

## VORBEMERKUNG

Jeder kennt die wohltuende Wirkung von Licht und Wärme der Sonne auf Körper und Seele. Richtig dosiert, regt die Sonne Kreislauf und Stoffwechsel an und steigert unsere Vitalität. Doch im Übermaß können die UV-Strahlen der Sonne gefährliche Folgen haben. Übermäßige UV-Belastung und Sonnenbrände, vor allem in der Kindheit und der Jugend, erhöhen das Risiko erheblich, Jahre später an dem so genannten „schwarzen Hautkrebs“ (malignes Melanom), der gefährlichsten Form von Hautkrebs, zu erkranken. Neben weiteren akuten (Sonnenbrand, Sonnenallergie etc.) und chronischen Hautschäden (Hautalterung, Hautkrebserkrankungen etc.) verursacht UV-Strahlung auch akute (Entzündung der Hornhaut etc.) und chronische (Grauer Star) Augenschäden und verringert die Immunabwehr.

### Dabei ist wichtig zu wissen:

- Bereits während der ersten 18 Lebensjahre wird ein großer Teil der UV-Lebensdosis aufgenommen, weil Kinder viel Zeit im Freien verbringen und Jugendliche häufig ausgiebig Sonnenbaden.
- UV-Strahlung kann DNS-Schäden und infolge davon Zellschäden induzieren, die bei fortgesetzten, übermäßigen UV-Belastungen zur Krebsentstehung beitragen.
- Kinder und Jugendliche tragen das größte Risiko. Trotzdem wird das richtige Verhalten in der Sonne meist vernachlässigt. Dies kann später Hautkrebs zur Folge haben.
- Erwachsene sind oft schlechte Vorbilder, denen Kinder und Jugendliche bereitwillig folgen. Auch heute noch ist die Meinung weit verbreitet, dass eine stark gebräunte Haut ein Zeichen für Gesundheit ist. Aber leider ist das Gegenteil der Fall.

Die Behandlung des Themas im Unterricht kann dabei helfen, Jugendlichen das Thema bewusst zu machen und von der Schule aus in die Familie und ihre Freizeit zu tragen.

## ANWENDBARKEIT DER ARBEITSUNTERLAGEN

Das Thema Sonnenschutz kann in den Biologie- bzw. Physikunterricht sowie in gesellschaftswissenschaftliche Fächer der Sekundarstufe I integriert werden, die Lebensstil, Werbung, Umwelt- und Klimaschutz und die Bildung für eine nachhaltige Entwicklung thematisieren. Bei der Auswahl wurde berücksichtigt, dass sich die Jugendlichen mehr für Lifestyle als für Gesundheit interessieren. Idealerweise wird Sonnenschutz auch in Schulveranstaltungen mit Außenaktivitäten eingebunden.

## UNTERRICHTSSTRATEGIEN

Das Thema Sonnenschutz in der Schule und der konsequente Schutz vor der schädlichen UV-Strahlung helfen Kindern, Jugendlichen und ihren Familien, bewusster mit der Sonne umzugehen. Inhalte können am effektivsten vermittelt werden, wenn die Themen und Aktivitäten einen praktischen Fokus haben und mit den eigenen Erfahrungen korrespondieren.

## LERNZIELE - WISSEN

### Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, dass

- die Sonne sowohl wohltuende als auch schädigende Wirkungen auf die Menschen hat.
- die UV-Strahlung zu bestimmten Tages- und Jahreszeiten am stärksten ist und zu Hautschäden wie Sonnenbrand, vorzeitiger Hautalterung und Hautkrebs sowie zu Augenschäden führen kann.
- Sonnenbräune und Sonnenbrand ein Zeichen für Hautschäden sind.
- Sonnenbrillen helfen, Augenschäden durch die Sonne zu vermeiden.
- Sonnencreme die UV-Strahlung nie vollständig blockt, sondern nur das Auftreten eines Sonnenbrandes verlangsamt.
- sie sich am besten gegen die UV-Strahlung schützen, indem sie eine schützende Kopfbedeckung mit Nackenschutz, lange leichte Kleidung und eine Sonnenbrille tragen.
- sie sich zusätzlich reichlich mit einer Sonnencreme eincremen müssen, die mindestens einen Lichtschutzfaktor (LSF) von 20 hat.
- sie sich im Sommer bei strahlendem Sonnenschein mittags am besten im Haus und ansonsten möglichst oft im Schatten aufhalten sollen.
- die künstliche UV-Strahlung in Solarien genauso schaden kann wie die natürliche UV-Strahlung.
- dass auch Fensterscheiben schädliche UV-A-Strahlung durchlassen.

### Gegebenenfalls können Sie den Schülerinnen und Schülern noch vermitteln, dass

- sich die Sonnenstrahlung aus sichtbarem Licht, Wärmestrahlung und aus nicht sichtbarer UV-Strahlung zusammensetzt.
- die Erde von einer Ozonschicht umgeben ist, die zwar die meisten schädigenden Strahlen der Sonne abhält, aber dennoch einen Teil zu uns durchlässt.

## LERNZIELE - VERHALTEN

### Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen,

- Sonnenschutzmaßnahmen zu gebrauchen.
- andere zu ermutigen, sich auch vor der Sonne zu schützen.
- Verantwortung für die eigene Gesundheit zu übernehmen.
- dem gesellschaftlichen Druck zu widerstehen, braun sein zu müssen.
- Verantwortung für einen anderen Lebensstil und für eine nachhaltige Entwicklung zu übernehmen.

## LERNZIELE - FÄHIGKEITEN

### Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen,

- ihr Wissen über die Risiken der Sonnenbestrahlung und ihre persönliche Einstellung zur Minimierung dieser Risiken auszudrücken.
- Strategien zur Minimierung der Sonnenbestrahlung zu benennen.
- Zeiten, Orte und Situationen zu benennen, die Sonnenschutz erfordern.
- bestimmte Sonnenschutz-Maßnahmen für bestimmte Situationen auszuwählen.
- Sonnencreme richtig aufzutragen.
- Zeichen strahlenbedingter Schädigungen zu erkennen.
- andere zu ermutigen, ihr Sonnenverhalten zu optimieren.

## HINWEISE ZU DEN ARBEITSBLÄTTERN

### Arbeitsblatt 1: Was ist schön?

Über Jahrhunderte hinweg galten in vielen Kulturen blasse, hellhäutige Menschen als fein und vornehm. Häufig wurde sogar der ganze Körper geschminkt, um sich so vor dem Braunwerden zu schützen. Bräune war überhaupt nicht gefragt. Die Noblen waren blass, nur die Armen, die bei jedem Wetter und eben auch in der Sonne arbeiten mussten, waren gebräunt. Noch Anfang des 20. Jahrhunderts gingen die Damen der besseren Gesellschaft hochgeschlossen und mit Sonnenschirm spazieren, um sich so die vornehme Blässe zu erhalten. Helle ungetönte Haut erschien als Statussymbol begehrenswert. Dieses Schönheitsideal hat sich im Laufe des 20. Jahrhunderts grundsätzlich geändert (vgl. hierzu auch die Anmerkungen zu Arbeitsblatt 10).

