



# UV bis IR: Globaler Sonnenschutz ist angesagt

Von Bernard Gabard

*Die gesundheitspolitische Relevanz von ultravioletter Strahlung als Auslöser maligner Hauterkrankungen ist heute unumstritten. Dementsprechend sind Empfehlungen zum Sonnenschutz der Haut veröffentlicht worden. Allerdings muss die Sonnenlichtexposition, insbesondere infolge der geänderten Lebensweise der westlichen Bevölkerung, als Ganzes betrachtet und nicht auf die ultraviolette Strahlung reduziert werden. IR-Strahlung und ihre Wirkungen auf die menschliche Haut wurden lange vernachlässigt und auf das Erythema ab igne begrenzt. Dieses Bild wird zunehmend korrigiert, und die modulierenden Wirkungen der Infrarotstrahlung auf die Zellgene werden mitberücksichtigt. Da dabei reaktive Sauerstoffspezies eine zentrale Rolle spielen, ist die Überlegung gerechtfertigt, zusätzlich zum topischen Sonnenschutz oral Antioxidanzien einzunehmen, als eine umfassende photoprotektive Strategie gegen die unerwünschten Effekte des Sonnenlichtes.*

Vor Kurzem veröffentlichte die EU-Kommission eine Empfehlung «über die Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln und diesbezügliche Herstellerangaben» (1)\*. Dies ist eine Gelegenheit, vor der nächsten sonnenreichen Jahreszeit eine Standortbestimmung zum Thema Sonnenschutz im Allgemeinen durchzuführen. Vorab sei festgestellt, dass einer der Gründe für diese Empfehlung das Bestreben war, «zu einem hohen Gesundheitsniveau beizutragen». Dabei fand es die Kommission angebracht, «... bestimmte andere Aspekte zu Sonnenschutzmitteln und deren Wirksamkeit aufzugreifen; hierbei handelt es sich um die zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus der öffentlichen Gesundheit erforderliche Mindesteffizienz eines Sonnenschutzmittels ...». Diese Zitate zeigen, wie wichtig der Sonnenschutz im Rahmen einer öffentlichen Gesundheitspolitik geworden ist.

Spricht man von «Sonnenschutz», so wird im Zusammenhang mit der Sonne und ihrer Wirkung auf die Haut besonders die ultraviolette (UV) Komponente des Sonnenlichtes hervorgehoben. Auch die oben genannte Empfehlung der EU-Kommission legt den Schwerpunkt auf den UV-B- und UV-A-Anteil des Sonnenlichtes. Allerdings besteht das Sonnenlicht, das die Erdoberfläche und damit auch die menschliche Haut erreicht, aus mehr als nur UV-Strahlung (UV-B: 290–320 nm; UV-A: 320–400 nm). Zusätzlich emittiert die Sonne sichtbares Licht (400–760 nm) und Infrarotstrahlung (IR: 760 nm–1 mm) (siehe *Abbildung* [2]).

\* Das Verzeichnis der zitierten Publikationen (1–20) kann beim Verlag angefordert werden (E-Mail: [info@rosenfluh.ch](mailto:info@rosenfluh.ch))

## Schädliche Wirkungen des Sonnenlichtes auf die Haut

### UV-Licht

Es besteht heute kein Zweifel mehr, dass das UV-Licht neben der Auslösung einer akuten Hautrötung (Sonnenbrand) auch für ernst zu nehmende chronische Hautschäden bis hin zu Hautkrebs verschiedener Art verantwortlich ist, was auch den Einsatz von schützenden Massnahmen rechtfertigt (1–4). Die biologischen und molekularen Mechanismen, die diesen Schäden zugrunde liegen, wurden in den letzten Jahren in zunehmendem Masse aufgeklärt. Dabei zeigte sich, dass oxidativer Stress eine wesentliche Rolle spielt (2, 3, 5). Die daraus entstehenden schädlichen Auswirkungen auf die Haut sind inzwischen weitreichend bekannt und werden daher nur kurz zusammengefasst. Die akute Wirkung in Form eines Sonnenbrands hat jeder mindestens einmal erlebt. Diese Hautentzündung und die daraus resultierende Rötung wird hauptsächlich von UV-B-Strahlung hervorgerufen. Da die Nukleinsäure die UV-B-Strahlung besonders gut absorbiert, ist das Krebsrisiko bei chronischer Exposition gross. Allerdings belegen neuere Studien auch, dass die UV-A-Strahlung wesentlich zur Krebsentstehung beiträgt. Schon länger bekannt ist, dass die UV-A-Strahlung Hauptursache für die vorzeitige Alterung der Haut ist. Beide Tatsachen führten deshalb dazu, dass die EU-Kommission im Rahmen des Sonnenschutzes nun der UV-A-Strahlung eine gesteigerte Aufmerksamkeit widmet (1).

