

1. Wirkungsweise der Sonnenschutzmittel

Sonnenschutzmittel wirken wie ein Schutzschild gegen UV-Strahlung. Hier wird zwischen physikalischem und chemischem Lichtschutz unterschieden.

Beim physikalischen Lichtschutz beruht die Wirkung auf Reflexion und Streuung der Strahlen an der Oberfläche von Pulverpartikeln.

Der chemische Lichtschutz beruht auf der Absorption der Strahlung durch bestimmte Substanzen.

2. Der chemische Lichtschutz

2.1. Struktur der Filtersubstanzen

Für den chemischen Lichtschutz eignen sich Substanzen, die aufgrund ihrer molekularen Struktur Strahlungsenergie aufnehmen können, wie es z.B. bei Benzolringen und Substituenten mit konjugierten Doppelbindungen der Fall ist.

Man bezeichnet sie als Filtersubstanzen. Sie sind der wesentliche Bestandteil des Sonnenschutzmittels.

Bedingend für die Absorption von UV-Strahlung ist der Benzolring, die Größe (und Bandbreite) der Absorption bestimmen seine Substituenten.

Substanzen, deren Derivate häufig als Lichtfilter eingesetzt werden, sind

2.2. Ablauf der Absorption

Absorption -> Abschwächung der Intensität einer (Teilchen – oder) Wellenstrahlung beim Durchgang durch Materie, wobei ein Teil der Strahlungsenergie in andere Energieformen, z.B. Wärme, umgewandelt wird.

Die Fähigkeit dieser Moleküle, UV-Strahlen zu absorbieren, beruht auf einer Wechselwirkung der elektromagnetischen Wellen und diesen Molekülen.

Durch die Energie der UV-Strahlen werden Elektronen von inneren Bahnen in äußere angehoben.

Lichtabsorption tritt ein, wenn die Energie dieses Lichtquants (bestimmte „Menge“ Licht, Energie abhängig von der Frequenz) gleich der Energiedifferenz der beiden Orbitale ist. Das nun angeregte Molekül kann sich durch Verbrauchen der aufgenommenen Energie umwandeln.

Dies kann über verschiedene Prozesse geschehen:

- Dimerisierung (=Zusammenschluss zweier gleicher Moleküle)
- Polymerisierung (=Zusammenschluss vieler Moleküle)
- Photolyse
- Umlagerung (=z.B. cis nach trans)
- Moleküldrehung
- Wärmeabgabe

Findet die Energieabgabe und Stabilisierung über Wärmeabgabe statt, ist dies unschädlich, läuft sie aber über chemische Reaktionen ab, sind entzündliche Reaktionen der Haut möglich.

3. Kriterien zur Unterscheidung von Filtersubstanzen

Die Lichtfiltersubstanzen unterscheiden sich in verschiedenen Bereichen. Sie werden nach folgenden Kriterien eingeteilt:

3.1. Absorptionsbereich und Absorptionsmaximum

Der Absorptionsbereich beschreibt den Wirkungsbereich einer Filtersubstanz

Filter	Absorbiert
UVB-Filter	Zwischen 280-320 nm
UVA-Filter	Zwischen 320-400 nm
Breitbandfilter	Zwischen 290-ca. 380 nm

In diesem Bereich findet sich auch eine Frequenz, bei der die Absorption am höchsten ist. Für UVB-Filter sollte das Absorptionsmaximum bei 308nm liegen, da hier die größte Konzentration und Erythemgefahr besteht.

3.2. Spezifische Extinktion

Die spezifische Extinktion ist ein Maß für die Absorptionsstärke einer Filtersubstanz bezogen auf eine einprozentige Lösung.

Eine hohe spezifische Extinktion bedeutet, dass der Filter in niedriger Konzentration eingesetzt werden kann und trotzdem einen optimalen Schutz gewährleistet.

3.3. Löslichkeit

Die Löslichkeit ist einer der begrenzenden Faktoren, da die Filtersubstanzen nicht unendlich löslich sind. Dies macht oft eine relativ hohe spezifische Extinktion nötig.

Für hohe Lichtschutzfaktoren werden beide Phasen einer Emulsion, Filter der entsprechenden Löslichkeit, eingearbeitet.

Bei niedrigen Lichtschutzfaktoren bestimmt die Löslichkeit des gewählten Filters die Phase, in die er eingearbeitet werden kann oder z.B. wenn Sonnenschutzgel hergestellt werden soll, die Wahl des Filters.

3.4. Photostabilität

Wie sicher ein Sonnenschutzmittel wirkt, hängt davon ab, wie stabil die Filtersubstanz gegenüber UV-Strahlen ist, wie photostabil er ist.

Durch die Energieabsorption wechselt das Filtermolekül in einen angeregten Zustand, dieser kann auf verschiedene Weise inaktiviert werden.

