sehr hoch. Bereits bei einer einmaligen übermäßigen UV-Bestrahlung treten akute UV-Schäden, wie der jedem bekannte Sonnenbrand, auf. Durch oftmalige, übermäßige UV-Bestrahlungen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer späteren Entstehung von Hautkrebs oder grauem Star (Trübung der Augenlinse).

Dieser Ratgeber soll Ihnen helfen, folgende Fragen zu beantworten:

- Was ist UV-Strahlung?
- Wann ist die UV-Strahlung der Sonne besonders stark?
- Wo ist die UV-Strahlung der Sonne besonders stark?
- Wer sollte sich schützen?
- Warum muss man sich schützen?
- Wie schützt man sich vor UV-Strahlung?
- Welche technischen, organisatorischen, und persönlichen Schutzmaßnahmen schützen wirksam vor UV-Strahlung?

2 Was ist solare UV-Strahlung?

UV-Strahlung ist jene Strahlung im elektromagnetischen Spektrum, die frequenzmäßig an das blau/violette Licht angrenzt, und für unser Auge nicht mehr sichtbar ist.

Die solare UV-Strahlung, die von der Sonne abgestrahlt wird, unterteilt man nach ihrer biologischen Wirkung in drei Bereiche:

- UV-A (Wellenlängenbereich $\lambda = 315 \text{ nm} - 400 \text{ nm}$)
- UV-B (Wellenlängenbereich $\lambda = 280 \text{ nm} - 315 \text{ nm}$)
- UV-C (Wellenlängenbereich $\lambda = 100 \text{ nm} - 280 \text{ nm}$)

Das gesamte solare UV-C sowie ca. 90 % der solaren UV-B-Strahlung werden von der Ozonschicht bzw. der Atmosphäre absorbiert. Nur ca. 10 % der UV-B-Strahlung sowie die UV-A-Strahlung erreichen die Erdoberfläche (siehe Abbildung 1).

Solare UV-Strahlung wirkt nicht nur direkt auf den Menschen ein, sondern wird auch an Partikeln in der Atmosphäre gestreut und reflektiert. Dieser Effekt führt dazu, dass man auch im Schatten braun wird bzw. einen Sonnenbrand bekommen kann. Weiters wird UV-Strahlung auch an Oberflächen (z. B. Metall, Asphalt, Sand, Wasser und Schnee) reflektiert (siehe Abbildung 2).

Die gesamte Umgebungssituation mit Reflexionen und Streuung ist zu berücksichtigen

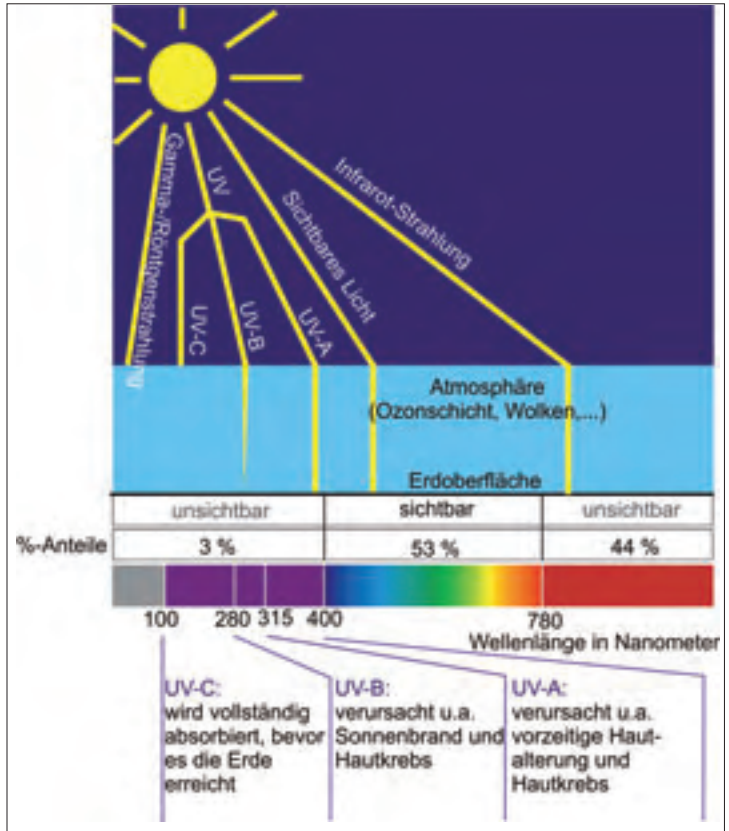


Abbildung 1: Die Bestandteile (Frequenzen) der Sonnenstrahlung und die Aufteilung der UV-Strahlung nach ihrer biologischen Wirksamkeit in UV-A, UV-B und UV-C

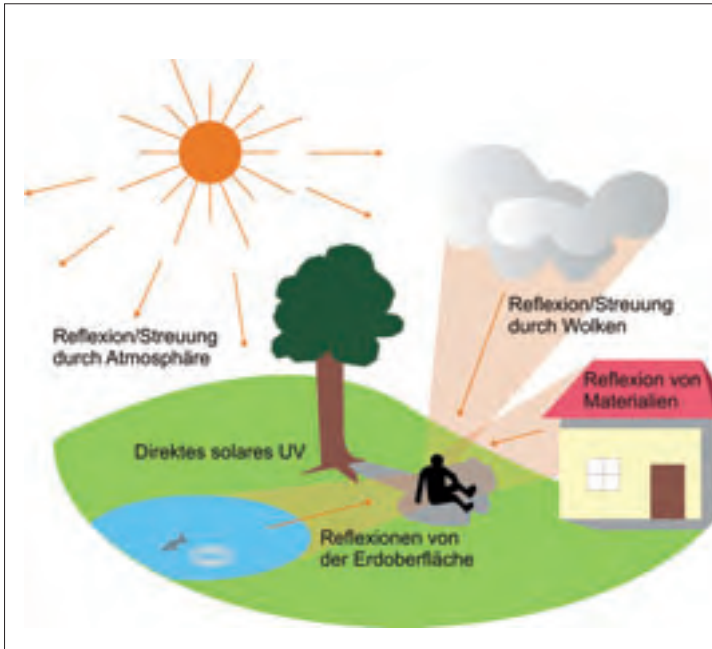


Abbildung 2: Einwirkung von solarer UV-Strahlung auf den Menschen im Schatten eines Baumes (nach [1])

Wie „stark“ die solare UV-Strahlung ist (also wie hoch die Bestrahlungsstärke ist), hängt ab von:

- **Sonnenstand:** Je höher die Sonne am Himmel steht, desto höher ist die UV-Belastung auf der Erdoberfläche. Die höchste UV-Belastung tritt deswegen tageszeitlich gesehen zu Mittag (im Sommer bei MESZ um 13 Uhr) auf und – jahreszeitlich betrachtet – zur Sommersonnenwende am 21. Juni (siehe Abbildung 3). Ende April hat man bereits eine gleich hohe UV-Belastung wie Mitte August (siehe Abbildung 4), meist schützt man sich aber im August wesentlich besser aufgrund der höheren Umgebungstemperatur. Die Umgebungstemperatur sagt allerdings nichts über die vorliegende UV-Belastung aus.

Zu Mittag und zur Sommersonnenwende ist die UV-Belastung am höchsten

Die UV-Belastung hängt nicht von der Umgebungstemperatur ab!

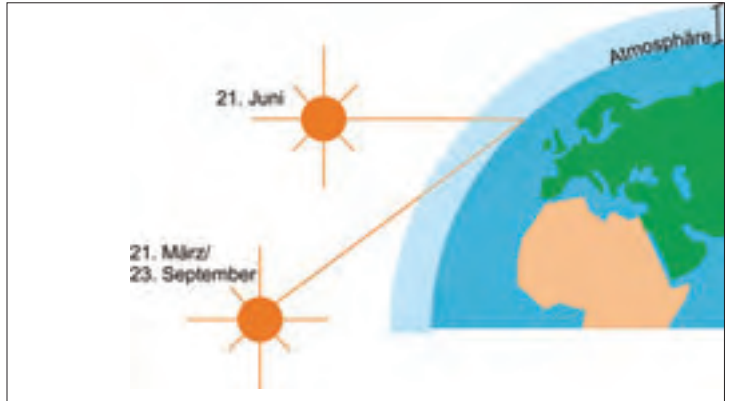


Abbildung 3: Am 21. Juni steht die Sonne in unseren Breiten am höchsten. Die UV-Belastung ist dabei besonders stark, da die UV-Strahlung einen kürzeren Weg durch die Atmosphäre hat, im Vergleich zu anderen Tagen und dadurch nur wenig abgeschwächt wird.

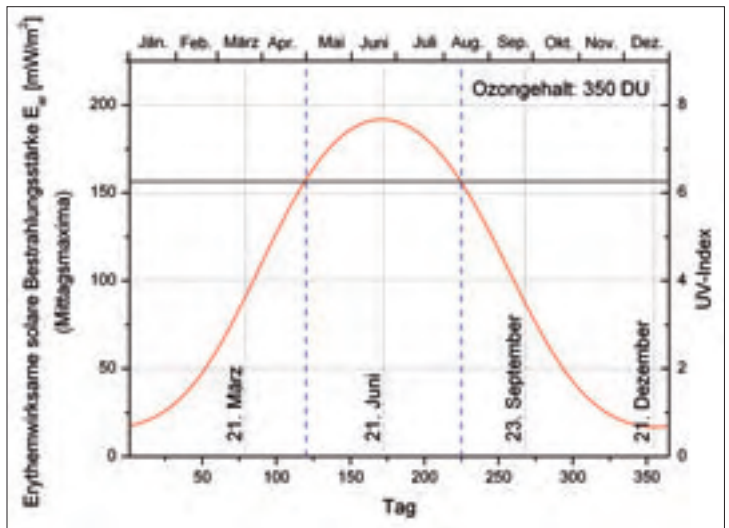


Abbildung 4: Jahresverlauf der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung um 12 Uhr (13 Uhr MESZ): Ende April und Mitte August (jeweils blau gestrichelte Linie) ist die UV-Belastung gleich hoch. Die Kurve in Abbildung 4 entspricht dem Querschnitt „Jahresverlauf“ in Abbildung 15.

Was ist solare UV-Strahlung?