## AUFGABENSTELLUNG

Eine Diskussion in der Klasse zum Thema „Was ist schön?“ ist für Jugendliche sicherlich ein geeigneter Einstieg in das Thema. Obwohl die Risiken intensiver Hautbräunung – sei es durch Sonnenbaden oder auf künstliche Art durch das Solarium – bei vielen Jugendlichen bekannt sind, werden diese Risiken von Vielen noch immer ignoriert bzw. verdrängt. Hauptgrund dafür ist die verbreitete Einstellung, dass man nur mit gebräunter Haut attraktiv aussieht. Hierüber sollte der Diskurs geführt und die Schülerinnen und Schüler zu einer Reflexion dieser Einstellung bewegt werden.

### Folgende Fragestellungen könnten hierbei eine Rolle spielen:

- Wie bedeutsam ist die Haut für unser Wohlbefinden?
- Was ist gesünder: ein natürlicher Teint oder gebräunte Haut?
- Welche Trends beeinflussen unser Verhalten in der Sonne?
- Welche Möglichkeiten gibt es, braun zu werden?
- Wie schütze ich mich richtig vor der Sonne?
- Welche Folgeschäden können durch die Nutzung von Solarien auftreten?
- Wie entsteht ein Schönheitsideal?
- Wie könnte das Schönheitsideal der Zukunft aussehen?
- Wie lassen sich Sonnenschutz und Lifestyle miteinander kombinieren?

## Arbeitsblatt 2: Meine Haut, deine Haut

Die Empfindlichkeit der menschlichen Haut auf UV-Strahlung ist individuell verschieden und hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Hierzu gehören vor allem die ethnische Zugehörigkeit, das Alter und der Gesundheitszustand. Die ethnische Zugehörigkeit, aber auch genetische Vorbedingungen, lassen sich durch die Einteilung in unterschiedliche Hauttypen klassifizieren. Kriterium für die Klassifikation ist u. a. die Fähigkeit der Haut zur Bräunung nach einer vorausgegangenen Sonnenbestrahlung (siehe Tabelle Seite 5).

Es ist allgemein bekannt, dass rothaarige Menschen mit sehr heller Haut kaum bräunen und bei Sonnenbestrahlung sehr schnell einen Sonnenbrand erleiden. Dunkelhäutige Menschen dagegen haben weder in der Sonne noch im Solarium größere Hautprobleme. Dazwischen liegt der Hauttyp des dunkelhäutigen Mitteleuropäers, der relativ gut bräunt, aber bei Unvorsichtigkeit auch einen Sonnenbrand bekommt. Die Grenzen zwischen diesen Hauttypen sind fließend. Die in der Tabelle aufgeführten Hauttypen und ihre Merkmale gelten ausschließlich für die Haut Erwachsener. Die Haut von Kindern reagiert empfindlicher auf UV-Strahlung und kann die mögliche Anpassungsfähigkeit der Haut Erwachsener noch nicht erreichen. Kinder, bis hin in das jugendliche Alter, besitzen eine hohe UV-Hautempfindlichkeit und nicht voll ausgebildete Eigenschutzfähigkeiten, und sind daher besonders gefährdet. Sie gehören nicht auf ein Solarium. Die Altersgrenze ist mit 18 Jahren festgelegt.

## HAUTTYPEN

Die heute gebräuchlichste Klassifikation für Hauttypen wurde 1975 von dem amerikanischen Dermatologen Thomas Fitzpatrick entwickelt. Danach werden sechs Hauttypen unterschieden:

- **Hauttyp I (Keltischer Typ)** zeigt keine Bräunung und bekommt bei Sonnenbestrahlung rasch einen schweren Sonnenbrand. Vor der Benutzung von Solarien muss abgeraten werden!
- **Hauttyp II (Nordischer Typ)** bräunt wenig und besitzt ein hohes Sonnenbrandrisiko!
- **Hauttyp III (Mischtyp)** bräunt fortschreitend und durchschnittlich gut, erleidet gelegentlich aber einen Sonnenbrand.
- **Hauttyp IV (Mediterraner Typ)** bräunt gut und schnell und erleidet selten einen Sonnenbrand.
- **Hauttyp V (Dunkler Hauttyp)** bräunt schnell und erleidet kaum einen Sonnenbrand.
- **Hauttyp VI (Schwarzer Hauttyp)** bekommt praktisch nie einen Sonnenbrand.

Hauttyp I bis IV werden auch als die Europäischen Hauttypen bezeichnet.

Hauttyp V haben Menschen aus Arabien, Nordafrika, Indien sowie dunkle Asiaten.

Hauttyp VI haben vorwiegend Menschen aus Zentralafrika und Australien.

Weitere Informationen finden Sie im Internet auf den Seiten des BfS ([www.bfs.de](http://www.bfs.de)) oder auf den Internetseiten der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention ([www.unserehaut.de](http://www.unserehaut.de)).

## Europäische Hauttypen und ihre Reaktion auf die Sonne

Hauttyp	I	II	III	IV
<b>Beschreibung</b> Haut:	sehr hell	hell	hell bis hellbraun	hellbraun, oliv
Sommersprossen:	häufig	selten	keine	keine
Haare:	rötlich, blond	blond bis braun	dunkelblond bis braun	dunkelbraun bis schwarz
Augen:	blau, grau	blau, grün, grau, braun	grau, braun	dunkelbraun
<b>Bezeichnung</b>	keltischer Typ	hellhäutiger Europäer/ nordischer Typ	dunkelhäutiger Europäer/ Mischtyp	mediterraner Typ
<b>Verteilung in Mitteleuropa</b>	2 %	12 %	78 %	8 %
<b>Reaktion auf Sonne</b> Sonnenbrand	immer und schmerzhaft	fast immer schmerzhaft	selten bis mäßig	kaum
Bräunung	keine	kaum bis mäßig	fortschreitend	schnell und tief
Ungefähre <b>Eigenschutzzeit1)</b> in der Sonne	3 – 5 Minuten	20 – 25 Minuten	28 – 35 Minuten	36 – 40 Minuten

1) Unter Eigenschutz der Haut versteht man den Zeitraum für das erste Sonnenbad, bei dem man noch keinen Sonnenbrand bekommt (für nicht vorgebräunte Haut); Zahlenangaben für einen wolkenlosen Sommertag in Mitteleuropa am Mittag und in Meeresspiegelhöhe. Quelle: UV-Fibel, Bundesamt für Strahlenschutz, S. 45/46, Hauttypen-Klassifikation nach Fitzpatrick.

### Hinweis

Der Hauttyp ist nur dann einigermaßen richtig abzuschätzen, wenn man auch die Reaktion auf die Sonne mit abfragt. In der Publikation „UV-Fibel“ des Bundesamtes für Strahlenschutz finden Sie ergänzende Hinweise dazu. Die Broschüre gibt es zum Download: [www.bfs.de/de/uv/solarien/UV\\_Fibel.pdf](http://www.bfs.de/de/uv/solarien/UV_Fibel.pdf) (S. 29 ff).

### Mögliche Aufgabenstellung

1. Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler ihre Hauttypen anhand der Angaben auf dem Arbeitsblatt bestimmen. Stimmen die Angaben mit den eigenen Erfahrungen überein?
2. Verhalten sich die Schülerinnen und Schüler ihrem Hauttyp entsprechend?
3. Wie häufig sind die einzelnen Hauttypen vertreten?

