

Strahlung des Jahres

Strahlung des Jahres 2026: Ultraviolette Strahlung – Strahlung in Natur und Technik



Vor 225 Jahren wurde die ultraviolette Strahlung entdeckt. Sie wirkt in der Kunst, sterilisiert Oberflächen, polymerisiert Lacke, behandelt Hauterkrankungen, kann aber zugleich das menschliche Erbgut schädigen und Hautkrebs auslösen. Ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung) ist ein physikalisches Phänomen mit 2 Gesichtern: lebenswichtig und gesundheitsgefährlich zugleich.

Wahl zur „Strahlung des Jahres 2026“

Ihre Wahl der UV-Strahlung zur „Strahlung des Jahres 2026“ ist kein Zufall, sondern ein Statement. Denn UV-Strahlung steht exemplarisch für die Ambivalenz moderner Anwendungen und modernen Strahlenschutzes:

In Medizin, Industrie, Umwelttechnik und Materialforschung ist UV-Strahlung unverzichtbar geworden, gleichzeitig ist aber auch Vorsicht geboten. Der UV-Index warnt täglich vor zu hoher UV-Belastung durch die Sonnenstrahlung. Hautkrebsprävention ist längst Teil der öffentlichen Gesundheitsstrategie.

UV-Schutz ist nicht nur eine Frage des Sommers, sondern des ganzjährigen bewussten Handelns.

Was macht die UV-Strahlung so besonders?

Wie nutzen wir sie und wie schützen wir uns vor ihr?

2026 ist das Jahr, in dem UV-Strahlung nicht nur in den Vordergrund gehoben, sondern auch hinterfragt wird.

Was ist UV-Strahlung?

Im Februar 1801 gelang dem deutschen Physiker **Johann Wilhelm Ritter** (Abb. 1) in Jena der Nachweis einer bis dahin unbekannteren Strahlenart. Er spaltete die Sonnenstrahlung mit einem Prisma auf und lenkte das Farbspektrum auf ein mit Silberchlorid überstrichenes Papierblatt. Silberchlorid, das unter dem Einfluss von Licht schwarz wird, verfärbte sich jenseits des sichtbaren violetten Lichts, dort



Abb. 1: Der Physiker Johann Wilhelm Ritter (1776–1810) entdeckte 1801 eine bis dahin unbekanntere Strahlenart, die später als UV-Strahlung bezeichnet wurde.

wo kein farbiges Licht sichtbar war, besonders stark. Also musste es in diesem Bereich eine für das menschliche Auge unsichtbare Strahlung geben, die später als UV-Strahlung bezeichnet wurde. UV-Strahlung ist eine elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 100 nm und 400 nm. Sie liegt damit zwischen der Röntgenstrahlung und der sichtbaren optischen Strahlung (Licht) (Abb. 2). Für das menschliche Auge ist sie unsichtbar, besitzt jedoch eine hohe Energie, die biologische und chemische Prozesse beeinflussen kann. Ihr Wellenlängenbereich wird weiter unterteilt in UVA-, UVB- und UVC-Strahlung [1].

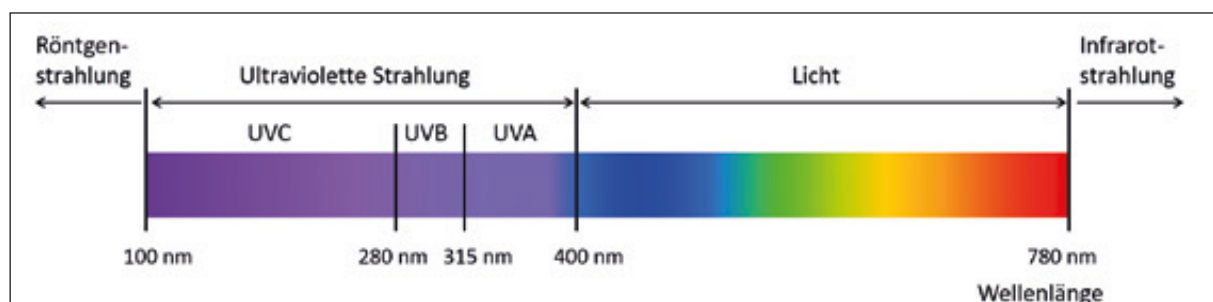


Abb. 2: Die Wellenlängen der UV-Strahlung liegen zwischen der Röntgenstrahlung und der sichtbaren optischen Strahlung (Licht).