- **Breitengrad:** Je näher man dem Äquator kommt, desto höher ist die Belastung durch solares UV.
- **Seehöhe:** Mit zunehmender Seehöhe nimmt die UV Belastung zu, da die Atmosphäre dünner und deshalb weniger UV absorbiert wird.
- **Ozongehalt:** Das atmosphärische Ozon absorbiert einen Großteil des solaren UV-B sowie das gesamte UV-C. Die solare UV-C-Strahlung stellt deswegen keine Gefahr für den Menschen auf der Erdoberfläche dar. Eine Ausdünnung der Ozonschicht führt allerdings zu einer erhöhten UV-Belastung auf der Erdoberfläche. Die Ozonschichtdicke wird über die Dobson-Einheiten (Englisch: Dobson-Units, DU) bestimmt. Die Dicke der Ozonschicht weist eine jahreszeitliche Schwankung auf und erreicht in Mitteleuropa einen Wert von 350 DU meist Anfang Juni [2]. Vom Ozonloch spricht man, wenn diese Dicke weniger ist 220 DU beträgt [3].
- **Bewölkung:**
 - Leicht bewölkt: Eine leichte Bewölkung reduziert die UV-Strahlung auf der Erde nur um 5 – 10 % [4]. Durch seitliche Reflexion von Sonnenstrahlung an Wolken (siehe Abbildung 5) kann bei teilweise bewölktem Himmel aber eine um bis zu 15 % höhere UV-Bestrahlung auftreten als bei wolkenlosem Himmel [5, 6, 7].
 - Dicht bewölkt: Eine dichte Wolkendecke reduziert die UV-Strahlung auf der Erdoberfläche um 30 – 70 % [4].
 - Sehr stark bewölkt: Eine geschlossene, sehr dichte Bewölkung (Regenwolken oder Gewittertürme) sorgt für eine Reduktion von bis zu 90 % des solaren UV auf der Erdoberfläche [8].

Sehr oft fühlen sich Menschen auch schon bei leichter Bewölkung gut vor UV-Strahlung geschützt. Dieser Irrglaube ist darauf zurückzuführen, dass der Wasserdampf der Wolken

Die UV-Belastung nimmt zu: Je näher man dem Äquator ist, mit zunehmender Seehöhe, mit abnehmender Ozonschichtdicke

Wolken können täuschen! Sonne überder Wolkendecke sorgt auch darunter für eine spürbare UV-Belastung.

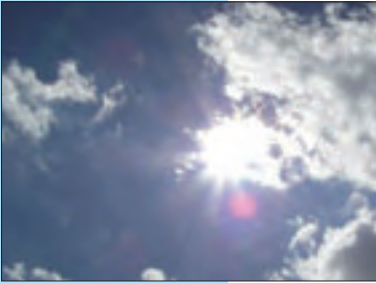


Abbildung 5: Durch seitliche Reflexion von Sonnenstrahlung an Wolken kann sich die UV-Belastung auf der Erde erhöhen.

Blechdächer, Isolationsmaterialien und Schnee erhöhen die UV-Belastung!



Abbildung 6: Beim Arbeiten mit polierten Metallen, die u. A. für Blechdächer verwendet werden, erhöht sich die UV-Belastung durch Reflexion an der Metalloberfläche.

sehr gut die Infrarot-Strahlung filtert (nicht aber die UV-Strahlung), wodurch es zu einer spürbaren Temperaturreduktion auf der Erdoberfläche kommt. Eine verringerte Temperatur bedeutet allerdings nicht notwendigerweise auch eine verminderte UV-Belastung!

- Aerosole: Aerosole sind ein Gemisch aus feinsten Schwebeteilchen und Luft, die z. B. durch Luftverschmutzung aus Industrie und Verkehr entstehen. Diese kleinen Teilchen absorbieren und streuen ebenfalls das solare UV und sorgen für eine Reduktion der UV-Belastung.

- Reflektierende Oberflächen (Blechdächer, Fassaden, Schnee etc.): Von Oberflächen reflektiertes solares UV kann zu einer erheblichen zusätzlichen UV-Belastung führen. Vor allem polierte Metalle (Zink, Aluminium, siehe Abbildung 6), Styropor und Schnee können sehr viel solares UV reflektieren (siehe Tabelle 1). Ein

Reflexions-Oberflächen-Faktor für erythemwirksame UV-Strahlung (ROF_{ery}) von 1,6 für Zinkblech gemäß Tabelle 1 bedeutet, dass sich bei Arbeiten mit diesem Material die Belastung durch sonnenbrandwirksame UV-Strahlung um den angegebenen Faktor aufgrund der Reflexion erhöhen kann. Dies ist auch für die Belastung der Augen relevant, die gegen

UV-Strahlung von oben relativ gut geschützt sind, von vorne allerdings nicht.

Oberfläche	Reflexions-Oberflächen-Faktor ROF_{ery}	Maximaler UV-Reflexionsgrad $\rho_{max,UV}$ [%]
Styropor	1,5	84
Schnee	1,7	80
Zinkblech, walzblank	1,6	67
Weißaluminium	1,4	46

*Tabelle 1: Reflexions-Oberflächen-Faktoren (ROF_{ery}) und UV-Reflexionsgrade unterschiedlicher Oberflächen [nach 9, 10].
Der UV-Reflexionsgrad ist abhängig von der Wellenlänge, angegeben ist der maximale UV-Reflexionsgrad $\rho_{max,UV}$*

Die UV Strahlung schädigt Haut Augen

3 Wie wirkt solare UV-Strahlung auf den Menschen?

UV-Strahlung ist für den Menschen in geringen Dosen lebensnotwendig (zur Bildung der Vorstufe von Vitamin D₃, dem Provitamin D₃). Bei zu hoher UV-Belastung kann es jedoch zu ernsthaften Schäden an den Augen und der Haut kommen. Man unterscheidet dabei zwischen akuten Schäden, die nach einmaliger zu hoher UV-Belastung auftreten (z. B. Sonnenbrand, Hornhautentzündung des Auges) und chronischen Schäden (Langzeiteffekten), die nach oftmaliger UV-Exposition erst nach Jahren sichtbar werden (z. B. grauer Star, Hautkrebs).

Für das Ausmaß der Belastung von Augen und Haut durch die Sonne sind

- die Dauer der Bestrahlung
 - die auftreffende Bestrahlungsstärke
- verantwortlich.

Im Allgemeinen gilt:

***Je intensiver und je länger die Bestrahlung ist,
umso größer ist die mögliche Schädigung.***

Daraus lässt sich ableiten, dass ein langer Aufenthalt in der Sonne vor allem im Frühjahr und Sommer zur Mittagszeit zu meiden ist.

Eindringtiefe der UV-Strahlung

UV-A dringt tiefer ins Gewebe ein als UV-B. Die Wirkmechanismen der UV-Strahlung sind von deren Wellenlänge λ abhängig, daher sind die meisten Schädigungen ebenso vom Wellenlängenbereich abhängig. Eine Übersicht dazu zeigt Abbildung 7.

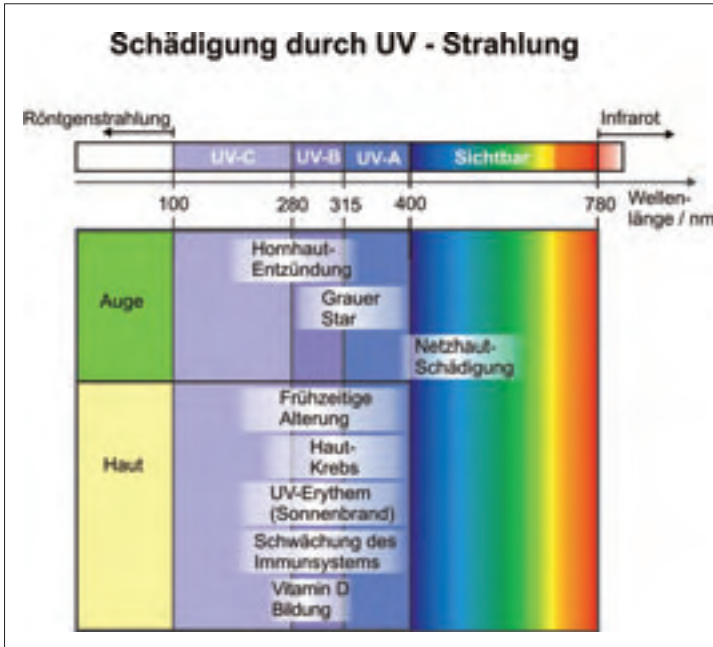


Abbildung 7: Wirkung der UV-Strahlung auf Auge und Haut. Unterschiedliche Wellenlängen haben unterschiedlichen Einfluss auf das Gewebe. Die weißen Bereiche zeigen die für das Hervorrufen der jeweiligen Wirkung effektivsten Wellenlängen an.

3.1 Wirkung auf die Haut

Die Haut ist, von außen nach innen betrachtet, aus mehreren Schichten aufgebaut [11]:

- Oberhaut
- Lederhaut
- Unterhaut

Der Aufbau der Haut ist schematisch in Abbildung 8 dargestellt.

Die Haut ist das größte Organ und die Verbindung des Körpers zur Außenwelt. Schützen Sie sie!

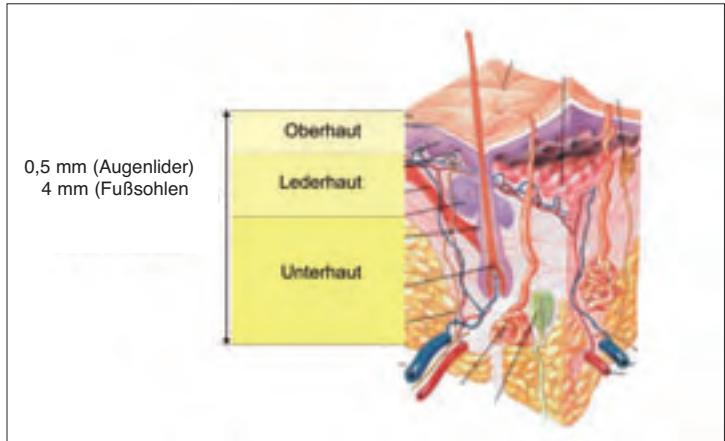


Abbildung 8: Schematischer Schnitt durch die Hautschichten [12] mit Angabe der minimalen bzw. maximalen Schichtdicke

**Sonnenbrand
sollte man
nicht auf die
leichte Schulter
nehmen!**

Sonnenbrand (UV-Erythem)

- Erscheint wenige Stunden nach der UV-Exposition und erreicht sein Maximum etwa 16 bis 24 Stunden nach der Bestrahlung. In der Regel klingt er nach 2 - 3 Tagen wieder ab.
- Erkennbar als eine Hautrötung, die durch eine Vergrößerung und verstärkte Füllung der Blutgefäße entsteht (siehe Abbildung 9).
- Je nach Schwere kommt es auch zu Entzündungen, Blasenbildung, Schälung der Haut, Fieber und Übelkeit („Sonnenstich“).
- Wird hauptsächlich durch das UV-B im Sonnenlicht verursacht, der Beitrag des UV-A ist aber trotzdem nicht zu vernachlässigen.

UV-Strahlung schädigt die DNA. Die DNA ist der Träger der Erbinformation jeder Zelle. Sind die Beschädigungen zu stark und können nicht mehr repariert werden, so sterben die betroffenen Hautzellen ab, und die oberste Hautschicht

(Hornhaut) löst sich ab. Bei Fehlfunktion des Reparaturmechanismus und entsprechender Anhäufung von DNA-Schäden kann es auch zur Ausbildung von Hautkrebs kommen.