### Arbeitsblatt 3: Here comes the Sun

Die ultraviolette (UV-) Strahlung, die den Wellenlängenbereich von 100 nm bis 400 nm umfasst, ist der energiereichste Teil der optischen Strahlung. Die UV-Strahlung wird in grober Anlehnung an unterschiedliche biologische Wirkungen in drei Bereiche unterteilt:

UV-A (Wellenlänge 400 – 315 nm)

UV-B (Wellenlänge 315 – 280 nm)

UV-C (Wellenlänge 280 – 100 nm)

Die UV-Strahlung ist für den Menschen nicht sichtbar und kann auch nicht mit anderen Sinnesorganen wahrgenommen werden. Aufgrund der überwiegend negativen Auswirkungen von UV-Strahlung ist ein vorsichtiger Umgang mit der natürlichen und der künstlichen UV-Strahlung (Solarien) dringend erforderlich.

Die wichtigste natürliche UV-Strahlenquelle ist die Sonne. Ihr UV-Anteil am Erdboden variiert in hohem Maße und ist vornehmlich vom Sonnenstand (geografische Breite, Tages- und Jahreszeit), vom Gesamtzongehalt der absorbierenden Luftschicht und der Bewölkung abhängig. Die durch die Sonne hervorgerufene UV-Belastung kann so hoch sein, dass Ökosysteme negativ beeinflusst werden. Es besteht die Sorge, dass eine Verringerung des Gesamtzongehaltes in der Atmosphäre zu einem bedeutenden Anstieg der UV-Belastung führen könnte und dass in der Folge bestimmte Ökosysteme nachhaltig geschädigt werden.

Nicht zuletzt wegen der Vorgänge in der Ozonschicht der Atmosphäre ist die solare UV-Strahlung ein wichtiger Umweltparameter geworden, der weltweit ständig überwacht wird. Der am Boden erwartete Tagesspitzenwert der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung wird durch den international einheitlich festgelegten UV-Index (UVI) beschrieben.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) betreibt zusammen mit dem Umweltbundesamt (UBA), dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und weiteren assoziierten Institutionen ein bundesweites UV-Messnetz zur Bestimmung des UV-Index. Aktuelle Messwerte und Prognosen können im Sommerhalbjahr täglich abgerufen werden: [www.bfs.de](http://www.bfs.de) > Suche: UV-Index.

## EIGENSCHAFTEN DER UV-STRAHLUNG

### UV-A:

- Bräunung durch direkte Pigmentierung (Nutzung des vorhandenen Melanins); kurzzeitige Bräunung; erst bei hoher Dosierung und relativ kleinen Wellenlängen länger anhaltend
- Erzeugung von Schäden im Erbgut
- Erzeugung von Substanzen, die das Erbgut schädigen
- Schwächung des Immunsystems des Menschen
- Nachgewiesene Hautkrebs auslösende Wirkung im Tierversuch
- Auslösung allergischer Reaktionen
- Auslösung von Entzündungen der Haut
- Hautalterung

### UV-B:

- Bräunung durch Neubildung von Melanin; langsam eintretender Effekt; lange anhaltend
- Bildung von Vitamin D – je nach Alter und Jahreszeit genügen ca. 10 bis 30 Minuten Sonnenlicht pro Tag auf Gesicht und Hände, um eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D zu gewährleisten
- Hauptauslöser von Sonnenbrand
- Erzeugt genetische Veränderungen in menschlichen Zellkulturen
- Erzeugt Hautkrebs beim Menschen
- Schwächt das Immunsystem des Menschen
- Erzeugt Grauen Star

### UV-C:

UV-C-Strahlung hat die höchste Energie im UV-Bereich und birgt potenziell die größte Gefahr für biologische Systeme, da sie stark auf Proteine und das Erbgut von lebenden Zellen wirkt. Diese Strahlung der Sonne hat bisher keine Bedeutung für die Umwelt, da sie vollständig von der Erdatmosphäre absorbiert wird und nicht zur Erdoberfläche vordringt.

## KÜNSTLICHE UV-STRAHLUNG

Die Quellen künstlicher UV-Strahlung im Alltag sind vielfältig, da die UV-Strahlung in zahlreichen technischen und medizinischen Verfahren Anwendung findet. Die Verwendung von UV-Strahlung zu kosmetischen Zwecken, z. B. in Solarien, ist aus Sicht des Strahlenschutzes als sehr bedenklich einzustufen. Von einem Solariumsbesuch ist abzuraten.

Solarienbesitzern ist es in Deutschland gesetzlich untersagt, unter 18-Jährige ein Solarium benutzen zu lassen. Wenn Solarien durch über 18-Jährige trotz der gesundheitlichen Risiken benutzt werden, sollten nur solche Einrichtungen aufgesucht werden, in denen durch geschultes Fachpersonal eingehend beraten, auf die UV-Risiken hingewiesen, eine individuelle Hauttypbestimmung durchgeführt und basierend auf dieser Hauttypbestimmung ein individueller Besonnungsplan erstellt wird. Quelle (und weitere Informationen): [www.bfs.de](http://www.bfs.de) > Suche: Solarien

## SEHFÄHIGKEIT FÜR UV-STRAHLUNG BEI TIEREN

Die Vorteile der um den UV-Bereich erweiterten Sehfähigkeit bei einigen Tierarten überwiegen offensichtlich die möglichen Schäden an den Sehzellen durch die UV-Strahlung.

### Lösung der Aufgabenstellung

1. Die UV-C-Strahlung.
2. Weil die schützende Ozonschicht immer geringer wird.

### Arbeitsblatt 4: UV-Strahlung und Haut

So angenehm Sonnenschein und sonniges Wetter auch auf uns Menschen wirken, ein Übermaß an Sonnenbestrahlung schadet der Haut. Insbesondere die UV-A- und die UV-B-Strahlung können irreparable Hautschäden verursachen. Das Tückische daran ist: Viele dieser Schäden wie Hautkrebs oder eine vorzeitige Hautalterung werden erst nach Jahren erkennbar. Beide Strahlungsarten dringen in die Haut ein, UV-A-Strahlen noch wesentlich tiefer als UV-B-Strahlen. Beide UV-Strahlungsarten schädigen das Erbgut, UV-A-Strahlen zusätzlich noch die Collagenfasern der Haut (siehe Erläuterung zu Hautalterung). Sonnenbrand wird durch UV-B-Strahlen ausgelöst. Die Folge: eine nachhaltige Schädigung der Haut.

## DIE HAUTSTRUKTUR

### Die Haut besitzt drei Schichten:

- Die Oberhaut (lateinisch Epidermis) dichtet den Körper gegen die Außenwelt ab.
- Die Lederhaut (Korium) sorgt mit ihren Fasern für die Festigkeit der Haut, mit Arterien, Venen und Kapillaren für die Blutversorgung, mit den Nerven und ihren Endorganen für die Empfindung von Berührung, Temperatur und Schmerz. Haare entstehen in den Haarwurzeln und wachsen durch die Haarschäfte an die Oberfläche. Durch die Haarschäfte gelangt das Sekret der Talgdrüsen (Sebum) nach außen. Schweiß wird in den Schweißdrüsen der Lederhaut gebildet und über deren Ausführungsgänge an die Oberfläche transportiert.
- Die Unterhaut (Subcutis) enthält vorwiegend Fettgewebe. Es dient der Energiespeicherung, der Wärmedämmung und der Polsterung.