Quellen der UV-Strahlung

Natürliche Quellen

UV-Strahlung kann sowohl von natürlichen als auch von künstlichen Quellen ausgehen. Die bedeutendste und allgegenwärtige, natürliche Quelle von UV-Strahlung ist die Sonne.

Während etwa 95 % der UVA- und 5 % der UVB-Strahlung die Erdoberfläche erreichen, wird die solare UVC-Strahlung vollständig in der Erdatmosphäre absorbiert.

Dabei hängt die Bestrahlungsstärke (Strahlungsleistung pro Fläche, ausgedrückt in W/m^2) auf der Erdoberfläche unter anderem

- von der Zusammensetzung der Erdatmosphäre (z. B. Ozon-Gehalt),
- vom Sonnenstand (abhängig vom Breitengrad sowie von der Tages- und Jahreszeit),
- von der geografischen Höhe, aber auch
- von Wetterbedingungen (z. B. Bewölkung) ab.

Im Rahmen des globalen Klimawandels wird ein möglicher Anstieg der UV-Bestrahlungsstärke aufgrund von geänderten Wetterbedingungen in der unteren Atmosphäre diskutiert. Veränderungen in der Ozon-Schicht der oberen Atmosphäre (das sogenannte „Ozon-Loch“) führen darüber hinaus immer noch dazu, dass mehr UVB-Strahlung die Erdoberfläche erreicht. Dies hat Konsequenzen für die menschliche Gesundheit und auch für Ökosysteme.

Künstliche Quellen

Künstliche Quellen von UV-Strahlung sind beispielsweise

- Quecksilber-Dampflampen,
- UV-Leuchtdioden (UV-LEDs) oder
- Excimerstrahler.

Sie werden in vielen technischen und medizinischen Anwendungen, aber auch in der Forschung benutzt.

Eingesetzt werden sie z. B.

- zur Aushärtung von Lacken und Druckerzeugnissen,
- in der UV-Phototherapie und -diagnostik,

- zur Desinfektion oder
- bei Untersuchungen mit fluoreszierenden Farbstoffen.

UV-Strahlung kommt in Solarien zum Einsatz, tritt aber auch als ungewolltes Nebenprodukt bei technischen Prozessen, insbesondere beim Schweißen, auf. Unabhängig davon, ob die UV-Strahlung künstlich erzeugt oder natürlichen Ursprungs ist, kann sie gesundheitliche Risiken für Menschen mit sich bringen.

Wie wirkt UV-Strahlung auf Augen und Haut?

Da die UV-Strahlung in menschliches Gewebe nur oberflächlich eindringt, sind von ihrer unmittelbaren Wirkung in erster Linie Augen und Haut betroffen. Dabei kann diese Wirkung sowohl positiv als auch negativ sein.

So fördert die UVB-Strahlung über die Haut zwar die Produktion von Vitamin D, das eine Schlüsselrolle bei der Knochenmineralisierung einnimmt. Gleichzeitig birgt die einwirkende UV-Strahlung erhebliche Risiken für die Augen und die Haut.

Art und Schwere einer Schädigung sind abhängig von

- der Bestrahlungsstärke,
- der Expositionsdauer sowie
- der Wellenlänge (und der damit verbundenen Eindringtiefe in das Gewebe).

Während UVC-Strahlung bereits in den obersten Gewebeschichten vollständig absorbiert wird, gelangt UVB-Strahlung bis in die Augenlinse bzw. in die Oberhaut (Epidermis), und UVA-Strahlung kann bis in die Lederhaut (Dermis) vordringen.

UV-Strahlung kann sowohl akute (kurzfristige) als auch chronische (langfristige) Schädigungen verursachen. Akute Schädigungen treten unmittelbar oder innerhalb von Minuten, Stunden oder Tagen nach der UV-Exposition auf, während chronische Wirkungen erst nach Jahren oder Jahrzehnten als Spätfolgen sichtbar werden.

Akute Schädigungen

Zu den akuten Schädigungen des Auges zählen sehr schmerzhafte Entzündungen der Hornhaut (Photokeratitis) und der Bindehaut (Photokonjunktivitis). Zu dieser Schädigung kommt es z. B. beim Schweißen, wenn unzureichender Augenschutz getragen wird. Die geschädigten äußeren Zellschichten von Horn- und Bindehaut heilen normalerweise durch Neubildung der Epithelzellen aus. An der Haut zeigen sich akute Reaktionen in Form von Hautrötung, dem UV-Erythem (bei Sonnenstrahlung der Sonnenbrand) mit Bildung einer Lichtschwielen (Verdickung der Oberhaut) und nachfolgender Hautpigmentierung (Bräunung) sowie, bei Vorhandensein entsprechender Substanzen, in photoallergischen oder phototoxischen Reaktionen.