Pigmentierung (Bräunung)

- ist ein Selbstschutz der Haut gegen UV-Strahlung und wird hervorgerufen durch die Bildung von Melanin (das dunkle Pigment in der Haut, das beim Menschen u. a. für die Färbung der Haut verantwortlich ist).
- Sofortpigmentierung (IPD): Entsteht während bzw. kurz nach der UV-Exposition durch Neuverteilung des vorhandenen Melanins und verschwindet innerhalb von Stunden. Sie ist erkennbar durch eine wenig intensive Verfärbung der Haut (grau-bräunlich) und wird hauptsächlich durch UV-A verursacht. Sie bietet keinen Schutz gegen weitere UV-Strahlung.
- Verzögerte Pigmentierung (DT): Wird großteils durch UV-B verursacht, und setzt erst ca. 24 Stunden nach der UV-Exposition ein. Sie hält einige Tage bis Wochen an. Dabei kommt es zur erhöhten Produktion von Melanin in der Haut (Effekt der Bräunung) und zu einer Verdickung der Hornhaut. In Verbindung mit der verdickten Hornhaut bietet sie einen relativ geringfügigen Schutz (ca. LSF 1,4 – 4 [13,14]) gegenüber weiterer UV-Strahlung.

In vielen Kulturkreisen spricht man heute noch oft von der „gesunden Bräune“, sie wird auch noch sehr häufig als Schönheitsideal angesehen. Bei der Bräune handelt es sich allerdings um einen Abwehr- bzw. Adaptationsmechanismus der Haut gegen hohe UV-Belastung. Jeder Bräunung geht eine Schädigung der DNA voraus!

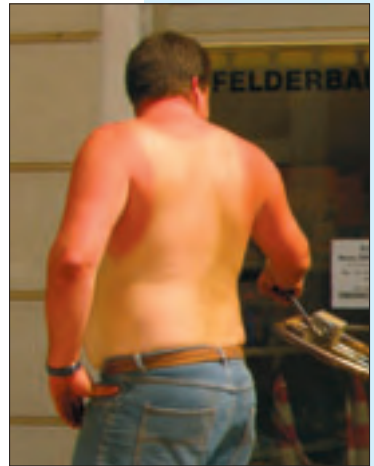


Abbildung 9: Sonnenbrand am Oberkörper eines Arbeiters

Die verzögerte Pigmentierung schützt geringfügig gegen UV-Strahlung. Dem gegenüber stehen die frühzeitige Hautalterung und die Faltenbildung.

Hautkrebs

- Die UV-Strahlung kann die DNA der Hautzellen auf direktem (UV-B Strahlung) oder indirektem Weg (bei UV-A-Strahlung) schädigen.
- Die Hautzellen besitzen Reparatursysteme, um die DNA-Schäden der Zellen zu beseitigen. Dieser Reparaturmechanismus arbeitet jedoch nicht immer fehlerfrei, sodass einzelne Hautzellen unrepariert oder falsch repariert zurückbleiben (z. B. bei Überforderung oder Schädigung des Reparatursystems durch UV-Strahlung).
- Mit zunehmendem Lebensalter sammeln sich diese dauerhaft geschädigten Hautzellen, und das Risiko für die Ausbildung von Hautkrebs nimmt zu.

Bei durch UV-Strahlung induziertem Hautkrebs unterscheidet man:

- Nicht-melanomer Hautkrebs
- Malignes Melanom (schwarzer Hautkrebs).

Nicht-melanomer Hautkrebs:

- Kann durch langjährige UV-Exposition der Haut entstehen (Gesamtdosis an aufgenommener UV-Strahlung ist entscheidend).
- Das betroffene Gewebe (siehe linkes Bild Abbildung 10) kann meistens durch einen chirurgischen Eingriff entfernt werden, die Todesrate ist daher gering.

Malignes Melanom:

- Tritt seltener auf als nicht-melanomer Hautkrebs, die Todesrate ist aber aufgrund von Metastasen wesentlich höher. Unter einer Metastase versteht man die Ausbildung eines weiteren Krankheitsherdes in einem entfernten Gewebe. Durch Ausbildung von Metastasen können bei Hautkrebs die Tumorzellen auch andere Organe (wie z. B. Lunge und Nieren) befallen.

- Heute geht man davon aus, dass schwere Sonnenbrände, vor allem in der Kindheit und Jugendzeit, für das Entstehen von malignen Melanomen (siehe rechtes Bild Abbildung 10) verantwortlich sind. Nicht die Gesamtdosis, sondern kurze, intensive UV-Bestrahlungen scheinen für das Entstehen von malignen Melanomen relevant zu sein.
- Risikofaktoren: Heller Hauttyp (Hauttyp I und II, siehe Tabelle Seite 30), das Vorhandensein zahlreicher Pigmentmale sowie genetische Veranlagung (familiäre Häufung).
- Die Früherkennung von malignen Melanomen ist äußerst wichtig, da nur dann eine Heilungschance besteht.

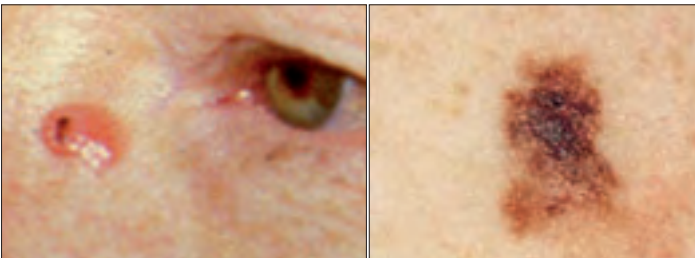


Abbildung 10: Links: Nicht malignes Melanom, rechts: Malignes Melanom

Zur Abschätzung, ob es sich bei einem Pigmentmal möglicherweise um ein malignes Melanom handelt, kann man sich als Laie der ABCDE-Regel bedienen [15]:

- A – Asymmetrie: Melanome sind weder rund noch oval.
- B – Begrenzung: Rand des Melanoms ist unregelmäßig oder unscharf.
- C – Color (Farbe): Pigmentierung unterschiedlich stark ausgeprägt, Mehrfarbigkeit.
- D – Durchmesser: Melanome wachsen rasch und erreichen bald einen großen Durchmesser.
- E – Erhabenheit: „Buckel“ auf flacher Haut erkennbar.

Die Früherkennung ist bei malignen Melanomen sehr wichtig!

Die ABCDE-Regel hilft Ihnen bei der Früherkennung von malignen Melanomen. Bei Unsicherheit oder Verdacht unbedingt den Hautarzt aufsuchen!

UV-Strahlung lässt die Haut vorzeitig altern.



Abbildung 11: Hautalterung im Nackenbereich verursacht durch häufige UV-Bestrahlung

UV-Strahlung schwächt das Immunsystem

Die ABCDE-Regel dient lediglich als Hilfe bei der Selbstkontrolle der Haut. Im Zweifelsfall muss ein Hautarzt aufgesucht werden. Eine regelmäßige Kontrolle der Pigmentmale beim Hautarzt ist dringend anzuraten.

Frühzeitige Hautalterung (Photoaging)

- Wird verursacht durch häufige UV-Bestrahlung.
- Die Haut erscheint dann trocken und ledrig. Zusätzlich verliert die Haut an Elastizität und es kommt zu Falten- und Furchenbildung (siehe Abbildung 11).
- Sie tritt umso früher auf, je intensiver und länger die UV-Exposition und desto hellhäutiger der Mensch ist (Hauttypen I und II, siehe Tabelle S. 30).

Schwächung des Immunsystems

- Dazu sind bereits Sonnenexpositionen ausreichend, die kleiner sind als die minimale Erythemdosis (Minimale Dosis, ab der nach 16 – 24 Stunden eine Hautrötung eintritt).
- Kann sich besonders auf die Entstehung von Hautkrebs auswirken, da die Schwächung des Immunsystems in direktem Zusammenhang mit der Entstehung von Hautkrebs steht.
- Durch die UV-induzierte Schwächung des Immunsystems kann es zur Ausbildung und Ausbreitung von viralen (z. B. Herpes) bzw. bakteriellen Erkrankungen (z. B. Tuberkulose) kommen.

Vitamin D₃- Bildung

- Die UV-B-Strahlung des Sonnenlichts löst in der Haut die Produktion von Provitamin D₃ aus, einer Vorstufe des Vitamin D₃, welches eine wichtige Rolle in vielen Lebensprozessen spielt (z. B. Aufbau des Knochengewebes). Ein Mangel an Vitamin D₃ kann zu ernsthaften Schäden im Körper führen.
- Zur Produktion der notwendigen Menge an Vitamin D₃ reicht schon eine kurze Sonnenexposition an Armen, Beinen und Gesicht (an einem Sonnentag im Sommer) aus, die weit unter der Dosis liegt, bei der man braun wird oder einen Sonnenbrand hat (siehe Tabelle 2).

UV-Strahlung ist lebensnotwendig für die Bildung von Vitamin D₃

		UV-Index							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Haut- typ	I	34 min	17 min	11 min	9 min	7 min	6 min	5 min	5 min
	II	42 min	21 min	14 min	11 min	9 min	7 min	6 min	6 min
	III	59 min	30 min	20 min	15 min	12 min	10 min	9 min	8 min
	VI	75 min	38 min	25 min	19 min	15 min	13 min	11 min	10 min

Tabelle 2.: Richtzeiten für den täglichen Aufenthalt in der Sonne in Abhängigkeit vom Hauttyp und vorliegendem UV-Index, um ausreichend Provitamin D₃ in der Haut zu produzieren

- Da durch Fensterscheiben kein UV-B durchdringt, kann hinter einem Fenster auch kein Vitamin D₃ gebildet werden (Büro).
- Als grobe Richtwerte für die notwendige Aufenthaltsdauer in der Sonne, um ausreichend Provitamin D₃ in der Haut zu produzieren, können in Abhängigkeit vom Hauttyp und vorliegenden UV-Index die in Tabelle 2 angegebenen Werte herangezogen werden. Diese Werte basieren auf den Annahmen, dass für jeden Hauttyp ein Viertel der

Eine Sonnenallergie ist eine abnorme Reaktion der Haut auf Sonneneinstrahlung

individuellen minimalen Erythemdosis (MED) ausreicht, um genügend Provitamin D₃ in der Haut zu bilden, und dass dabei ein Viertel der Hautoberfläche der Sonne exponiert ist (z. B. Arme, Beine, Kopf). Wird eine größere Hautoberfläche der Sonne ausgesetzt, so verkürzt sich die notwendige Aufenthaltsdauer [16].

- Während an Sommertagen in unseren Breiten im Flachland (Raum Wien: 48° nördliche Breite, Seehöhe 200 m) während elf Stunden (ca. von 07:30 – 18:30 Uhr MESZ) beim Aufenthalt in der Sonne Provitamin D₃ in der Haut gebildet werden kann, ist dies im Winter, aufgrund des verminderten UV-B-Anteils in der Sonnenstrahlung, nur während maximal zweieinhalb Stunden (ca. von 11:00 bis 13:30 Uhr Normalzeit) möglich [17, 18].