## Vitamin D

UV-B-Strahlung löst in unserer Haut die Bildung von Vitamin D aus, ein wichtiges Vitamin, z. B. zur Knochenbildung. Wissenschaftler sind sich einig, dass zur Deckung des Tagesbedarfs an Vitamin D je nach Alter und Jahreszeit ca. 10 bis 30 Minuten normales Sonnenlicht pro Tag auf Gesicht und Hände ausreichen, um eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D zu gewährleisten. Ausgedehnte Sonnenbäder sowie zusätzliche Solarienbesuche sind dafür nicht erforderlich. Um Vitamin-D-Mangel im Winter vorzubeugen, wird von Wissenschaftlern empfohlen, Vitamin D über die Nahrung aufzunehmen. Vitamin D ist in Fisch, Milch und Vollkorngetreide enthalten.

## BRÄUNUNG DER HAUT

Hautbräune ist bereits ein Zeichen eines eingetretenen Hautschadens. Das Braunwerden stellt einen natürlichen Schutzmechanismus der Haut dar, um sich vor weiterem Schaden zu schützen. Gleichzeitig verdickt sich die Hornschicht der Haut (Bildung der Lichtschwiele). Der UV-Eigenschutz der Haut bewirkt nur, dass man sich eine gewisse Zeit der UV-Strahlung aussetzen kann, bevor man einen Sonnenbrand bekommt. Er schützt nicht vor der Bildung von Erbgutschäden und Erbgutmutationen und damit nicht vor dem Hautkrebsrisiko. Bräune ist daher immer ein Hilferuf der Haut.

## SONNENBRAND

Zu viel UV-Strahlung erzeugt eine entzündliche Rötung der Haut, in schweren Fällen bilden sich sogar Blasen. Besonders gefährdet sind die Schultern und der Oberkörper, wo es einige Tage nach dem Sonnenbrand häufig zur Abschälung der oberen Hautschichten kommt. Auch Füße und Gesicht, hier besonders die Nase, sind durch ihre exponierte Lage stark gefährdet und werden zusätzlich meist nicht gründlich genug geschützt.

## VORZEITIGE HAUTALTERUNG

Die tief in die Haut eindringende UV-A-Strahlung beschleunigt die natürliche Hautalterung. Die Haut verliert ihre Straffheit, da die Kollagenfasern der Haut geschädigt werden. Gleichzeitig quellen die elastischen Fasern der Haut auf, was zu einem Verlust der Dehnbarkeit der Haut führt. Eine Folge davon ist die frühzeitige und verstärkte Faltenbildung.

## ERHÖHTES HAUTKREBS-RISIKO

UV-Strahlung schädigt grundsätzlich das Erbgut in den Hautzellen. Diese Schäden können von den Hautzellen bis zu einem bestimmten Maß selbst repariert werden. Bei Überbelastung, also bei ausgedehnten Sonnenbädern sowie bei häufigen Solarienbesuchen, funktioniert das aber nicht mehr. So verbleiben, auch ohne dass ein Sonnenbrand auftreten muss, Erbgutschäden in den Hautzellen, die eine Krebsentstehung zur Folge haben können.

### Arbeitsblatt 5: Nützliche Sonne, schädliche Sonne

**Nützliche Sonne** (vgl. auch Anmerkungen zu Arbeitsblatt 4) Die wohl bedeutsamste positive biologische Wirkung des Sonnenlichts ist die durch den UV-B-Anteil des Sonnenlichts hervorgerufene Bildung von körpereigenem Vitamin D. Es ist ein fettlösliches Vitamin und besitzt Hormonwirkung. Es ist wichtig für den Knochenbau, die Muskulatur und das Immunsystem und dient dazu, das Kalzium aus der Nahrung durch die Darmwand ins Blut zu transportieren. Kalzium stärkt die Knochen und ist auch für das reibungslose Funktionieren von Muskeln und Nerven unerlässlich. Der Name Vitamin D ist übrigens irreführend, denn echte Vitamine kann unser Körper nicht selbst bilden. Vitamin D ist streng genommen ein Hormon.

## UV-Strahlung kann schaden

Leider ist UV-Strahlung für uns Menschen auch schädlich. Zu den akuten Schäden zählen der Sonnenbrand und die Bindehautentzündung, als chronische Schäden sind vorzeitige Hautalterung, der Graue Star und schlimmstenfalls Hautkrebs zu nennen. Außerdem schwächt UV-Strahlung das Immunsystem. Dabei ist es ganz gleich, ob es sich um natürliche UV-Strahlung von der Sonne oder um künstliche UV-Strahlung aus einem Solarium handelt. Es ist wissenschaftlich belegt: Hautkrebs ist auf eine übermäßige UV-Belastung zurückzuführen. Viele Untersuchungen weisen darauf hin, dass eine hohe UV-Belastung, besonders in Kindheit und Jugend, einen erheblichen Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs im späteren Leben darstellt.

## HAUTKREBS NIMMT ZU

Zurzeit zählen wir in Deutschland pro Jahr ca. 135 000 Neuerkrankungen an Hautkrebs, womit dieser die häufigste Krebserkrankung überhaupt ist. Davon entfallen ca. 10 bis 15 Prozent auf das maligne Melanom, den „schwarzen Hautkrebs“. An diesem Krebs sterben pro Jahr in Deutschland 2 000 bis 3 000 Menschen.

Die so genannten „hellen Hautkrebse“ (Basalzellkarzinom bzw. spinözelluläres Karzinom) hingegen verlaufen selten tödlich, wachsen jedoch unaufhaltsam und müssen deshalb operativ entfernt werden. Sie können die Lebensqualität der Betroffenen sehr einschränken, da sie überwiegend an den dem Sonnenlicht ausgesetzten und damit sichtbaren Stellen auftreten, z. B. im Gesicht.

Hautkrebserkrankungen haben – in der hellhäutigen Bevölkerung – weltweit stärkere Zuwachsraten als alle anderen Krebserkrankungen. So hat sich bei uns die Neuerkrankungsrate für das maligne Melanom in den letzten 30 Jahren verdreifacht. Gründe hierfür sind ein geändertes Freizeit- und Sozialverhalten, insbesondere ein geändertes Verhalten gegenüber natürlicher und künstlicher UV-Strahlung, also das gezielte und ausgiebige „Sonnenbaden“ in der Natur und im Solarium.

### Arbeitsblatt 6: Und nun: der UV-Bericht

Der UV-Index gibt die Stärke der UV-Strahlung auf der Erde wieder. Er wurde entwickelt, um die Menschen vor übermäßiger UV-Belastung und vor den damit verbundenen gesundheitlichen Risiken zu warnen. Bei der Ermittlung des UV-Index wird die UV-Strahlung entsprechend ihrer Sonnenbrandwirksamkeit gewichtet. Der UV-Index beginnt bei null und steigt mit der Strahlungsintensität. Je höher er ist, desto größer ist die Gefahr für Haut und Augen. Deshalb wird der UV-Index auch in vielen Ländern mit dem Wetterbericht bekannt gegeben. Angegeben wird immer der Maximalwert, der meistens um die Mittagszeit erreicht wird. In Ländern nahe dem Äquator erreicht er oft einen Wert von 12, in Deutschland einen Wert von ca. 8. Im Solarium kann die UV-Strahlung übrigens Werte erreichen, die einem UV-Index bis zu 48 entsprechen würden!