Eine systemische akute Wirkung, die über die Haut vermittelt wird und den gesamten Organismus betrifft, ist die Unterdrückung des Immunsystems (Immunsuppression).

Chronische Schädigungen

Chronische Einwirkung von UV-Strahlung auf das Auge kann, auch ohne Akutreaktionen auszulösen, zu einer Linsentrübung (Grauer Star, Katarakt) führen. An der Haut sind chronische Effekte vor allem durch eine vorzeitige Hautalterung sowie die Entstehung von Hautkrebs gekennzeichnet.

UV-Strahlung gilt als maßgeblicher

Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs.

In den Zellen der Haut ruft die UV-Strahlung verschiedene Veränderungen hervor, wobei die bedeutendste die Schädigung des Erbguts (DNA) ist. Die häufigsten durch UV-Strahlung induzierte DNA-Schäden sind Cyclobutan-Pyrimidin-Dimere (CPD), siehe Abb. 3. Die DNA-Schäden können bereits bei geringer UV-Exposition auftreten, deutlich unterhalb der Auslöseschwelle für einen Sonnenbrand. Zwar verfügen die Zellen über Reparatursysteme, die solche Schäden in der Regel beheben, doch häufige, lang andauernde

de und intensive UV-Bestrahlungen sowie Sonnenbrände können die Reparatursysteme überfordern. In solchen Fällen werden die Schäden nicht mehr vollständig repariert, was zu bleibenden Veränderungen des Erbguts (Mutationen) führen kann. In der Folge steigt das Risiko für die Entstehung von Hautkrebs. Aus diesem Grund wurde UV-Strahlung, sowohl die natürliche Sonnenstrahlung als auch die künstlich erzeugte UV-Strahlung, auch die in Solarien, von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC, von International Agency for Research on Cancer) in die höchste Risikogruppe 1 („krebserregend für den Menschen“) eingestuft [2].

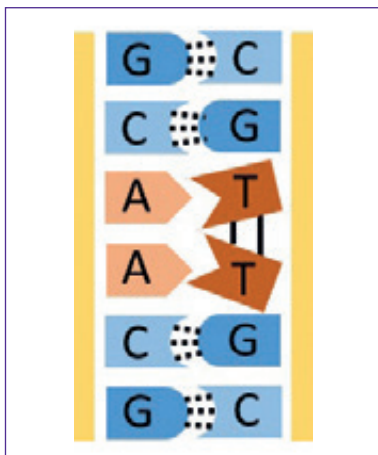


Abb. 3: Beispiel eines CPD-Dimers: 1 Thymin-Dimer zwischen 2 benachbarten Thymin-Basen in einer DNA-Doppelhelix

Hochrechnungen auf Basis der Daten des Krebsregisters Schleswig-Holstein von 2025 zeigen, dass 2023 in Deutschland 373.850 Menschen neu an Hautkrebs erkrankten, davon 326.010 an Hautkrebs vom „hellen“ Typ (Basalzellkarzinom, Plattenepithelkarzinom) und 47.840 am „schwarzen“ Hautkrebs, dem malignen Melanom. Im Vergleich dazu waren im Jahr 2018 in Deutschland 287.351 Menschen neu an Hautkrebs erkrankt.

Der Klimawandel kann die UV-Belastung weiter erhöhen und damit die Situation der Hautkrebsneuerkrankungen in Zukunft noch weiter ver-

schärfen. Das Plattenepithelkarzinom und seine Vorstufen, die multiplen aktinischen Keratosen, können seit 2015 in Deutschland als Berufskrankheit anerkannt werden.

Welche Strategien zum Schutz vor UV-Strahlung für Allgemeinbevölkerung und Beschäftigte gibt es?

Ein wirksamer Schutz vor UV-Strahlung ist wichtig – sowohl durch eigenes Verhalten als auch durch geeignete Rahmenbedingungen im Alltag und am Arbeitsplatz.

Der UV-Index –

Orientierung für den Alltag

Der UV-Index (UVI) beschreibt den am Erdboden zu erwartenden Tagesspitzenwert der sonnenbrandwirksamen UV-Bestrahlungsstärke. Je höher der Wert, desto schneller kann die ungeschützte Haut geschädigt werden.