Sonnenallergie

- Beschreibt eine Gruppe von Hautveränderungen, die durch Einwirkung von UV-Strahlung auf die Haut entstehen. Dabei handelt es sich um abnorme Reaktionen der Haut auf Sonneneinstrahlung, und nicht um eine tatsächliche Allergie im biologischen Sinne.
- Man unterscheidet dabei unterschiedliche Reaktionen (z. B. phototoxische Reaktionen, Lichtdermatosen), die wohl bekannteste Form ist die Mallorca-Akne.

3.2 Wirkung auf die Augen

Abbildung 12 verdeutlicht, dass vor allem UV-A-Strahlung tief ins Auge eindringen kann. In jenem Gewebe, in dem die Strahlung in Abhängigkeit von seiner Wellenlänge absorbiert wird, ist auch, je nach Bestrahlungsstärke und Expositionsdauer, eine entsprechende Schädigung des Gewebes möglich.

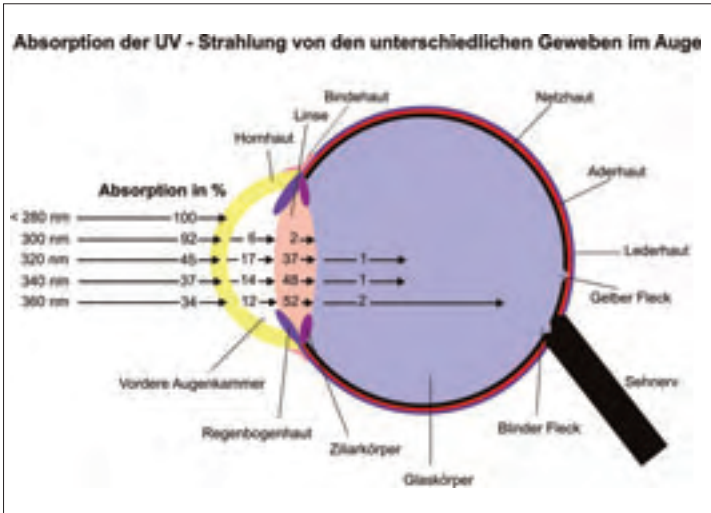


Abbildung 12: Absorption und Eindringtiefe der UV-Strahlung im Auge

Hornhaut- und Bindehautentzündung (Photokeratokonjunctivitis)

- Treten als akute Folge einer intensiven Sonnenbestrahlung des Auges auf. Vor allem das UV-B ist für die Entstehung dieser Schäden verantwortlich, da es in der Hornhaut und Bindehaut absorbiert wird.
- Treten häufig bei stark reflektierendem Untergrund, wie z. B. Schnee (bekannt als Schneeblindheit) auf.
- Diese Entzündungen (siehe Abbildung 13) sind sehr schmerzhaft, hinterlassen aber im Normalfall keine langfristigen Schäden. Eine Heilung erfolgt aufgrund der schnellen Erneuerung der Hornhaut innerhalb von 48 Stunden.

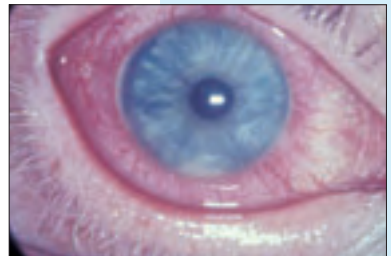


Abbildung 13: Hornhaut- und Bindehautentzündung (Foto: Prof. Söderberg, Karolinska Institut, Stockholm)

Zuviel UV führt zu schmerzhaften Entzündungen des Auges

Grauer Star (Katarakt)



Abbildung 14: Trübung der Augenlinse (Grauer Star).
(Foto reproduziert mit freundlicher Genehmigung der University of Michigan Kellogg Eye-Center)

Bei grauem Star hilft nur eine Augenoperation

- Zeigt sich im Alter durch eine frühzeitige Trübung der Augenlinse (sh. Abbildung 14), die zu einem eingeschränkten Sehvermögen führt.
- Der Katarakt ist die häufigste Ursache von Erblindung weltweit und kann nur operativ entfernt werden, indem die Augenlinse durch eine künstliche Linse ersetzt wird.

Netzhautschädigung (Photoretinitis)

- Spielt bei solarer UV-Strahlung eher eine untergeordnete Rolle, da bei einem gesunden Auge nur ca. ein Prozent der gesamten auf das Auge treffenden UV-A-Strahlung die Netzhaut erreicht.
- Kann allerdings bei Personen eine Rolle spielen, denen die Augenlinse operativ entfernt wurde.
- Sichtbares Licht kann die Netzhaut schädigen. Hierbei ist vor allem das blaue Licht im Spektrum der Sonne schädigend. Man spricht in diesem Fall von der „Blaulichtgefährdung“. Dieser Netzhautschaden tritt z. B. durch das Starren in die Sonne ohne Schutzbrille auf (Sonnenfinsternis) und ist irreversibel.

4 Wann ist die Gefahr durch solare UV-Strahlung groß?

Um die Belastung durch solare UV-Strahlung für Laien besser einschätzbar machen zu können, wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) der UV-Index (UVI) eingeführt. Für die Berechnung des UV-Index wird die spektrale Bestrahlungsstärke der Sonne $E(\lambda)$ mit dem biologischen Wirkungsspektrum für das UV-Erythem $s_{\text{ery}}(\lambda)$ bewertet, und daraus die effektive erythemwirksame (sonnenbrandwirksame) Bestrahlungsstärke E_{er} berechnet. Der UV-Index ist eine einheitenlose Größe und berechnet sich durch Multiplikation der effektiven erythemwirksamen (sonnenbrandwirksamen) Bestrahlungsstärke E_{er} mit dem Faktor 40 [m^2/W].

$$\text{UV Index} = E_{\text{er}} [\text{W}/\text{m}^2] \cdot 40 [\text{m}^2/\text{W}]$$

Die Skala des UV-Index ist nach oben hin offen.

Im Allgemeinen gilt:

Je höher der UV-Index,

- desto höher ist die UV-Belastung,
- desto kürzer ist die Zeitdauer bis ein UV-induzierter Schaden eintritt,
- desto mehr und effektivere Schutzmaßnahmen sind zu ergreifen.

Der aktuelle UV-Index bzw. Tagesprognosen für den maximalen UV-Index können online unter der Adresse

www.uv-index.at

abgerufen werden.

Eine exakte Bestimmung des UV-Index direkt vor Ort ist nur mit speziellen Messgeräten möglich.

Eine Abschätzung der UV-Belastung mittels so genannter „UV-Sensorkarten“ ist aufgrund von verfälschenden Einflüssen nicht zu empfehlen [19].

Der UV-Index hilft die Gefahr zu beurteilen. Aktuelle Werte finden Sie unter: www.uv-index.at

Ab UV-Index 3:
Persönliche
Schutzaus-
rüstung ver-
wenden.
Ab UV-Index \geq 6:
Technische,
organisatorische
und persönliche
Schutzmaß-
nahmen
kombinieren.

Schutz ohne
den aktuellen
UV-Index

Gemäß WHO sollten je nach UV-Index folgende Schutzmaßnahmen gemäß Tabelle 3 getroffen werden [20].







Strahlungsstärke	UV-Index	Empfohlene Schutzmaßnahmen
0,025 schwach	1 2	kein Schutz erforderlich
0,075 mittel	3 4 5	 körperbedeckende Kleidung, Kopfbedeckung und UV-Schutzbrille tragen, je nach Aufenthaltsdauer Sonnenschutzmittel verwenden
0,150 hoch	6 7	  körperbedeckende Kleidung, Kopfbedeckung, UV-Schutzbrille und Sonnenschutzmittel tragen, Arbeiten nach Möglichkeit im Schatten verrichten
0,200 sehr hoch	8 9 10	   körperbedeckende Kleidung, Kopfbedeckung, UV-Schutzbrille und Sonnenschutzmittel tragen, Arbeiten im Schatten verrichten, Aufenthalt im Freien vermeiden (Arbeiten in Innenräumen)
0,275 extrem	11	

Tabelle 3: Empfohlene Schutzmaßnahmen bei unterschiedlichen UV-Indizes

Bei Kenntnis des UV-Index können die entsprechenden Schutzmaßnahmen gemäß Tabelle 3 angewendet werden. Die Schutzmaßnahmen (technische, organisatorische, persönliche) sollen dabei nicht nur einzeln verwendet, sondern miteinander kombiniert werden.

Eine exakte Bestimmung des UV-Index direkt vor Ort ist nur mit speziellen Messgeräten möglich. Der Tagesverlauf des UV-Index für verschiedene Jahreszeiten ist aber – bei wolkenlosem Himmel – aus jahrelangen Beobachtungen

und Modellberechnungen gut bekannt. Ist die Messung der vorliegenden UV-Belastung bzw. der Information über den aktuellen UV-Index nicht möglich, dann sollen Schutzmaßnahmen in unseren Breiten (Mitteleuropa) jedenfalls in folgenden Situationen angewendet werden (siehe auch Tabelle 4):

- Im Frühjahr bzw. Sommer erreicht der UV-Index in unseren Breiten (Österreich) im Flachland bei wolkenlosem Himmel einen Wert von bis zu 8 (siehe Abbildung 15), im Hochgebirge (über 2000 m) werden jedoch UV-Indizes größer 10 gemessen.
- Von Mitte Mai bis Ende Juli sollte nach Möglichkeit ein Aufenthalt in der direkten Mittagssonne (11 bis 15 Uhr MESZ) vermieden werden, da in dieser Zeit 60 % der gesamten solaren UV-Tagesdosis auf der Erdoberfläche auftritt. Ist dies nicht möglich, so sind entsprechende technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen anzuwenden. Achtung: In der Abbildung 15 ist die Tageszeit auf der linken y-Achse in Normalzeit angegeben, d.h. 12 Uhr Normalzeit = 13 Uhr Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ).
- Von April bis Anfang September ist bei nur leichter Bewölkung vor allem in den Mittagsstunden (11 bis 15 Uhr MESZ) mit einer hohen UV-Belastung (UV-Index ≥ 5) zu rechnen. Ein entsprechender UV Schutz ist in dieser Zeit zu verwenden.
- Für Anfang Mai bis Mitte August empfiehlt sich zumindest persönliche Schutzausrüstung während des gesamten Arbeitstages beim Arbeiten im Freien zu verwenden.
- Im Hochgebirge kann in den Wintermonaten die UV-Belastung für Berufsgruppen (z. B. Liftpersonal) ebenso sehr hoch sein. Grund dafür sind die Reflexionen durch den Schnee und die Höhenlage. Daher ist entsprechender UV-Schutz ganzjährig zu verwenden.