In Deutschland kann der UV-Index im Internet beim Bundesamt für Strahlenschutz ([www.bfs.de](http://www.bfs.de) > Suche: UV-Index) oder beim Deutschen Wetterdienst ([www.uv-index.de](http://www.uv-index.de)) abgerufen werden. Er wird aber auch im Radio, im Fernsehen oder in Zeitungen bekannt gegeben. Je nach Wert des UV-Index sind gewisse Schutzmaßnahmen notwendig.

### Hinweis:

Bezüglich der Tageszeit: Mittags zwischen 11 und 15 Uhr ist die UV-Strahlung am intensivsten. Bezüglich der geografischen Lage: In Deutschland liegt der UV-Index selten über 8. Im Gebirge aber kann er auch höher als 8 sein. Nahe am Äquator kann der UV-Index Werte bis zu 12 erreichen. Bezüglich der Bewölkung: Bei bestimmten Bewölkungen wie z. B. bei lockerer Wolkendecke kann der UV-Index durch Streustrahlung sogar erhöht werden.

## Arbeitsblatt 7: Sonnencreme

Sonnencremes und -lotionen enthalten physikalische und/oder chemische UV-Filter. Da die einzelnen Substanzen in der Regel keinen Schutz über das gesamte UV-Spektrum hinweg bieten, werden meist mehrere Stoffe kombiniert. Die chemischen Filter absorbieren energiereiche Strahlung und geben sie als energieärmere, langwelligere Strahlung wieder ab. Die Stoffe dringen in die obere Epidermis ein, weshalb ein Sonnenschutz erst nach etwa 30 Minuten gewährleistet ist. Weil chemische Sonnenschutzmittel eher Hautallergien auslösen können, wählen empfindliche Personen besser physikalische Sonnenschutzmittel. Die physikalischen Filter, die durch mikroskopisch kleine Partikel (z. B. weißes Zinkoxid) wirken, streuen und reflektieren das Licht hauptsächlich.

Sonnencreme kann ein geeigneter Schutz gegen Sonnenbrand sein, ersetzt aber auf keinen Fall andere Schutzmaßnahmen wie Bekleidung, Kopfbedeckung, Sonnenbrille und natürlichen Schatten. Trotz Sonnenschutzmittel dringt noch ein Teil der UV-Strahlung in die Haut ein und die UV-bedingten Schäden in der Haut entstehen bereits lange, bevor ein Sonnenbrand auftritt. Sonnenschutzmittel schützen also nicht vor Hautkrebs! Deshalb sollte Sonnencreme nicht genutzt werden, um den Aufenthalt in der Sonne beliebig auszudehnen. Die entsprechend dem Lichtschutzfaktor, der auf dem Sonnenschutzmittel ausgewiesen ist, erhöhte Schutzdauer sollte man deswegen grundsätzlich höchstens zu 60 % ausschöpfen.

Gute Sonnenschutzmittel müssen sowohl im UV-B- als auch im UV-A-Bereich schützen, sollen in beiden Bereichen einen hohen Schutzfaktor aufweisen und müssen fotostabil sein, dürfen also ihre Schutzwirkung nicht unter Einfluss von Licht verlieren. Außerdem ist der ausgewiesene Schutz nur dann gegeben, wenn sie auf alle freien Körperstellen in ausreichender Menge (ca. 30 bis 40 ml für den gesamten Körper) gleichmäßig aufgetragen werden und regelmäßig nachgcremt wird (mind. alle 2 Stunden). Auch das Nachcremen nach dem Baden und dem Abtrocknen darf nicht vergessen werden. Aber Achtung: Das Nachcremen verlängert nicht die Schutzwirkung, es erhält sie nur. Und: Sonnenschutzmittel sind kein vollkommener Schutz gegen chronische Hautschäden.

Die Wahl für ein Sonnenschutzmittel hängt von Urlaubsort, Hauttyp, Überempfindlichkeit gegenüber Inhaltsstoffen der Sonnenschutzmittel und eventuellen lichtverursachten Hautkrankheiten ab. Kinder benötigen grundsätzlich einen höheren LSF als Erwachsene. Aufenthalte in großen Höhen (z. B. auf Gletschern) und im Süden erfordern ein Sonnenschutzmittel mit einem hohen Lichtschutzfaktor. Je heller der Hauttyp, umso höher muss die Schutzwirkung des Produkts sein.

## DER LICHTSCHUTZFAKTOR LSF

Der Lichtschutzfaktor (LSF) eines Sonnenschutzmittels gibt an, wie viel länger man sich mit einem Sonnenschutzmittel der Sonne aussetzen kann, ohne einen Sonnenbrand zu bekommen, als dies mit der jeweils individuellen Eigenschutzzeit möglich wäre. Er beschreibt im Wesentlichen den Schutz vor UV-B-Strahlung. Der Lichtschutzfaktor wird weltweit über die internationale Methode zur Bestimmung des Lichtschutzfaktors festgelegt. LSF 20 bedeutet z. B., dass man theoretisch 20-mal länger in der Sonne bleiben kann, bevor man einen Sonnenbrand bekommt, als wenn man sich ungeschützt der Sonne aussetzt. Die tatsächlich mögliche Schutzdauer hängt von der Eigenschutzzeit der Haut und damit vom Hauttyp ab.

## WIE LANGE BIN ICH GESCHÜTZT?

Zur Abschätzung des erforderlichen Lichtschutzfaktors sollte man wissen, wie lange man seine Haut der Sonne aussetzen kann, ohne dass ein Sonnenbrand entsteht. Diese so genannte Eigenschutzzeit ist zum einen davon abhängig, welcher Hauttyp man ist und zum anderen abhängig davon, wie intensiv die Sonne strahlt. Die Intensität der Sonnenstrahlung kann man über den aktuellen UV-Index ermitteln. Wenn die Eigenschutzzeit z. B. 10 min beträgt und ein Lichtschutzfaktor von 20

benutzt wird, so kann man sich rein theoretisch  $10 \text{ min} \times 20 = 200 \text{ min}$  (ca. 3 Stunden) der Sonnenbestrahlung aussetzen, ohne einen Sonnenbrand zu bekommen. Es empfiehlt sich aber, die errechnete Zeit sicherheitshalber nur zu zwei Dritteln auszunutzen, um eine Sicherheitsmarge zu haben. Außerdem sind bereits erfolgte Aufenthalte in der Sonne zu berücksichtigen.

#### **Hinweis:**

Es gibt eine neue europäische Klassifikation für Sonnenschutzmittel:

low protection (LSF 6-10)

medium protection (LSF 15-25)

high protection (LSF 30-50)

very high protection (LSF 50+)

## **DIE UV-A-KENNZEICHNUNG**

Im September 2006 wurde eine Empfehlung der EU herausgegeben, nach der Sonnenschutzmittel ein Mindestmaß an UV-A-Schutz bieten sollen. Sofern die Schutzleistung (UV-A-Schutzfaktor) gegenüber dem Lichtschutzfaktor größer als ein Drittel ist, kann das Produkt eine entsprechende Kennzeichnung für ausreichenden UV-A-Schutz tragen.

#### **Arbeitsblatt 8 und 9: Fotostory – Das Date**

Die Fotostory soll den Schülerinnen und Schülern auf jugendgerechte Art und Weise vermitteln, wie wichtig es ist, sich vor unnötiger UV-Bestrahlung zu schützen und auf die Nutzung von Solarien zu verzichten. Zudem soll den Jugendlichen aufgezeigt werden, dass es auch andere Schönheitsideale als die in den letzten Jahrzehnten vielfach propagierte braune Haut gibt. Die Fotostory eignet sich gut als Einstieg in eine Unterrichtseinheit zum Thema UV-Schutz. Möglicherweise können die Schülerinnen und Schüler Inhalte der Fotostory auch in einem eigenen Rollenspiel nachvollziehen.