### Sichtbares Licht

Sichtbares Licht kann unter bestimmten Bedingungen zu phototoxischen Reaktionen führen und bei prädisponierten Personen mit zunehmendem Alter degenerative Veränderungen im Auge hervorrufen (altersabhängige Makuladegeneration). Man geht davon aus, dass reaktive Sauerstoffspezies (z.B. freie Radikale infolge der Einwirkung von kurzwelligem Blaulicht) ein möglicher Faktor sind, der zur Makuladegeneration führt (6).

### IR-Licht

Der IR-Strahlung wurde bisher sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl deren Energie 40 bis 50 Prozent der gesamten Sonnenenergie beträgt (7, 8). Man geht davon aus, dass auch die Wechselwirkung von IR-Strahlung mit der Haut zur Generierung von reaktiven Sauerstoffspezies führt und dabei oxidativer Stress entsteht (8).

Lange Zeit wurde unspezifisch von «Infrarot (IR)» gesprochen. Damit meinte man die spürbare Wärmeentwicklung der Strahlung. Erst in den letzten Jahren wurde der IR-Bereich, ähnlich wie der UV-Bereich, in verschiedene Unterbereiche eingeteilt (siehe *Tabelle*). Im Unterschied zur UV-Strahlung ist die IR-Strahlung niederenergetisch. Da die Strahlungsenergie umgekehrt proportional zur Wellen-

**Bei der Pathogenese von Hautkrebs sind verschiedene UV-induzierte Faktoren beteiligt, wie Mutationen nach DNA-Schädigung, Immunsuppression und oxidativer Stress. Eine zentrale Rolle spielen dabei reaktive Sauerstoffspezies.**

länge ist, entspricht die Energie beispielsweise der IR-A-Strahlung nur einem Drittel derjenigen von UV-Strahlung. Die Reaktionen, welche die IR-Strahlung in der Haut auslöst, sind daher ganz anderer Natur. Typischerweise äussert sich die Wechselwirkung der IR-Strahlung mit chemischen Verbindungen in der Induktion von molekularen Vibrationen, Rotationen und Deformationen, die schliesslich zu einer Erhöhung der Temperatur führen.

### Hautpenetration der IR-Strahlung

Je länger die Wellenlänge, desto tiefer penetriert die Strahlung in die Haut. Im UV-Bereich dringt die UV-B-Strahlung bis zur Basalzellschicht der Epidermis, die UV-A-Strahlung dagegen bis in die Dermis vor. Im nahen IR-A-Bereich (0,78–1  $\mu\text{m}$ ) zeigt die Haut ein Durchlässigkeitsmaximum: die IR-A-Strahlung dringt in grosser Menge bis tief in die Subkutis ein, ohne eine deutliche Temperaturerhöhung an der Hautoberfläche zu verursachen. Dies ist der Grund, warum diese Strahlung in der Medizin zur Behandlung tief liegender Krankheitsprozesse eingesetzt wird, die auf Wärme ansprechen. Allerdings verringert sich die Eindringtiefe wieder mit zunehmender Wellenlänge, und über 1,5  $\mu\text{m}$  findet praktisch keine Durchdringung der Hornschicht mehr statt: IR-C-Strahlung führt zur Erwärmung der Hautoberfläche bis hin zur Verbrennung. Diese Fakten erklären, warum die aktuelle Forschung sich auf den IR-A-Bereich konzentriert.