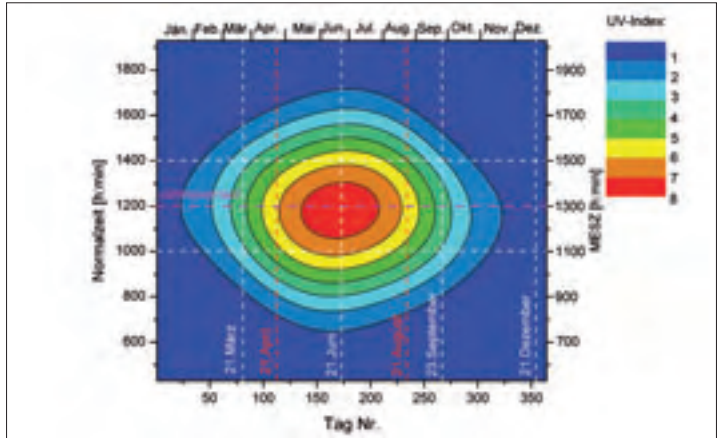


Abbildung 15: Tages- sowie Jahresverlauf des UV-Index (Meereshöhe, Ozonschichtdicke 350 DU, wolkenloser Himmel).

Für den Tagesverlauf ist Abbildung 15 von unten nach oben zu betrachten ↑ (siehe auch Abbildung 16), für den Jahresverlauf von links nach rechts → (siehe auch Abbildung 4).

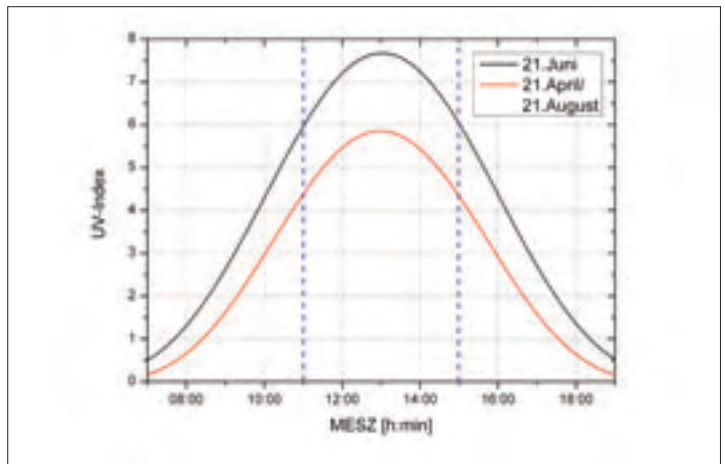


Abbildung 16: Tagesverlauf des UV-Index für den 21. Juni (schwarze Kurve) sowie dem 21. April und 21. August (rote Kurve). Bei gleichen atmosphärischen Bedingungen (Ozongehalt, Aerosole) ist der Tagesverlauf des UV-Index symmetrisch um den 21. Juni verlaufend.

Schutzmaßnahmen bei Arbeitern im Hochgebirge											
Jän.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Mittagssonne (11.00 - 15.00 Uhr MESZ) meiden Persönliche Schutzausrüstung während des gesamten Arbeitstages Persönliche Schutzausrüstung zur Mittagszeit (11.00 - 15.00 Uhr MESZ)											

Tabella 4: Wann sind welche Schutzmaßnahmen zu verwenden?

Eine einfache und wirkungsvolle Methode zur Abschätzung, ob UV-Schutzmaßnahmen anzuwenden sind, bietet die Schatten-Regel [21, 22]: Ist der eigene Schatten kleiner oder gleich groß wie man selbst, so sind Schutzmaßnahmen gegen solare UV-Strahlung zu treffen (siehe Abbildung 17).



Abbildung 17: Schatten-Regel: Ist der eigene Schatten kürzer als die eigene Körpergröße, sind UV-Schutzmaßnahmen notwendig

Anwendung der Schattenregel

Vergleich Körpergröße Länge ↔ des eigenen Schattens

- Wenn Körpergröße \geq Schattenlänge → UV-Schutzmaßnahmen erforderlich
- Wenn Körpergröße $<$ Schattenlänge → keine UV-Schutzmaßnahmen notwendig.

Schatten-Regel:
Ist der eigene Schatten kleiner als man selbst, sind Schutzmaßnahmen notwendig

Wie lange darf ich in der Sonne bleiben, ohne einen Sonnenbrand zu bekommen?

Wichtig bei der Abschätzung der Schattenlänge ist, dass man dabei auf ebenem Untergrund steht. Ein schräger Untergrund kann den Schatten verkürzen bzw. verlängern.

Die Körpergröße ist gleich der Länge des eigenen Schattens bei einem Zenitwinkel der Sonne von 45° . Im österreichischen Flachland liegt bei diesem Sonnenstand, je nach atmosphärischen Bedingungen, ein UV-Index von 4 oder 5 vor, im Hochgebirge (3000 m, keine Schneelage) ist der entsprechende UV-Index um den Wert $1 \div 1,5$ höher.

Welche Schutzmaßnahmen im Detail zu ergreifen sind, wird in Kapitel 6 erläutert.

Kennt man den UV-Index sowie den Hauttyp (oder die entsprechende minimale Erythemdosis – MED), so lässt sich gemäß nachfolgendem Beispiel die maximale Aufenthaltsdauer in der Sonne berechnen. Unter der minimalen Erythemdosis (MED) versteht man jene Dosis, die erforderlich ist, um in der menschlichen Haut ein UV-Erythem (Sonnenbrand) auszulösen. Allerdings ist die MED eine individuelle Größe, die u. a. vom Hauttyp der Person abhängt. Daher wurden für unterschiedliche Hauttypen unterschiedlich hohe Bestrahlungswerte als Richtwerte für die MED angegeben (siehe Tabelle 5). Wird die MED überschritten, so führt dies zu einem Sonnenbrand. Diese Schwelle dient als Richtwert für entsprechende Schutzmaßnahmen.

Beispiel: UV-Index = 8 (typischer Wert zur Mittagszeit eines Sommertages in Österreich), Hauttyp II (MED = 250 J/m^2)

Zur Berechnung der maximalen Aufenthaltsdauer t_{max} wird zunächst die effektive erythemale Bestrahlungsstärke E_{er} aus dem UV-Index berechnet.

$$E_{\text{er}} = \frac{\text{UV-Index}}{40 \text{ m}^2/\text{W}} = \frac{8}{40 \text{ m}^2/\text{W}} = 0,2 \text{ W/m}^2$$

Anschließend berechnet sich die maximale Aufenthaltsdauer t_{max} in der Sonne aus:

$$t_{\text{max}} = \frac{\text{MED}}{E_{\text{er}}} = \frac{250 \text{ J/m}^2}{0,2 \text{ W/m}^2} = 1250 \text{ s} \approx 20 \text{ min}$$

Die maximale Aufenthaltsdauer t_{max} in der Sonne in Minuten lässt sich auch direkt aus dem UV-Index berechnen:

$$t_{\text{max}} = \frac{\text{MED}}{\text{UV-Index}} \cdot \frac{40}{60} \text{ m}^2/\text{W} = \frac{250 \text{ J/m}^2}{8} \cdot \frac{40}{60} \text{ m}^2/\text{W} \approx 20 \text{ min}$$

Bei einem UV-Index von 8 darf sich deshalb eine Person vom Hauttyp II max. 20 min ohne Schutz der direkten Sonne aussetzen, bevor die MED erreicht wird. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass diese maximale Aufenthaltszeit auch dann gilt, wenn sie sich aus kürzeren Teilbestrahlungen zusammensetzt: Viermal je 5 Minuten ergeben also die gleiche Bestrahlung.





					
Hauttyp		I	II	III	VI
Körperliche Merkmale	Haut	sehr hell	hell	hellbraun	braun, oliv
	Sommersprossen	stark	selten	keine	keine
	Sommersprossen	rötlich	blond-braun	dunkelblond braun	dunkelbraun
	Augen	blau	blau, grün, braun	grau, braun	dunkel
Reaktionen auf die Sonne	Sonnenbrand	immer stark, schmerzhaft	immer stark, schmerzhaft	selten, mäßig	kaum
	Bräunung	keine, nur Rötung	kaum, Haut schält sich	durchschnittlich	schnell, tief
MED [J/m²] [23]		200	250	350	450

Tabelle 5: Die vier in Europa vorkommenden Hauttypen und ihre Charakterisierung

Hauttyp I und II sollten sich besonders gut vor UV-Strahlung schützen!

5 UV-Belastung von Beschäftigten im Freien

In Österreich wurden bereits mehrere Studien durchgeführt [24-26], um die UV-Belastung verschiedener Berufsgruppen, die ihrer Tätigkeit im Freien nachgehen, zu untersuchen. So wurde beispielsweise die UV-Belastung von Straßenbauarbeitern, Spenglern, Verschubarbeitern der ÖBB sowie Schienenlegern während der Sommermonate an unterschiedlichen Körperpositionen mittels Dosimeter untersucht [27-29].

Als Beispiel sei hier die UV-Belastung der Berufsgruppe der Spengler angeführt, da diese Berufsgruppe teilweise auf sehr sonnenexponierten Plätzen (Dächern, Fassaden) arbeitet und mit stark reflektierenden Materialien (Blechen) hantiert (siehe Abbildung 18).



Abbildung 18: Typische Arbeitsplatzsituationen für Spengler

Eine Untersuchung über fünf Arbeitswochen an Spenglern in Kärnten ergab, dass die Bestrahlung in den Sommermonaten sehr hoch ist. Dies verdeutlichen die Ergebnisse der mittleren erythemalen (sonnenbrand-wirksamen) Bestrahlung H_{er} in Tabelle 6 an unterschiedlichen Körperpositionen, sowie die Ergebnisse der mittleren UV-A-Bestrahlung H_{UVA} und mittleren aktinischen Bestrahlung $H_{s(\lambda)}$

Bei Arbeiten im Freien ist man einer hohen UV-Belastung ausgesetzt!

Vorgebräunte Haut bietet keinen ausreichenden UV-Schutz!



Abbildung 19:
Spengler mit gerötetem Nacken trotz Vorbräunung

Zur Verminderung der UV-Belastung sind UV-Schutzmaßnahmen notwendig!

des Auges in Tabelle 7. Die mittlere erythemale Bestrahlung H_{er} ist die gemessene Dosis, die direkt mit der MED (Schwelle für die Sonnenbrandauslösung) verglichen wird. Für detaillierte Informationen zu dieser Studie siehe [28, 29] im Literaturverzeichnis.

	Nacken	Brust	Hinterkopf	MED
H_{er} [J/m ²]	1690	480	1360	200 – 450

Tabelle 6: An unterschiedlichen Körperpositionen von Spenglern gemessene durchschnittliche tägliche erythemale Bestrahlung H_{er}

Vorgebräunte Haut bietet zwar einen leichten zusätzlichen Schutz gegen UV-Strahlung, die in dieser Studie gemessenen Dosiswerte sind allerdings selbst für vorgebräunte Haut zu hoch. Dies wurde augenscheinlich bestätigt durch einen im Untersuchungszeitraum ständig geröteten Nacken bei manchen Spenglern (Sonnenbrand selbst bei entsprechender Vorbräunung, siehe Abbildung 19).