#### **Arbeitsblatt 10: Das Model und der Freak**

##### **Die „Sonnenanbetung“ im 20. Jahrhundert**

Vor ungefähr 60 Jahren begannen sich in den Industriestaaten die Wertvorstellungen hinsichtlich einer vornehmen Blässe grundlegend zu wandeln. Die Einstellung zur Sonnenbestrahlung ist seit dem eine andere. Gebräunte Haut signalisierte Attraktivität, Gesundheit, Sportlichkeit und Erfolg. Und diese Bewertungskriterien gelten bis heute fort. Erst langsam beginnt ein vorsichtiges Umdenken. Aus der Erkenntnis der Gefahren heraus, werden heute insbesondere Kinder und Jugendliche mittels unterschiedlicher Kampagnen darüber aufgeklärt, dass ungeschütztes und exzessives Sonnenbaden ungesund ist und in der Zukunft Hautkrebs bedeuten kann. Selbst stark gebräunte Haut ist bereits ein Zeichen für verletzte Haut. Der selbstbewusste, gut informierte Teen weiß heute: „Nur ein natürlicher Teint ist cool“. Doch entgegen aller Aufklärung ist bei sehr vielen Teenagern, besonders bei den Mädchen, der Trend zum exzessiven Sonnen und zu regelmäßigen Solariumsbesuchen leider noch immer ungebrochen.

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat erst vor Kurzem die natürliche wie künstlich erzeugte UV-Strahlung (UV-Strahlung der Wellenlänge 100 – 400 nm) in die höchste Krebsrisikostufe eingeordnet. Wissenschaftler fanden heraus, dass das Risiko, an einem malignen Melanom zu erkranken, um bis zu 75 % ansteigt, wenn bereits vor dem 30. Lebensjahr regelmäßig ein Solarium besucht wird. Für die Wissenschaft ist somit erwiesen, dass die in Solarien verwendete UV-Strahlung sicher krebserregend für Menschen ist. Gesunde Bräune ist also auch im Solarium nicht zu haben!

## Arbeitsblatt 11: Die Risikomerkmale

In den letzten Jahrzehnten hat die Bedeutung des Hautkrebses in der Bevölkerung zugenommen. Die Hauptursache der seit den 70er-Jahren steigenden Zahl der Hautkrebsneuerkrankungen ist in einem veränderten Freizeitverhalten und der damit einhergehenden zunehmenden UV-Belastung zu sehen. Der in der Bevölkerung wohl bekannteste Hautkrebs ist das maligne Melanom, auch als „schwarzer Hautkrebs“ bezeichnet. Sehr viel häufiger als das maligne Melanom, aber weniger bekannt, sind das Basalzellkarzinom und das Plattenepithelkarzinom. Das Risiko, an einer dieser Hautkrebsarten zu erkranken, steigt mit der lebenslang erworbenen UV-Dosis und daher mit zunehmendem Alter.

## LEBERFLECK, PIGMENTMAL, MUTTERMAL, NAEVUS

Diese Begriffe werden häufig synonym verwendet. Leberfleck ist der umgangssprachliche Begriff, Pigmentmal verwenden häufig Fachleute im Gespräch mit Patienten, Muttermal müsste sinngemäß heißen, dass der Leberfleck angeboren ist. Im Volksmund wird hier aber selten ein Unterschied gemacht. Naevus heißt lateinisch Fleck, in der Mehrzahl Naevi, und ist damit der passende Begriff.

## BEDEUTUNG VON PIGMENTMALEN (NAEVI)

Die Zahl UV-induzierter gutartiger Naevi am ganzen Körper ist ein bedeutender Risikofaktor für die Entstehung von malignen Melanomen. Ein Mensch mit ca. 100 Naevi auf seiner Haut trägt ein 7mal höheres Risiko, am malignen Melanom zu erkranken, als jemand, der keine Naevi hat. Wichtig ist dabei zu wissen, dass die Anzahl der Naevi überwiegend durch UV-Belastungen in der Kindheit und Jugend bestimmt wird. Dies zeigt eine Studie (Habilitationsschrift Michael Weichenthal, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 2003) mit ca. 14 000 Hamburger Kindern. Diese wurden im Alter von sechs Jahren bei ihrer Einschulung einer Ganzkörper-Untersuchung unterzogen, bei der die Anzahl der Naevi auf der Gesamthaut bestimmt wurde. Dazu wurden die Eltern befragt, wie viele Urlaube die Kinder schon im Süden verbracht hatten und wie viele Sonnenbrände dabei erlitten wurden. Dabei wurde die Anzahl der Urlaube im Süden als ein Maß für eine erhöhte UV-Belastung gesehen und die Sonnenbrände als starke Schädigung der Haut.

Bei der Studie stellte sich heraus, dass schon allein die Anzahl der Urlaube im Süden stark mit der Anzahl von UV-induzierten Naevi verbunden war. Kinder mit fünf Urlauben im Süden (bis zu ihrem 6. Lebensjahr) zeigten signifikant mehr Naevi als Kinder mit weniger Urlauben in südlichen Ländern. Kamen während der Urlaube im Süden noch Sonnenbrände hinzu, vergrößerte sich die Zahl der Naevi nochmals. Diese Daten belegen eindeutig, dass (vor allem) zeitweise UV-Belastungen bei Kindern mit der Erzeugung von Naevi verbunden sind, welche das Risiko, am schwarzen Hautkrebs zu erkranken, steigern. Interessanterweise wird hier anscheinend ein Prozess angestoßen, der nicht umkehrbar ist.

So konnte in einer Nachfolge-Studie (vier Jahre nach der Erstuntersuchung) weiterhin gezeigt werden, dass die Kinder, die schon bei der Erstuntersuchung eine große Zahl von Naevi zeigten, vier Jahre später eine noch höhere Zahl von Naevi aufwiesen, sogar wenn sie in der Zwischenzeit auf starke Sonnenbestrahlung (z. B. durch verstärkten textilen Sonnenschutz) verzichtet hatten. Die Studien belegen daher, wie wichtig es ist, den vernünftigen Umgang mit UV-Strahlung schon so früh wie möglich zu erlernen, damit nicht schon im Kindes- oder Jugendlichenalter die Grundlagen für einen Hautkrebs angelegt werden. Eltern können hier als Vorbilder einen bedeutenden Beitrag leisten.

### Lösung der Aufgabenstellung:

1. Die Anzahl der nach der Geburt erworbenen Pigmentmale.
2. Man unterscheidet zwischen den persönlichen Veranlagungen und der Häufigkeit und Intensität der bisher aufgenommenen UV-Strahlungsdosis.

## Arbeitsblatt 12: Die Regeln

Je früher ein malignes Melanom erkannt wird, desto besser sind die Heilungsaussichten. Deshalb sollte man regelmäßig ein Auge auf die eigene Haut werfen. Worauf dabei geachtet werden sollte, zeigt die A-B-C-D-Regel zur Früherkennung des schwarzen Hautkrebses. Mit Hilfe dieser Regel kann man vorhandene Pigmentmale (Naevi, Leberflecken, Muttermale) nach ihrem äußeren Erscheinungsbild und entsprechend der aufgeführten Hinweise beurteilen.