Ein photoinstabiler Filter würde schnell abgebaut werden und schnell seine Filterfähigkeit verlieren. Eine solche Zersetzung könnte folgende Folgen haben:

- erhöhte Penetration
- nachlassender UV-Schutz
- Entstehung von Radikalen
- Wechselwirkung mit anderen Molekülen, z.B. denen der Grundlage
- Allergische Reaktion der Abbauprodukte
- Verschiebung des Absorptionsmaximums
- Verfärbung

Die Photostabilität ist also einer der entscheidenden Faktoren bei der Entwicklung von Sonnenschutzmitteln. Es werden zahlreiche Versuche durchgeführt, aber meist Laborversuche, die oft realitätsfremd sind, da die Bedingungen andere sind.

Die Ergebnisse werden als orientierende Werte angesehen.

Durch Versuche, bei denen das Produkt auf menschlicher Haut aufgetragen wird und durch einen Sonnensimulator bestrahlt wird, werden eventuelle photochemische Abbaureaktionen berücksichtigt.

Auch wenn es keine „echte“ Photostabilität gibt, liefern die relativen Werte, die so ermittelt werden, dennoch wichtige Informationen über Wirksamkeit und Zuverlässigkeit des Mittels.

3.5. Penetration (Eindringungsvermögen in die Haut)

Die Hornschicht ist die Barriere für das Eindringen in tiefere Hautschichten. Es bestehen vier Möglichkeiten für Penetration:

- durch die Zelle (interzellulär)
- durch die Zellzwischenräume (interzellulär)

- entlang der Haarschäfte (transfollikulär)
- durch Porenöffnungen (Talgdrüsen, Schweißdrüsen)

Das Eindringungsvermögen des Wirkstoffes wird bestimmt von

- den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Substanz; die Affinität der Substanz an die Hornschicht bestimmt Ausmaß und Geschwindigkeit der Penetration.
- der Zusammensetzung und Eigenschaften der Grundalge;
- Wassergehalt – Art der Emulatoren
- Penetrationsbeschleuniger – Art und Konzentration der Lipide steuern das Freigabeverhalten und beeinflussen die Hornschichtstruktur
- Dem Hautzustand; eine Erhöhung der Hydratation der Haut verbessert das Penetrationsvermögen

Übertragen bedeutet das, dass ein optimaler Schutzeffekt nur erreicht wird, wenn alle genannten Kriterien berücksichtigt werden und aufeinander abgestimmt werden.

Bei einem zu hohen Penetrationsvermögen erhöht sich allerdings das Risiko von toxikologischen und allergologischen Reaktionen.

Wie die Filtersubstanzen in der Haut abgebaut werden, ist nicht vollständig bekannt. Sicher dürfte sein, dass ein Teil mit den Hornzellen abfällt. Was aber mit den Teilen passiert, die tiefer in die Haut eindringen, ist nicht klar.

4. Pflanzenextrakte als UV-Strahlen absorbierende Substanzen

Es sind viele Verbindungen aus der Natur bekannt, die einen mehr oder minder großen Absorptionseffekt im UV-Bereich aufweisen oder die Wirkung von chemischen Filtern verstärken. Eine ganze Reihe von Extrakten bekannter Pflanzen zählt hierzu:

Extrakt von	UV-Bereich
Johanniskraut	250 bis 300 nm
Kamille	250 bis 320 nm
Aloesaft (getrocknet)	Bei 300 nm
Wildes Stiefmütterchen	270 bis 320 und 340 bis

	380 nm
Grüner Kaffee	270 bis 320 und 340 bis 380 nm

Es sind auch verschieden Pflanzen bekannt im UVA und im UVB-Bereich (280 bis 400nm) absorbieren.

Praktisch gestalte sich die Isolierung der eigentlichen Wirkstoffe als sehr schwierig und die öligen oder wässrigen Auszüge können Substanzen enthalten, die bei Sonnenbestrahlung photodynamische Reaktionen provozieren, das ist aber nicht der einzige Nachteil:

- Die Inhaltstoffe sind teilweise nicht bekannt.
- Die Zusammensetzung des Extraktes ist nicht immer gleich.
- Die Stabilität unter UV-Einwirkung ist schwierig.
- Das Allergierisiko ist hoch
- Die Extrakte haben oft eine geringe spezifische Extinktion.

Trotz dieser vielen Nachteile liegen Produkte mit natürlichen Wirkstoffen im Trend, da sie den besseren Ruf haben, in diesem Fall fälschlicher Weiße

5. Physikalischer Lichtschutz

Beim physikalischen Lichtschutz wird die Haut durch organische oder anorganische feine Pulverpartikel geschützt. Diese Partikel reflektieren und streuen Licht, manche absorbieren es auch.

Mit ihnen ist es möglich Lichtschutzpasten herzustellen, die bei entsprechender Schichtdicke einen Totalschutz (gegen UV-, Infrarot- und sichtbares Licht) bieten. Allerdings sind sie meist zäh und es kommt zu Hautverfärbungen.

Um das zu ändern und den Vorteil des physikalischen Lichtschutzes, den Breitbandschutz, auch ohne Nebenwirkungen nutzen zu können, wurde die Durchschnittliche Partikelgröße von 300nm auf 20 – 50 nm herunter gesetzt. Bei entsprechender Grundlage erhält man damit ein weitgehend transparentes Präparat.

Physikalische Schutzsysteme werden aber dennoch vor allem bei Unverträglichkeit der chemischen Filterpräparate eingesetzt.