Im Rahmen einer Studie über die UV-Belastung von Straßenbauarbeitern wurden die Arbeiter vom Hautarzt untersucht [27]. Dabei wurden an den Arbeitern überproportional viele UV-induzierte Hautschäden im Vergleich zur normalen Bevölkerung (Arbeiter in Innenräumen) diagnostiziert. Aufgrund der hohen gemessenen Dosiswerte (siehe Tabelle 6) ist es notwendig, Outdoor-Worker mit persönlicher Schutzausrüstung gegen solare UV-Strahlung auszustatten bzw. entsprechende organisatorische und technische Schutzmaßnahmen zu treffen, die die UV-Exposition verringern, um UV-induzierte Schäden zu vermeiden.

Auch die Augen sind vor allem beim Arbeiten mit stark reflektierenden Oberflächen einer erhöhten UV-Bestrahlung ausgesetzt, wie die gemessenen mittleren Bestrahlungen des Auges in Tabelle 7 verdeutlichen.

	Auge	Grenzwert nach ICNIRP [31]
H_{UVA} [J/m ²]	20100	10000
$H_{\text{S}(\lambda)}$ [J/m ²]	38	30

Tabelle 7: Durchschnittliche tägliche UV-A-Bestrahlung H_{UVA} bzw. aktinische Bestrahlung $H_{\text{S}(\lambda)}$ am Auge von Spenglern abgeleitet aus den entsprechenden Bestrahlungen auf der Brust bzw. der Globalstrahlung

Da die entsprechenden Grenzwerte für das Auge bei den Spenglern überschritten wurden, wird die Verwendung von UV-Schutzfiltern für die Augen empfohlen.

Schutzmaßnahmen miteinander kombinieren, bietet den effektivsten UV-Schutz

Arbeitsplatz nach Möglichkeit beschatten!

6 Welche Schutzmaßnahmen gibt es?

Um die UV-Dosis so gering wie möglich zu halten, kann man

- a) die Bestrahlungsdauer
- b) die Bestrahlungsstärke

verringern.

Man kann dadurch

1. akute Hautschäden (z. B. Sonnenbrand) verhindern.
2. die Wahrscheinlichkeit langfristiger Hautschäden (z. B. Hautkrebs) senken.

Sowohl die Bestrahlungsdauer als auch die Bestrahlungsstärke kann durch Schutzmaßnahmen gesenkt werden. Auch beim Sonnenschutz ist die Rangordnung der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen:

- 1) Technische Schutzmaßnahmen (z. B. Arbeitsplatz beschatten)
- 2) Organisatorische Maßnahmen (z. B. Arbeiten in Innenräumen zur Mittagszeit erledigen)
- 3) Persönliche Schutzmaßnahmen (Tragen von Bekleidung, Kopfbedeckung, Schutzbrillen und Sonnenschutzmittel, Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung).

6.1 Technische Schutzmaßnahmen

Unter technischen Schutzmaßnahmen versteht man Maßnahmen, bei denen die solare UV-Exposition mit Hilfe von technischen Hilfsmitteln reduziert wird. Technische Schutzmaßnahmen können sein:

- Überdachungen/Beschattungen
- Verwendung von Sonnenschirmen/Sonnensegeln
- Verwendung von Fahrzeugkabinen und UV-absorbierenden Gläsern/Scheiben bei Fahrzeugen wie z. B. Baggern, Kränen etc.

Bei Materialien, die zur Abschattung verwendet werden, dürfen keine porösen Materialien verwendet werden, da diese einen Großteil der UV-Strahlung durchlassen und daher keinen effektiven UV-Schutz bieten.

Auf eine im Schatten arbeitende Person wirken durch Reflexionen von der Umgebung und durch Streuung in der Atmosphäre immer noch bis zu 50 % der direkten UV-Strahlung ein. Vorteilhaft ist die Kombination von technischen Schutzmaßnahmen bei gleichzeitiger Verwendung von persönlichen Schutzmaßnahmen.

6.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Wenn technische Schutzmaßnahmen nicht ausreichen, sind organisatorische Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Diese können z. B. sein:

- Bestehenden Schatten auf Baustellen ausnutzen (Gebäude, Bäume), Arbeiten, wie z. B. Zuschneiden von Materialien, Biegen von Blechen, können auch im Schatten durchgeführt werden.
- Die Arbeitszeiten im Rahmen des Arbeitszeitgesetzes anpassen und den Arbeitsbeginn vorverlegen.
- Außenarbeiten morgens oder am späten Nachmittag erledigen, solange die UV-Belastung nicht allzu hoch ist.
- Innenarbeiten während der Mittagsstunden (11 – 15 Uhr MESZ) verrichten.
- Pausen möglichst in Räumen oder zumindest im Schatten verbringen.
- Arbeiten im Freien nach dem Rotationsprinzip organisieren bzw. auf mehrere Personen aufteilen, so dass nicht immer ein und dieselbe Person der solaren UV-Strahlung ausgesetzt ist.

Pausen im Schatten verbringen!

6.3 Persönliche Schutzmaßnahmen

Persönliche Schutzmaßnahmen sollten nicht nur verwendet werden, wenn weder technische noch organisatorische Schutzmaßnahmen am Arbeitsplatz im Freien getroffen werden können, sondern am Besten in Kombination mit diesen.

Persönlichen Schutzmaßnahmen umfassen:

1. Tragen von UV-Schutzbekleidung
2. Tragen von Kopfbedeckung
3. Tragen von UV-Schutzbrillen
4. Verwendung von Sonnenschutzmitteln

Grundsätzlich ist auch hier die Reihenfolge zu beachten. Der Körper soll vorrangig mit Textilien geschützt und die verbleibenden unbedeckten Stellen wie Hände und Gesicht mit Sonnenschutzcreme geschützt werden.

Um einen bestmöglichen Schutz vor solarer UV-Strahlung zu haben, sollten auch alle vier aufgezählten persönlichen Schutzmaßnahmen miteinander kombiniert verwendet werden.

UV-Schutzbekleidung

Eine der effektivsten Barrieren zwischen der Haut und der Sonne ist die Bekleidung. Nicht jedes Bekleidungsstück bietet einen ausgezeichneten UV-Schutz. Um die Schutzwirkung eines Textils hinsichtlich der UV-Strahlung beurteilen zu können, wurde der UV-Schutzfaktor für Bekleidungstextilien (Englisch: Ultraviolet Protection Factor – UPF) eingeführt [31]. Der UPF gibt jenen Faktor an, um den sich die Eigenschutzzeit der Haut beim Tragen des Bekleidungsstücks verlängert, bis die individuelle MED erreicht wird (ähnlich wie bei Sonnenschutzmittel).

Der UPF eines Bekleidungsstücks wird auch beeinflusst durch Schwitzen, Waschen oder Dehnen. Um für einen

UV-Schutzbekleidung, die möglichst viel Haut bedeckt, schützt effektiv vor UV-Strahlung!

Arbeitstag vor solarer UV-Strahlung geschützt zu sein, sollten Bekleidungstextilien mit einem UPF von 20 oder mehr verwendet werden. Ein für den Sonnenschutz ideales Bekleidungsstück sollte weiters möglichst viel Haut bedecken (lange Ärmel zum Schutz der Unterarme und Kragen zum Schutz des Nackens sowie lange Hosen).

Bei guten UV-Textilien ist der UPF am Textil leicht ersichtlich (z. B. Kennzeichnung mittels Etikett). Im Vergleich dazu bietet ein herkömmliches weißes T Shirt aus Baumwolle mit geringem Flächengewicht (130 g/m²)

- im Neuzustand einen UPF von 10,
- im feuchten Zustand (verschwitzt) einen UPF von 4.

Tests aus der Praxis ergaben [32, 33]:

- Die Beibehaltung eines angenehmen Körperklimas selbst bei großer Hitze ist sehr wichtig (wörtlicher Kommentar: „Beim Tragen merkt man nicht, dass man schwitzt“). Dies kann durch Funktions-Bekleidungsstücke aus Mikrofaser erreicht werden (siehe Abbildung 20), auch manche Baumwollprodukte können diese Vorgabe erfüllen.
- Farben wie Grau oder Blau werden bevorzugt, da sie nicht so schmutzempfindlich sind wie Weiß.



Abbildung 20: Ideale Oberbekleidung für Outdoor-Worker: Langarm-Polo aus Mikrofaser, das auch als Kurzarm-Polo getragen werden kann, die Beibehaltung eines angenehmen Körperklimas ermöglicht und einen UPF von mehr als 50 aufweist (Kennzeichnung UPF 50+).

**Ideale Kopf-
bedeckung:
UPF \geq 20
Nackenschutz
Breite Krempe**

Kopfbedeckung

Die ideale Kopfbedeckung zum Schutz vor solarer UV-Strahlung sollte ebenfalls einen UPF von 20 oder mehr aufweisen. Sehr guten Schutz bieten Kopfbedeckungen mit einer breiten Krempe, da diese den Kopf sehr gut abschatten, sowie Kopfbedeckungen mit Nackenschutz, die eine übermäßige UV-Belastung des Nackens verhindern (siehe Abbildung 21). Besteht am Arbeitsplatz Helmpflicht, so soll ein Helm mit Nackenschutz getragen werden.



Abbildung 21: Helm mit Nackenschutz (links) oder Kopfbedeckung im Legionärsstil mit Nackenschutz (rechts) schatten Kopf und Nacken gut gegen solares UV ab. Frei liegende Hautpartien sollten zusätzlich mit Sonnenschutzmittel eingecremt werden.

Baseballkappen, die sehr oft von Arbeitern getragen werden, bieten nur einen unzureichenden UV-Schutz, da sie nur einen kleinen Teil des Kopfes abschatten.

Tests aus der Praxis ergaben [32, 33]:

- Wichtig ist ein angenehmes Klima unter der Kopfbedeckung, vor allem aber, dass die Kopfbedeckung Schweiß aufsaugt.
- Da Baumwolle sehr gut Schweiß aufsaugt, wird diese leicht bevorzugt gegenüber Kopfbedeckungen aus Mikrofaser.

- Die Kopfbedeckung sollte möglichst leicht sein, eine gute Passform haben und waschbeständig sein.

UV Schutzbrillen (Sonnenschutzbrillen, Sonnenbrillen)

Der UV Schutz einer Sonnenschutzbrille hängt ab vom


- Filterglas
- Design der Brille

Generell müssen UV-Schutzbrillen den Anforderungen

- 1) der Persönlichen Schutzausrüstungsverordnung (PSASV) BGBl 596/1994,
- 2) der EG-Richtlinie 89/686 EWG über persönliche Schutzausrüstung

entsprechen.

Weiters gibt es noch Normen (z. B. EN 1836:2006 Persönlicher Augenschutz – Sonnenbrillen und Sonnenschutzfilter für den allgemeinen Gebrauch und Filter für die direkte Beobachtung der Sonne), in denen Anforderungen an Sonnenschutzfilter festgelegt sind.