### Wirkungen in der Haut

Die Dermatologie kennt die IR-Wirkungen seit Jahrhunderten durch die klinischen Berichte, die sich mit der chronischen Wirkung von Wärme beschäftigen. Das sogenannte «Erythema ab igne» (Hitzemelanose) ist die klassische Manifestation einer solchen chronischen Einwirkung und bezeichnet eine netzartige Rötung und Teleangiektasien durch Wärmeentwicklung. Diese Hautrötung geht

Tabelle:

**Einteilung des IR-Bereiches nach DIN 5031**

Einteilung	Wellenlängen	Bezeichnung	
DIN 5031	0,78 µm bis 1,4 µm (13 000 cm <sup>-1</sup> bis 7000 cm <sup>-1</sup> )	IR A	Nahes IR
	1,4 µm bis 3 µm (7000 cm <sup>-1</sup> bis 3333 cm <sup>-1</sup> )	IR B	Kurzwelliges IR
	3 µm bis 8 µm (3333 cm <sup>-1</sup> bis 1250 cm <sup>-1</sup> )	} IRC	Mittelwelliges IR
	8 µm bis 15 µm (1250 cm <sup>-1</sup> bis 666 cm <sup>-1</sup> )		Langwelliges IR
	15 µm bis 1000 µm (666 cm <sup>-1</sup> bis 10 cm <sup>-1</sup> )		Fernes IR

in eine Hyperpigmentierung über. Sie ist schmerzfrei und unterscheidet sich von einer Verbrennung. Im Bereich chronischer Hitzeerytheme können sich thermische Keratosen und Elastosen entwickeln, die starke Ähnlichkeiten mit UV-induzierten aktinischen Keratosen und Elastosen aufweisen und eindeutig als präkanzerotische Läsionen bezeichnet werden können (7, 8). Hautkarzinome wurden wiederholt an Stellen chronischer Hitzeinwirkung beobachtet. Erythema ab igne wird auch in modernen Zeiten hervorgerufen, zum Beispiel durch die Arbeit am Laptop, wenn dieser regelmässig lange Zeit auf den Oberschenkeln liegt (9). Inzwischen liegen einige tierexperimentelle Studien vor, die eine kanzerogene Wirkung von IR-Licht belegen, wobei die zugrunde liegenden biologischen Mechanismen noch unbekannt sind (8).

Mehr weiss man über die IR-bedingte vorzeitige Photoalterung der Haut, vor allem im Zusammenhang mit UV-Exposition. Es wurde mehrfach nachgewiesen, dass chronische IR-Exposition die UV-bedingte frühzeitige Hautalterung verstärkt (8, 10). Allerdings deuten neue Forschungsergebnisse darauf hin, dass die IR-A-Strahlung menschliche Zellen vor gewissen UV-Schädigungen auch schützen kann: Werden Fibroblasten zuerst mit IR-A-Licht bestrahlt, werden diese Zellen vor UV-bedingter Zytotoxizität geschützt (11–13). Auch Ferritin, ein Eisen-bindendes Protein, das die Zelle ebenfalls vor UV-Strahlung schützt, wird von IR-A induziert (14). Diese Ergebnisse werden so interpretiert, dass bereits am Morgen, noch vor dem täglichen Maximum

der UV-Strahlung, IR-Licht auf die Zellen einwirkt. Dadurch werden lebende Organismen auf die später einfallenden UV-Strahlen vorbereitet. Dieser Prozess scheint grundlegend für jedes Leben zu sein und wurde im Verlauf der Evolution beibehalten.

### Konsequenzen

Die Kenntnis der gesundheitspolitischen Relevanz des Sonnenschutzes und die daraus folgenden verstärkten Bemühungen der Behörden, wie zum Beispiel der EU-Kommission, um Präventionsmassnahmen für die Bevölkerung, haben zur Folge, dass topische Sonnenschutzmittel nun sowohl gegen UV-B- als auch gegen UV-A-Strahlung *ausreichend* schützen müssen (1). Deshalb sollten diese Produkte einen Mindestschutz gegen UV-B- und UV-A-Strahlung bieten. Konkret heisst es im EU-Text:

- Der Lichtschutzfaktor, der sich auf Schutz gegen Sonnenbrand (hauptsächlich UV-B-Strahlung) bezieht, sollte nach der «International Sun Protection Factor Test Method» gemessen werden, die von den europäischen, japanischen, US-amerikanischen und südafrikanischen Industrieverbänden im Jahr 2006 aktualisiert wurde. Ein Lichtschutzfaktor von 6 sollte mindestens erreicht werden.
- Zur Beurteilung des Mindestschutzes gegen UV-A-Strahlung sollten die von der japanischen Industrie angewandte und von der französischen Gesundheitsagentur AFSSAPS geänderte Methode «Persistent Pigment Darkening (PPD)