Schäden durch UV-Strahlung sind ganz einfach zu vermeiden, wenn die wichtigsten Regeln beim Umgang mit der Sonne beachtet werden. Diese sollten mit den Schülerinnen und Schülern eingehend besprochen und diskutiert werden, sodass die Sonnenschutzregeln möglichst „in Fleisch und Blut“ übergehen und auch für die Zukunft im Bewusstsein der Jugendlichen verankert bleiben. Die Kernbotschaft dabei ist: **Sonnenbrand vermeiden!**

### Lösung der Aufgabenstellung:

Antwort 2) und 3).

## ERGÄNZENDE HINWEISE ZUM UNTERRICHTSMODUL

### 1. Sonnenbrillen

#### Filterwirkung

Messungen an mehreren hundert Sonnenbrillen haben gezeigt, dass auf Hinweise der Hersteller wie z. B. UV-400, 100 % UV-Schutz, 100 % UV-protection etc. relativ gut Verlass ist; d. h. die Sonnenbrillen filtern die gesamte UV-Strahlung bis 400 nm ausreichend aus und erfüllen somit die Anforderungen an eine gute Sonnenbrille hinsichtlich der UV-Filterwirkung. In seltenen Fällen (unter 1%) wiesen solche Brillen geringe Mängel auf (z. B. beginnende UV-Durchlässigkeit ab 390 statt 400 nm), insbesondere wenn diese z. B. bei Straßenhändlern erworben wurden.

In Drogeriemärkten, Sportgeschäften etc. sind praktisch keine Sonnenbrillen mehr erhältlich, die eine unzureichende UV-Filterwirkung aufweisen. Schon für unter 5 Euro sind Brillen mit guter UV-Filterwirkung erhältlich. Teure Designer-Brillen aus Fachgeschäften können dagegen zum Teil eklatante Mängel bei der UV-Filterwirkung aufweisen. Auch der Kauf beim Optiker bietet alleine noch keine Garantie für eine ausreichende UV-Filterwirkung. Insbesondere individuell angepasste Brillen mit Korrektur der Sehstärke weisen hier häufig Mängel auf. Wenn eine Brille keinen entsprechenden Herstellerhinweis (s. o.) aufweist, sollte man gezielt eine Filterwirkung bis 400 nm verlangen und sich dies am besten schriftlich bestätigen lassen.

Das CE-Zeichen alleine ist kein Hinweis auf einen ausreichenden UV-Schutz, da die zugrunde liegenden Normen hinsichtlich der Filterwirkung veraltet sind und keine ausreichende UV-Filterwirkung verlangen. Des Weiteren sollten Sonnenbrillengläser Blaulicht (ca. 400-500 nm) weitgehend bis vollständig (Gletscherbrille) ausfiltern. Hierzu existieren aber keine entsprechenden Labels, d. h. man ist hier auf entsprechende Herstellerhinweise oder Messprotokolle angewiesen, die jedoch kaum erhältlich sind.

#### Tönung

Eine Sonnenbrille sollte die Tönungsstufen (Kategorie) 2 oder 3 aufweisen. Dies ist meist auf einem Aufkleber oder Etikett an der Brille oder am Brillenbügel vermerkt (z.B. „cat2“). Tönungsstufe 1 schützt kaum vor Blendung und Tönungsstufe 4 ist für gutes Sehen zu dunkel und z. B. im Straßenverkehr nicht zugelassen. Für extreme Strahlungsverhältnisse, z. B. auf Schnee im Hochgebirge, sind entsprechende Gletscherbrillen der Tönungsstufe 4 und völliger Filterung des Blaulichtanteils sinnvoll. Geeignete Färbungen sind Braun oder Grau. Diese Färbungen sind für gutes Sehen ideal. Blautönung und Rottönung beeinträchtigen die Kontrastwiedergabe und das scharfe Sehen.

## **Seitenschutz**

Da UV-Strahlung sehr stark streut, ist bei der Wahl der Brille auf einen guten Seitenschutz zu achten. Dies geschieht entweder durch die Größe der Gläser oder durch die Formgebung der Brille und ist vom Kunden leicht selbst zu beurteilen.

## **Material der Filterscheiben**

Da der UV-Schutz extra vom Hersteller aufgebracht wird, ist die Wahl zwischen Echtglas oder Kunststoff hinsichtlich der UV-Filterwirkung inzwischen ohne Bedeutung. Die ca. 15 Jahre alte Empfehlung, stets Glas zu verwenden, geht auf die Zeit zurück, in der billige Brillen aus Polystyrol ohne zusätzlichen UV-Schutz hergestellt wurden und somit tatsächlich eine ernsthafte Gefährdung der Augen darstellten.

## **Empfehlung**

Hinsichtlich der UV-Filterwirkung bestehen keine Bedenken, preisgünstige Brillen vom Drogeriemarkt etc. zu verwenden, sofern diese Brillen einen entsprechenden Herstellerhinweis aufweisen und auf weitere BfS-Empfehlungen (Tönung/Seitenschutz) geachtet wird. Ein Kauf beim Optiker alleine ist keine Garantie für ausreichenden UV-Schutz.

## **2. Versuchsanleitungen**

### **Versuch: „Pflanzen bekommen Sonnenbrand“**

Das Experiment zeigt, dass auch Pflanzen einen „Sonnenbrand“ bekommen können, und dass die Sonnenstrahlung einen UV-Anteil besitzt, der diesen „Sonnenbrand“ verursacht. Für den Versuch sind nach der Kresseanzucht 1-2 einigermaßen warme ( $>15^{\circ}\text{C}$ ) und sonnige Tage erforderlich, die Monate Oktober bis März sind wegen der geringen UV-Strahlung ungeeignet.

### **Grundprinzip dieses Versuchs**

„Sonnenbrand“ als zeitnaher Schaden durch UV-Strahlung wird auch bei Pflanzen überwiegend durch den kurzwelligen Anteil, die UV-B-Strahlung verursacht. Diese UV-B-Strahlung wird durch normales Fensterglas weitgehend ausgefiltert. Beide Proben werden im Raum, hinter dem Fensterglas auf der Fensterbank, herangezogen. Wenn die Kresse schon Blätter hat, kommt eine der Proben draußen vor das Fenster bzw. ins Freie in die Sonne. Alternativ können auch beide Proben ins Freie gestellt werden. Eine Probe wird dann mit einer Glasscheibe (normales Fensterglas) gegen die Sonne abgeschirmt. In einem erweiterten Versuch können anstatt der Glasscheibe andere, unterschiedlich durchsichtige Materialien wie z. B. Frischhaltefolie oder eine CD-Hülle verwendet werden.

### **Benötigtes Material**

Zwei (für den erweiterten Versuch auch mehrere) Pflanzschalen, Watte, evtl. Blumenerde, Küchentuch oder ähnliches, Kressesamen, eine helle Fensterbank zur Anzucht der Kresse.

### **Für den vollständigen Versuch im Freien:**

Glasscheibe (mind. 20 x 20 cm) aus normalem Fensterglas sowie Holzklötze o. ä. (etwa 10 cm höher als die Pflanzschale), um die Glasscheibe abzustützen.

### **Für den erweiterten Versuch:**

Durchsichtige Materialien wie z. B. Frischhaltefolie oder CD-Hülle.