Sonnenbrillen gelten gemäß PSASV als persönliche Schutzausrüstung der Kategorie I und müssen daher die CE-Kennzeichnung tragen (Aufschrift  auf Brille).

UV-Schutzbrillen müssen das Auge von allen Seiten schützen (siehe Abbildung 22), damit weder Strahlung von der Seite bzw. noch von oben oder unten zu einer Belastung der Augen führen kann. Rein optisch lässt sich die UV-Schutzwirkung einer UV-Schutzbrille nicht beurteilen. Die Tönung bzw. Abdunkelung des Filterglases gibt keinen Aufschluss über die UV-Durchlässigkeit einer Brille, sondern lediglich über deren Lichtdurchlässigkeit. So gibt es Filtergläser, die total transparent sind und trotzdem sehr gut vor UV-Strahlung schützen. Auch sagt der Preis nichts über die UV-Schutzwirkung einer Brille aus. Selbst billige Brillen ohne einen Markennamen, können einen sehr guten UV-Schutz bieten. Die tatsächliche UV-Schutzwirkung einer Sonnen-

brille lässt sich nur durch eine Messung (spektraler UV-Transmissionsgrad des UV-Schutzfilters) feststellen.



Abbildung 22: UV-Schutzbrillen mit allseitigem Schutz

Die Abdunkelung einer Sonnenbrille sollte vor Blendung schützen, ein ermüdungsfreies Arbeiten für die Augen zulassen und gleichzeitig nicht zu dunkel sein (Gefahr, dass Hindernisse am Arbeitsplatz nicht erkannt werden). Bezüglich Abdunkelung und Farbe des Filterglases ist zu berücksichtigen, dass bestimmte Farben bzw. Filterkategorien für den Straßenverkehr nicht zugelassen sind. Gelbe, blaue, rote, orange und violette Farbtöne verschlechtern die Farbwiedergabe [34] von Signalanlagen und sind daher für den Straßenverkehr ungeeignet. Braune und graue Gläser verfälschen Farbe am wenigsten [35]. Weiters sind Filter der Kategorie 4 (siehe Tabelle 8) aufgrund ihrer geringen Lichtdurchlässigkeit nicht für den Straßenverkehr geeignet. Die detaillierten Anforderungen an verkehrstaugliche Filter sind aus [36] zu entnehmen.

Gemäß EN 1836 werden Sonnenbrillen für den allgemeinen Gebrauch in Abhängigkeit von ihrem Lichttransmissionsgrad in die Filterkategorien gemäß Tabelle 8 eingeteilt.

Filterkategorie	Anforderungen				
	Ultravioletter Spektralbereich			Sichtbarer Spektralbereich	
	Maximaler Wert des spektralen Transmissionsgrades $\tau_F(\lambda)$		Maximaler Wert des solaren UVA-Transmissionsgrades $\tau_{S\text{UVA}}$	Maximaler Wert des solaren UVA-Transmissionsgrades τ_V	
	280 nm – 315 nm	> 350 nm – 350 nm	315 nm – 380 nm	von %	bis %
0	0,1 x τ_V	τ_V	τ_V	80,0	100
1				43,0	80,0
2				18,0	43,0
3		0,5 x τ_V	0,5 x τ_V	8,0	18,0
4				3,0	8,0

Tabelle 8: Transmissionsgrad für Sonnenschutzfilter für den allgemeinen Gebrauch

Generell sollte man bei UV-Schutzbrillen darauf achten, dass diese

- von allen Seiten schützen
- eine der Lichtsituation angepasste Abdunkelung besitzen
- von allen Seiten schützen
- eine der Lichtsituation angepasste Abdunkelung besitzen
- von allen Seiten schützen
- eine der Lichtsituation angepasste Abdunkelung besitzen
- gut sitzen und angenehm zu tragen sind
- bestmöglichen UV-Schutz bieten.

Transmissionsmessungen an ca. 50 UV-Schutzfiltern haben gezeigt, dass ein Großteil der vermessenen UV-Filter einen ausreichenden UV-Schutz für einen achtstündigen Arbeitstag bieten [37].

Sonnenschutzmittel verwenden, die sowohl vor UV-B als auch UV-A-Strahlung schützen!

Sonnenschutzmittel

Hautstellen, die nicht durch Kleidung bedeckt werden, müssen mit Sonnenschutzmitteln gegen solare UV-Strahlung geschützt werden. Kein Sonnenschutzmittel bietet einen 100 %igen UV-Schutz. Beim Umgang mit Sonnenschutzmittel ist zu beachten:

- Der konkret benötigte Lichtschutzfaktor hängt von der UV-Bestrahlung (Bestrahlungsstärke, Bestrahlungsdauer) und dem Hauttyp ab. Der Lichtschutzfaktor gibt, analog dem UPF, jenen Faktor an, um den sich die Eigenschutzzeit der Haut beim Tragen des Sonnenschutzmittels verlängert (unter der Voraussetzung, dass das Sonnenschutzmittel richtig aufgetragen wird – siehe nachfolgende Punkte), bis die individuelle MED erreicht wird [38]. Das Sonnenschutzmittel muss sowohl vor UV-A als auch UV-B schützen (der LSF bezieht sich hauptsächlich auf UV-B). Dies ist normalerweise auf der Verpackung des Sonnenschutzmittels angeführt oder durch einen eigenen UV-A-Schutzfaktor gekennzeichnet (z. B. PPD oder IPD [39, 40]).
- Das Sonnenschutzmittel sollte bereits 20 Minuten vor der Sonnenexposition großzügig aufgetragen werden, damit es in die Haut einziehen kann. Es soll zumindest noch weitere 2 Mal täglich auf der sauberen, trockenen Haut aufgetragen werden (z. B. in der Früh, am späten Vormittag und am frühen Nachmittag), um den durch Schweiß und Abrieb verminderten UV-Schutz zu ergänzen. Die Schutzzeit verlängert sich durch wiederholtes Auftragen des Sonnenschutzmittels nicht.
- Beim Auftragen des Sonnenschutzmittels nicht sparen. Man erreicht den durch den LSF ausgedrückten Schutzfaktor nur bei großzügigem Auftragen des Sonnenschutzmittels.

Trägt man zu wenig auf, so kann sich der Schutzfaktor deutlich verringern. Da der LSF des Sonnenschutzmittels bei einer aufgetragenen Menge von 2 mg/cm² Haut bestimmt wird, muss die gleiche Menge auch in der Praxis aufgetragen werden, damit man den auf der Verpackung angegebenen LSF erhält. Bei einer Hautoberfläche von Armen, Beinen und Gesicht von ca. 1 m² bei einem Erwachsenen sind ungefähr 20 ml Sonnenschutzmittel auf Beine, Arme und Gesicht aufzutragen.

- Sämtliche exponierten Stellen, wie Ohren, Lippen, Nase und Nacken, ebenfalls eincremen.
- Die Haltbarkeit von Sonnenschutzmitteln ist begrenzt, deswegen sollte das Ablaufdatum beachtet werden. Bei Sonnenschutzmittel handelt es sich sehr oft um Wasser-in-Öl – bzw. Öl-in-Wasser-Emulsionen. Bei langer bzw. unsachgemäßer Lagerung (z. B. Hitze) des Sonnenschutzmittels kann es zu einer Entmischung der beiden Phasen kommen, so dass der UV-Schutz nicht mehr gegeben ist. Weiters kann es auch zu einem Wirkungsverlust von im Sonnenschutzmittel vorhandenen Ölen und Vitaminen kommen [41].

Das Sonnenschutzmittel sollte bei der Lagerung jedenfalls nicht großer Hitze ausgesetzt werden. Ungeöffnet sind Sonnenschutzmittel, auf denen kein Verfallsdatum angegeben ist, mindestens 30 Monate lang haltbar. Gemäß der neuen europaweiten Kennzeichnungsvorschrift muss auf allen Kosmetika, die ungeöffnet länger als 30 Monate haltbar sind, eine Frist angegeben werden, wie lange diese nach dem Öffnen bei sachgemäßer Lagerung haltbar sind. Dargestellt werden dabei das Symbol eines geöffneten Cremetiegels und die Zeitangabe in Monaten (z. B. 6 M) [42].

Ausreichende Menge an Sonnenschutzmittel auftragen und regelmäßig wiederholen!

Die Haltbarkeit von Sonnenschutzmitteln ist zeitlich begrenzt!

- Die Konsistenz (Creme, Milch, Spray, Gel) sagt nichts über die Qualität eines Sonnenschutzmittels aus.

Die Studie zur Akzeptanz von persönlichen Schutzmaßnahmen bei Spenglern führte bezüglich Sonnenschutzmittel zu folgenden Ergebnissen:

- Bevorzugt werden Sprays (im Unterschied zu Cremes), da diese leicht aufzutragen sind, selbst mit schmutzigen Händen.
- Sonnenschutzmittel sollen nicht fetten sowie wasser- und schwitzfest sein.
- Sonnenschutzmittel sollen keine Irritationen der Augen hervorrufen, wenn sie mit dem Schweiß in die Augen gelangen.
- Sie sollen einen angenehmen oder neutralen Geruch haben.

7 Zusammenfassung: Wichtige Fakten über solare UV-Strahlung

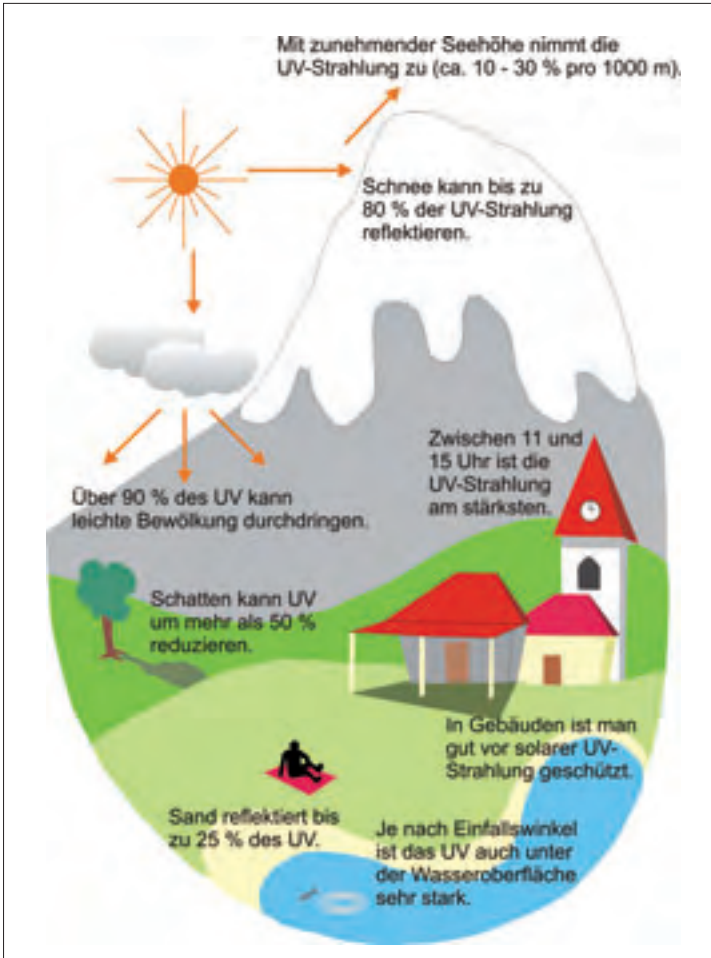


Abbildung 23: Der Mensch und solare UV-Strahlung in seiner Umgebung (nach [1])