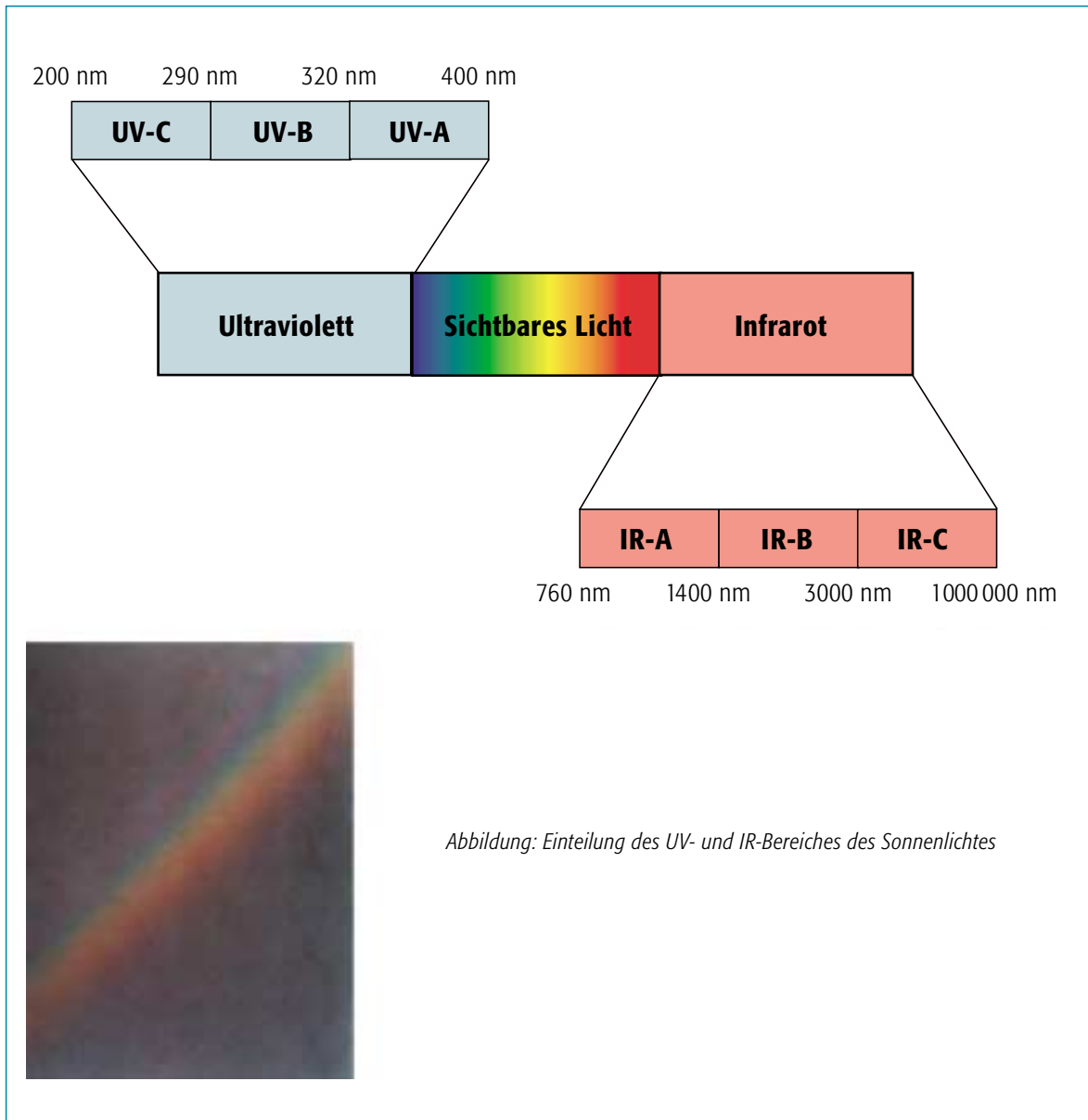


Abbildung: Einteilung des UV- und IR-Bereiches des Sonnenlichtes

Method» und die Bestimmung der kritischen Wellenlänge, wie von *Diffey* vor einigen Jahren vorgeschlagen (15), zur Anwendung kommen

- Der Schutz gegen UV-B-Strahlung und derjenige gegen UV-A-Strahlung sollten miteinander verknüpft werden. Deshalb sollte der UV-A-Schutzfaktor (PPD-Methode) mindestens ein Drittel des Lichtschutzfaktors betragen. Die kritische Wellenlänge sollte mindestens 370 nm erreichen.