Ab einem UV-Index von 3 sind Schutzmaßnahmen nötig, ab einem UV-Index von 8 sollte darüber hinaus direkte Sonnenstrahlung zur Mittagszeit möglichst gemieden werden. Der UV-Index ist weltweit einheitlich definiert und hilft, den Tag UV-bewusst zu planen. Abb. 4 des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) zeigt, welche Schutzmaßnahmen ab welchem UV-Index für die Allgemeinbevölkerung empfohlen werden.

UV-Schutz im beruflichen Umfeld

Beschäftigte, die natürlicher oder künstlicher UV-Strahlung ausgesetzt sind, benötigen besonderen Schutz.

Das Arbeitsschutzgesetz verpflichtet Arbeitgeber, Gefährdungen zu bewerten und Schutzmaßnahmen nach dem **STOP-Prinzip** (Substitution, Technisch, Organisatorisch, Persönlich) umzusetzen.

Bei Arbeit im Freien gilt ebenso wie im Alltag:

Ab einem UV-Index von 3 müssen geeignete Schutzmaßnahmen getroffen werden. Technische Hilfen (z. B. mobile Beschattungsmöglichkeiten), organisatorische Regeln (z. B. Pausen im Schatten) und persönliche Schutzkomponenten (z. B. körperbedeckende Bekleidung, Kopfbedeckung, Sonnenschutzbrille und Sonnenschutzmittel) ergänzen sich gegenseitig.

Bei intensiver Belastung durch solare UV-Strahlung oder künstliche UV-Strahlung ist zudem eine arbeitsmedizinische Vorsorge vorgesehen, um gesundheitliche Risiken zu erkennen und Folgen frühzeitig zu verhindern.

Im Gegensatz zur natürlichen UV-Strahlung der Sonne gibt es für künstliche UV-Strahlung (z. B. beim Lichtbogen-schweißen) gesetzlich verbindliche Expositionsgrenzwerte für einen 8-Stunden-Arbeitstag. Ergibt die Gefährdungsbeurteilung eine mögliche Überschreitung der Expositionsgrenzwerte, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip anzuwenden.

Verhaltensprävention –

Verhältnisprävention

Ziel der Verhaltensprävention ist es, die persönliche UV-Exposition durch

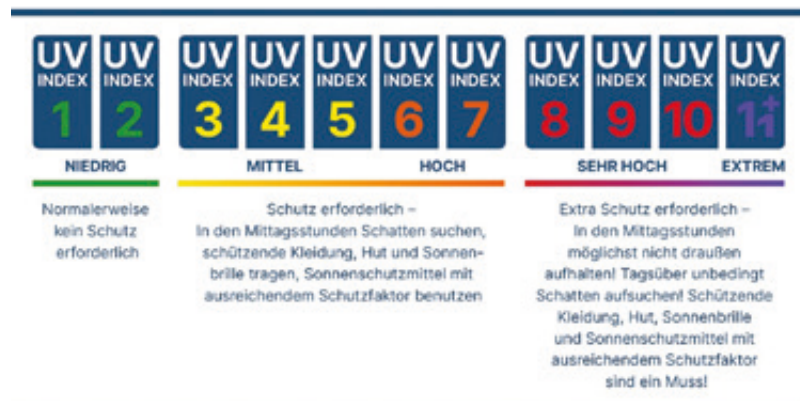


Abb. 4: UV-Index und Schutzempfehlungen (Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz)

einfache Maßnahmen deutlich zu senken und damit das Risiko akuter sowie langfristiger UV-bedingter Erkrankungen zu reduzieren.

Auch die äußeren Bedingungen müssen UV-Schutz ermöglichen, dies wird durch den Begriff der Verhältnisprävention beschrieben:

- Schattenplätze auf Spielplätzen, Schulhöfen und im öffentlichen Raum,
 - Stadtplanung,
 - UV-Index-Anzeigen,
 - angepasste Tagesabläufe und
 - Bildungsangebote
- zum Thema UV-Schutz sind entscheidend.

Kinder und hellhäutige Personen sowie weitere Risikogruppen verdienen dabei besondere Aufmerksamkeit.

UV-Schutz ist damit nicht nur Privatsache, sondern eine gesellschaftliche Aufgabe – von der Stadtplanung bis zur Gesundheitspolitik.

Solarien

Die künstlich erzeugte UV-Strahlung in Solarien schädigt Augen und Haut in gleicher Weise wie die UV-Strahlung der Sonne. Allerdings wird in Solarien überwiegend UVA-Strahlung eingesetzt, die für die sofort sichtbare Pigmentierung (Direktpigmentierung) verantwortlich ist.