- UV-Strahlung kann weder gefühlt noch gesehen werden. Die durch UV-Strahlung verursachten Schäden an Auge und Haut werden erst bemerkt, wenn der Schaden bereits eingetreten ist.
- Die vorliegende UV-Belastung ist von der Umgebungstemperatur unabhängig. Die solare UV-Strahlung kann selbst an kühlen Tagen mit nur leichter Bewölkung sehr hoch sein.
- Beim Arbeiten im Schatten kann durch Reflexionen von der Umgebung und durch Streuung in der Atmosphäre immer noch bis zu 50 % der UV-Strahlung vorhanden sein.
- UV Strahlung kann Bekleidung durchdringen. Zwar schirmt die Bekleidung einen Großteil der UV-Strahlung ab, es gibt vereinzelt allerdings auch Bekleidungsstücke, die nur einen unzureichenden UV-Schutz bieten.
- UV-A-Strahlung kann Glas durchdringen:
Einscheibenglas: filtert UV-B-Strahlung, ist aber durchlässig für einen Grossteil der UV-A-Strahlung.
Zweischeibenverbundglas: filtert sowohl UV-B als auch UV-A-Strahlung und lässt nur langwelliges UV-A durch.
Kunststoffscheiben (z. B. Plexiglas) filtern ausgezeichnet sowohl UV-B als auch UV-A-Strahlung [37].

Für Interessierte an Details der AUVA-Studien zur Thematik „UV-Strahlung und Arbeiten im Freien“ sei vor allem auf die AUVA-Publikationen [27, 29, 37] verwiesen.

Literatur

- [1] The Cancer Council Victoria, Skin Cancer and Outdoor Work: A Guide for Employers. Jänner 2007, ISBN 0947283900
- [2] <http://www.wetterklima.de/umwelt/ozon/verteil.htm#ozon3>
- [3] <http://www.bom.gov.au/climate/glossary/ozone.shtml>
- [4] <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00058/00147/0158/01597/Index.html?lang=de>
- [5] <http://www.noel.gv.at/service/bd/bd4/luft/sonne.htm>
- [6] J. Sabburg, A.V. Parisi, J. Wong, Effect of Cloud on UV-A and Exposure to Humans. Photochemistry and Photobiology, 2001, 74(3), S 412 – 416
- [7] J. Sabburg, J. Wong, The effect of clouds on enhancing UVB irradiance at the earth's surface: a one year study. Geophysical Research Letters, 27, S 3337 – 3340
- [8] http://www2.i-med.ac.at/uv-index/de/info_de.html
- [9] A. Uller, Untersuchung des Reflexionsverhaltens von Oberflächen im ultravioletten Spektralbereich, Diplomarbeit Technische Universität Graz, 2007, S 68
- [10] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/who271/en>
- [11] P. Fritsch, Dermatologie Venerologie, 2. Auflage, Springer-Verlag, 2004, ISBN 3-540-00332-0, S 4
- [12] <http://www.aok-kosmetik.de/index.php?id=14>
- [13] P: Knuschke, I. Unverricht, 4. Zwischenbericht zum BAuA-Forschungsprojekt 1986 „Untersuchung des Eigenschutzes der Haut gegen solare UV-Strahlung bei Arbeitnehmern im Freien“, 2006a

- [14] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs271/en/>
- [15] http://de.wikipedia.org/wiki/Malignes_Melanom
- [16] A. R. Webb, Who, what, where and when – influence on cutaneous vitamin D synthesis, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92 (1), September 2006, S 17 – 25
- [17] O. Engelsen, M. Brustad, L. Aksnes, E. Lund, Daily Duration of Vitamin D Synthesis in Human Skin with Relation to Latitude, Total Ozone, Altitude, Ground Cover, Aerosols and Cloud Thickness, *Photochemistry and Photobiology*, 81 (6), 2005, S 1287 – 1290
- [18] <http://nadir.nilu.no/~olaeng/fastrt/VitD-ez.html>
- [19] M. Weber, K. Schulmeister, H. Brusl, Parameters influencing the accuracy and practical applicability of UV indicator cards, *Photochemical & Photobiological Sciences*, 5, 2006, S 707 - 713
- [20] http://www.who.int/uv/intersunprogramme/activities/uv_index/en/index1.html
- [21] T. F. Downham II, The Shadow Rule: A Simple Method for Sun Protection, *Southern Medical Journal*, Vol. 91, Nr. 7, Juli 1998, S 619 - 623
- [22] D. H. Sliney, S. Wengraitis, Is a differentiated advice by season and region necessary?, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, Vol. 92, 2006, S 150 - 160
- [23] DIN 5031-10:2000, *Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik*, Teil 10: Photobiologisch wirksame Strahlung, Größen, Kurzzeichen und Wirkungsspektren, März 2000, S 8

- [24] G. Keck, A. Cabaj, G. Schaubberger, UV-Exposition der österreichischen Bevölkerung durch solare Strahlung in Beruf, Freizeit und Urlaub sowie durch die Nutzung von Solarien, Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz, ISBN 3-85378-393-7, Wien, Oktober 2001
- [25] Medizinische Universität Wien, Sozialversicherungsanstalt der Bauern, Studie UV-Strahlenbelastung bei Bäuerinnen und Bauern, Wien, 2006
- [26] G. Schaubberger, T. Sandu, A. Cabaj, Solare UV-Exposition von Arbeitern am Hochbau. Ergebnisse einer Pilotstudie, Institut für Medizinische Physik und Biostatistik der Veterinärmedizinischen Universität Wien, Dezember 1999
- [27] M. Schwaiger, K. Schulmeister, H. Schön, H. Brusl, Solare UV-Strahlungsbelastung von Arbeitern im Straßenbau, Report Nr. 34, Teil A, AUVA, 2001
- [28] M. Weber, F. Graber, K. Schulmeister, H. Brusl, H. Hann, P. Kindl, P. Knuschke, Solar UVR exposure of outdoor workers (tinsmiths) in Austria. UV radiation and its effects – an update 2006, Royal Society of New Zealand Miscellaneous series 68, 2006, ISBN 1-877264-20-2, S 99 – 100
- [29] M. Weber, K. Schulmeister, F. Graber, A. Uller, E. Kitz, H. Brusl, Studie zur UV-Belastung bei Arbeiten im Freien, AUVA, Dezember 2007
- [30] ICNIRP, Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation), Health Physics, Vol. 7, Nr. 2, August 2004, S 174
- [31] CIE 172:2006, Technical Report: UV Protection and Clothing, ISBN 3-901-906-48-7

- [32] M. Weber, A. Uller, K. Schulmeister, H. Brusl, H. Hann, P. Kindl, Outdoor Workers' Acceptance of Personal Protective Measures Against Solar Ultraviolet Radiation, *Photochemistry and Photobiology*, Vol. 83, 2007, S 1471-1480
- [33] ICNIRP, ILO, WHO, Protecting Workers from Ultraviolet Radiation. ICNIRP, 2007, ISBN 978-3-934994-07-2, S 61 - 62.
- [34] www.code-knacker.de/sonnenbrillen.htm [35]
- [35] www.gesundheit.de/krankheiten/augen/sonnenbrille/index.html
- [36] ÖNORM EN 1836, Persönlicher Augenschutz – Sonnenbrillen und Sonnenschutzfilter für den allgemeinen Gebrauch und Filter für die direkte Beobachtung der Sonne, Ausgabe 2006-05-01
- [37] M. Weber, K. Schulmeister, F. Graber, A. Uller, E. Kitz, H. Brusl, Studie zur UV-Belastung bei Arbeiten im Freien - Datenkatalog, AUVA, 2007
- [38] COLIPA, JCIA, CTFA, CTFA Südafrika, International Sun Protection Factor (SPF) Test Method, 2006
- [39] D. Moyal, A. Chardon, N. Kollias, Determination of UVA protection factors using the persistent pigment darkening (PPD) as the end point. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine* 16 (6), 2000, S 245 – 249
- [40] K. H. Kaidbey, A. Barnes, Determination of UVA protection factors by means of immediate pigment darkening in normal skin. *J Am Acad Dermatol* 1991, 25, S 262 – 266
- [41] <http://www.oekotest.de/cgi/ot/otgs.cgi?suchtext=&doc=19687&pos=1& splits=0:1557:3550>

- [42] <http://www.webheimat.at/aktiv/Rubrik-Gesundheit-und-Wellness/Archiv-Gesundheit-Wellness/Sonnencreme-Haltbarkeit.html>

Diese Broschüre entstand in Zusammenarbeit von



und



Ansprechpartner

Dr. techn. Emmerich Kitz

[E-Mail: emmerich.kitz@auva.at](mailto:emmerich.kitz@auva.at)

Telefon: +43 1 331 11-974

Dipl.-Ing. Marko Weber

[E-Mail: marko.weber@arcs.ac.at](mailto:marko.weber@arcs.ac.at)

Telefon: +43 505 50-2535

Autor: Dipl.-Ing. Marko Weber

Bitte wenden Sie sich in allen Fragen des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit bei der Arbeit an den Unfallverhütungsdienst der für Sie zuständigen Landesstelle:

Wien, Niederösterreich und Burgenland:

UVD der Landesstelle Wien
Webergasse 4, 1203 Wien
Telefon 01 331 33-0

UVD der Außenstelle St. Pölten
Wiener Straße 54, 3100 St. Pölten
Telefon 02742 25 89 50-0

UVD der Außenstelle Oberwart
Hauptplatz 11, 7400 Oberwart
Telefon 03352 353 56-0

Steiermark und Kärnten:

UVD der Landesstelle Graz
Göstinger Straße 26, 8021 Graz
Telefon 0316 505-0

UVD der Außenstelle Klagenfurt
Waidmannsdorfer Straße 35, 9021 Klagenfurt
Telefon 0463 58 90-0

Oberösterreich:

UVD der Landesstelle Linz
Garnisonstraße 5, 4020 Linz
Telefon 0732 23 33-0

Salzburg, Tirol und Vorarlberg:

UVD der Landesstelle Salzburg
Dr.-Franz-Rehrl-Platz 5, 5010 Salzburg
Telefon 0662 21 20-0

UVD der Außenstelle Innsbruck
Meinhardstraße 5a, 6020 Innsbruck
Telefon 0512 520 56-0

UVD der Außenstelle Dornbirn
Eisengasse 12, 6850 Dornbirn
Telefon 05572 269 42-0

www.auva.at