Diese Empfehlungen beschränken sich auf den ultravioletten Bereich des Sonnenlichtes. Wir wissen inzwischen, dass die menschliche Haut in zunehmendem Masse auch einer Belastung mit IR-A-Strahlung ausgesetzt ist. Dies ist eine (vermeidbare) Folge der modernen Lebensweise. Heute ist die Bevölkerung folgenden Strahlenquellen ausgesetzt:

- i) der natürlichen Sonnenstrahlung,
- ii) künstlichen IR-A-Strahlern bzw. IR-Strahlern sowie
- iii) künstlichen UV-Strahlern, die kontaminierende IR-A-Strahlung emittieren und zu phototherapeutischen, vor allem aber auch zu kosmetischen Zwecken (Solarien) eingesetzt werden.

Diese Liste zeigt, dass aufgrund des geänderten Freizeitverhaltens der westlichen Bevölkerung und des ungebrochenen Trends zu Urlaub in sonnenreichen Gegenden die IR-A-Strahlen-Belastung der Haut stetig zunimmt. Die Empfehlung der EU-Kommission kann zudem zu einer Verstärkung dieses Prozesses führen, da die zunehmende Verwendung von modernen Sonnenschutzmitteln mit hohem Lichtschutzfaktor grundsätzlich einen längeren Aufenthalt an der Sonne ermöglicht, sodass es zu einer

weiteren kumulativen Strahlenbelastung im IR-A-Bereich kommt. Ein topischer Schutz gegen die IR-Strahlung ist in gleicher Weise wie für die UV-Strahlung nicht möglich und auch nicht erwünscht, da dadurch die schützende Wirkung der IR-Strahlung gegen die gefährlichere UV-Strahlung ausgeschaltet würde.

Wie bereits dargestellt, spielen reaktive Sauerstoffspezies eine zentrale Rolle bei der Entstehung von Schäden bei allen drei Bereichen des Sonnenlichtes. Eine mögliche Schutzwirkung kann daher durch die zusätzliche orale Einnahme von Antioxidanzien in Form von Nahrungsmitteln beziehungsweise von speziellen Nahrungsergänzungsmitteln erreicht werden, die in zunehmendem Masse angeboten werden. Dadurch kann ein zusätzlicher, gegebenenfalls lebenslanger Schutz im Bereich der ganzen Sonnenlichtbestrahlung erreicht werden. Die oral eingenommenen Schutzsubstanzen können den ganzen Körper schützen, ohne dass der Schutz wie bei Sonnenschutzmitteln durch Waschen, Schwitzen, Reiben beeinflusst wird. Der Schutz, der durch Nahrungsmittel und Nahrungsergänzungsmittel erreicht wird, kann im Prinzip nicht mit der üblichen Lichtschutzfaktor-Messmethode ermittelt werden. Andere Parameter, wie zum Beispiel die Aktivierung bestimmter Gene, sind für die Evaluierung gefragt. Der antioxidative Schutz ist daher als sinnvolle Ergänzung anzusehen, mit welchem eine lebenslange Erhöhung der Schutzwelle erreicht und ein entscheidender Beitrag zur allgemeinen Gesundheit geleistet werden kann (16–18).

Leider sind nur einzelne klinische Studien vorhanden, die das Konzept unterstützen. Allerdings bildet  $\beta$ -Caroten eine Ausnahme, da bei Risikopersonen eine Zunahme des Risikos, an Lungenkrebs zu erkranken, festgestellt wurde (19). Eine umfangreiche Studie mit Antioxidanzien zur Prävention der Progression der altersbedingten Makuladegeneration zeigt positive Resultate (AREDS; [20]). Eine zweite Studie mit einer verbesserten Komposition der Antioxidanzienzufuhr ist vor Kurzem begonnen worden (AREDS II). ●

**Dr. Bernard Gabard**  
Dornacherstrasse 324  
4053 Basel

*Interessenkonflikte: keine*