UVB-Strahlung, die für die Vitamin-D-Produktion zuständig ist, ist demgegenüber stark reduziert. Daher sind Solarien zur Anregung der Vitamin-D-Produktion in der Regel ungeeignet.

Besonders gefährdet durch die Nutzung von Solarien sind Kinder und Jugendliche, deren Haut und Augen empfindlicher auf UV-Strahlung reagieren. So erhöht ein Besuch eines Solariums in jungen Jahren das Hautkrebsrisiko im Erwachsenenalter deutlich. Es gibt keinen Schwellenwert für die UV-Bestrahlungsstärke und die UV-Dosis, ab der Hautkrebs entstehen kann. Daher gibt es keine sichere Grenze für die Exposition gegenüber UV-Strahlung von Solarien [3].

Warnung vor der Nutzung von Solarien

Das Bundesumweltministerium und das Bundesamt für Strahlenschutz raten daher dringend von der Nutzung von Solarien ab.

Die WHO empfiehlt, die Nutzung von Solarien zu kosmetischen Zwecken weltweit zu verbieten oder zumindest streng zu regulieren.

Rechtliche Regelungen in Deutschland

Um die Gesundheitsgefahren durch die Solariennutzung zu minimieren, hat die Bundesregierung umfassende rechtliche Regelungen erlassen.

Das Gesetz zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (NiSG) verbietet seit 2009 die Nutzung von Solarien durch Minderjährige.

Die UV-Schutz-Verordnung (UVSV) regelt seit 2012 den Betrieb von Solarien im Detail. Hier ist u. a. festgelegt, dass Geräte eine Bestrahlungsstärke, vergleichbar der Mittagssonne am Äquator ($0,3 \text{ W/m}^2$), nicht überschreiten dürfen und die Kunden von geschultem Personal betreut werden müssen.

Seit der Einführung der rechtlichen Regelungen zur Solariennutzung in Deutschland ist die Besucherzahl in Solarien deutlich zurückgegangen. Im Jahr 2012 lag beispielsweise die Nutzung durch 14- bis 45-Jährige bei 14,6 %. Diese sank bis 2020 auf 5,1 % und blieb seither relativ stabil.

Fazit, ein Schlusswort

UV-Strahlung ist ein unterschätztes, alltägliches Gesundheitsrisiko. Sie kann zwar einen positiven Effekt bewirken (die Bildung von Vitamin D), aber auch zahlreiche negative Effekte hervorrufen. Daher ist ein bewusster und ausgewogener Umgang mit der UV-Strahlung notwendig.

Ein effektiver Schutz gelingt nur durch das Zusammenspiel von individuellem Verhalten, UV-bewusster Gestaltung der Lebensumwelt und politischer Verantwortung, um den Stellenwert eines wirksamen UV-Schutzes zu erkennen und entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen.

Der UV-Index bietet zum Schutz vor solarer UV-Strahlung eine einfache und verlässliche Orientierung.

Der Einsatz von künstlicher UV-Strahlung bedarf immer einer begleitenden Umsetzung von Schutzmaßnahmen bei dem Einsatz in Technik und Wissenschaft, um Risiken zu minimieren.

Danksagung

Die Autorinnen und Autoren des Beitrags möchten sich bei Herrn Dr. **Christian Sinn** für die Diskussion und die hilfreichen Verbesserungsvorschläge bei der Erstellung des Manuskripts bedanken.

Stefan Bauer,
bauer.stefan@baua.bund.de
Gabriele Franke
franke.gabriele@bgetem.de
Birgit Keller
keller.birgit@outlook.de
Peter Knuschke
peter.knuschke@mailbox.tu-dresden.de
Claudine Strehl
claudine.strehl@dguv.de
Ljiljana Udovicic
ljiljana.udovicic@gmx.de
Daniela Weißkopf
dweiskopf@bfs.de □

QUELLEN

- [1] Commission Internationale de l'Éclairage (CIE). ILV: International Lighting Vocabulary, 2nd Edition. CIE S 017/E:2020. Vienna. DOI: 10.25039/S017.2020. <https://cie.co.at/publications/ilv-international-lighting-vocabulary-2nd-edition-0>
- [2] International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. A Review of human Carcinogens. Part D: Radiation. In: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 100 D. WHO, IARC (ed.), Lyon, France 2012. ISBN 9789283213215.
- [3] SCHEER (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks), Opinion on Biological effects of ultraviolet radiation relevant to health with particular reference to sunbeds for cosmetic purposes, 17 November 2016. https://health.ec.europa.eu/document/download/b1398215-14af-4fea-ae50-581fc0af2995_en?filename=scheer_o_o_003.pdf