## **Versuchsaufbau**

Die Kresse wird auf der Fensterbank hinter Glas auf die übliche Weise vorgezogen. Damit die Pflanzen genug Substanz zum Wachsen haben und sie im Freien dann nicht so leicht vertrocknen, können Sie zuerst 1 bis 2 cm Blumenerde einfüllen und dann mit einem Küchentuch oder mit Watte abdecken. Das ist aber nicht zwingend notwendig, die Kresse wächst auch nur mit Watte oder Küchentuch. Auf das Substrat dann die Kresse aussäen. Während der Anzucht darf die Kresse nicht ungefiltert, d. h. ohne Fensterscheibe, Sonnenstrahlung abbekommen. Das Fenster also möglichst geschlossen halten (auch bei wolkeigem Himmel). Wenn die Pflänzchen deutlich ausgeprägte Blätter haben, kommen die Schalen an einem sonnigen Tag (der Folgetag sollte auch sonnig sein) gleich am Morgen an einen sonnigen Platz ins Freie oder es verbleibt alternativ eine Schale hinter der Fensterscheibe. Stehen beide Schalen im Freien, wird eine Pflanzschale mit der Glasscheibe abgeschattet, indem man die Holzklötze daneben und die Glasscheibe darüber legt. Hier ist darauf zu achten, dass die Schale gut belüftet und damit nicht heißer wird als die Schale ohne Glasscheibe. Beide Schalen dürfen nicht austrocknen. Vorsicht, der Wasserbedarf im Freien ist höher als auf der Fensterbank!

## **Zu erwartendes Ergebnis**

Die Kresse, die ohne Schutz durch Glas in der Sonne steht, bekommt, je nach Intensität der UV-Strahlung, nach wenigen Stunden bzw. nach 1-2 Tagen Flecken auf den Blättern, während die Blätter der Kresse hinter der Fensterscheibe bzw. unter der Glasscheibe grün bleiben.

## **Erklärung des Ergebnisses**

Auf der Fensterbank wächst die Kresse gut heran, obwohl die kurzwellige UV-B-Strahlung nahezu vollständig und die längerwellige UV-A-Strahlung teilweise vom Fensterglas herausgefiltert wird. Die UV-Strahlung wird also nicht für das Pflanzenwachstum benötigt. Setzt man die Kresse danach der ungefilterten Sonnenstrahlung aus, erleidet sie durch die nun einwirkende UV-B-Strahlung einen „Sonnenbrand“.

## **Weitere Erkenntnis - Tipp für Hobbygärtner**

Da dieses Phänomen bei den meisten Pflanzen auftritt, sollten hinter Glas vorgezogene Pflänzchen langsam an die UV-Strahlung gewöhnt werden, indem man sie im Freien zunächst an einem schattigen Platz belässt oder nur an trüben Tagen auspflanzt. Die Pflänzchen gewöhnen sich dann langsam an die UV-Strahlung und können ähnlich wie der Mensch langsam einen Eigenschutz aufbauen. Ähnliche Beobachtungen macht man auch, wenn man im Frühling Pflanzen, die den Winter im Haus verbracht haben, in die „Sommerfrische“ nach draußen bringt: Die Blätter bekommen in der Sonne braune Flecken oder bleichen ganz aus und fallen sogar ab.

## **Wichtige Anmerkung**

Der Versuch darf auf keinen Fall die Botschaft transportieren, dass die Sonnenstrahlung hinter Glas völlig ungefährlich ist. Die schädigende Wirkung ist zwar deutlich reduziert aber dennoch vorhanden. Darauf sollte deutlich hingewiesen werden. Statt mit der natürlichen Sonne im Freien könnte die Kresse auch mit einer UV-Lampe bestrahlt werden. Dies birgt aber ein hohes Gefahrenpotential für die Augen und sollte den Schülerinnen und Schülern auf keinen Fall empfohlen werden. Wenn, dann sollte der Versuch mit einer UV-Lampe nur unter Anwendung entsprechender Schutzmaßnahmen unter Aufsicht einer fachkundigen Lehrkraft durchgeführt werden.

## **Erweiterter Versuch**

Sind weitere Schalen mit vorgezogener Kresse vorhanden, kann man bei diesen statt Glas andere durchsichtige Materialien als „UV-Filter“ verwenden. Die unterschiedliche UV-Filterwirkung der Materialien sollte an der Kresse sichtbar werden.

Polystyrol (CD-Hülle), Frischhaltefolie: geringe Filterwirkung

Plexiglas: mittlere Filterwirkung

Qualitativ hochwertige Kunststoffe: hohe Filterwirkung

### **Versuch: Die Entdeckung der UV-Strahlung – ein historisches Experiment**

Im Friedrich-Verlag ist in der Fachzeitschrift „Unterricht Chemie“, Ausgabe Nr. 57 (2000) das historische Experiment, in dem J. W. Ritter um 1800 die UV-Strahlen durch die Schwärzung von Silberchlorid nachgewiesen hatte, ausführlich dargestellt. Das Experiment wird in mehreren Versuchen, die von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden können, beschrieben. Zu den Versuchen wird eine Unterrichtsreihe für die Sekundarstufe I skizziert. Sie können eine PDF-Datei mit der genauen Versuchsanleitung aus dem Internet herunterladen:

[www.friedrich-verlag.de/pdf\\_preview/d510057\\_1721.pdf](http://www.friedrich-verlag.de/pdf_preview/d510057_1721.pdf).

### **Versuch: Färbung von UV-Papier**

Auf der Homepage „Sonnentaler.net“ finden sich weitere Hinweise für Experimente zum Thema UV-Strahlung, u. a. auch zu einem Versuch mit UV-Papier:

[www.sonnentaler.net/aktivitaeten/humanbio/gesundheit/leben\\_mit\\_der\\_sonne/uv/1.html](http://www.sonnentaler.net/aktivitaeten/humanbio/gesundheit/leben_mit_der_sonne/uv/1.html).

**Zur Bestellung von UV-Papier für den Unterricht siehe:**

[www.sonnentaler.net/aktivitaeten/humanbio/gesundheit/leben\\_mit\\_der\\_sonne/](http://www.sonnentaler.net/aktivitaeten/humanbio/gesundheit/leben_mit_der_sonne/)

## **HINWEIS**

Auf der Website der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention (ADP) finden Sie weitere Angebote, die dieses Unterrichtsmaterial sinnvoll ergänzen, wie z. B. die Fallstudie „Sonnenschutz und Lifestyle“ sowie verschiedene Filme und Spots zum Thema.

[www.unserehaut.de](http://www.unserehaut.de) > Suche: Unterrichtsmaterial bzw. [www.unserehaut.de](http://www.unserehaut.de) > Service > Downloads

## **ERKLÄRUNG**

Diese Handreichung für Lehrkräfte ist Bestandteil des Unterrichtsprojekts „Sommer, Spaß und Sonnenschutz!“ für die Sekundarstufe I. Das Projekt umfasst ein Infoposter, zwölf Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler, die Handreichung für Lehrkräfte und eine Broschüre für Eltern und Lehrkräfte.

Die Materialien wurden erstellt von der Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH, im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz und in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention e. V. Die Inhalte wurden teilweise in Anlehnung an Materialien der World Health Organisation (WHO), der Schweizer Krebsliga und The Cancer Council Victoria, Australien, erstellt.