

# Künstlicher Lichtschutz : neue Ergebnisse zur Frage der natürlichen UV-Strahlung

Autor(en): **Ham, Goswin van / Herzog, Wolfgang**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **79 (1963)**

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-832786>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

KÜNSTLICHER LICHTSCHUTZ –  
NEUERE ERGEBNISSE  
ZUR FRAGE DER NATÜRLICHEN  
UV-STRAHLUNG

---

GOSWIN VAN HAM  
UND WOLFGANG HERZOG

Künstlicher Lichtschutz beziehungsweise, aus unserer Sicht, kosmetischer Sonnenschutz befaßt sich mit der von der Sonne ausgehenden natürlichen Ultraviolettstrahlung, ihrer Auswirkung auf die menschliche Haut als Bräunung oder Sonnenbrand und ihrer teilweisen Absorption durch geeignete Filtersubstanzen. Bereits zu Anfang des Jahrhunderts hat MANNICH<sup>1</sup> durch systematische Suche geeignete Ultraviolettabsorber für die Kosmetik entdeckt, und es heißt, daß die von ihm beschriebenen Cumarinderivate auch heute noch verwendet werden. Inzwischen ist eine große Anzahl weiterer kosmetischer Sonnenschutzfilter beschrieben worden<sup>2, 3, 4, 5</sup>, wobei in neuerer Zeit der Frage des Absorptionsmaximums wieder besondere Aufmerksamkeit zugewendet wird, da der Gesichtspunkt der Vermeidung chronischer Lichtschäden durch UV-A stark in den Vordergrund tritt<sup>6, 7, 8</sup>.

### *1. Der mittlere Schutzfaktor als Bewertungskriterium von Sonnenschutzmitteln*

Die Bewertung von Sonnenschutzmitteln erfolgte anfangs allein aufgrund der gemessenen Extinktion im Spektralphotometer, unter Berücksichtigung der auf der Haut erzielbaren Schichtdicke. Über dieses Verfahren hat bereits BÖHME<sup>9</sup> im Jahre 1937 berichtet, der seine Untersuchungen auch schon zum Qualitätsvergleich verschiedener handelsüblicher Präparate einsetzte. Wenn auch die Spektralphotometermethode nach wie vor ihre Bedeutung hat, so ist durch eingehende dermatologische Bearbeitung der Auswirkungen der Sonneneinstrahlung auf die menschliche Epidermis für die Qualitätsbeurteilung eines Sonnenschutzmittels heute ein neues Bewertungskriterium in den Vordergrund getreten.

Es handelt sich um den mittleren Schutzfaktor, der die Verlängerung der Erythemschwellenzeit (Eigenschutzzeit) durch ein Sonnenschutzmittel angibt und auf dem Rücken geeigneter Versuchspersonen direkt bestimmt wird. Diese standardisierte Strahlenquellen mit sonnenähnlichem Spektrum verwendende biologische Prüfung der Lichtschutzmittel geht auf die Arbeiten von SCHULZE<sup>10</sup> zurück; besonders eindrucksvoll beschrieben wurde sie von IPPEN und MEHRAN<sup>11</sup>.

Die mit Bestrahlungslampen erhaltenen Schutzfaktorwerte wurden im natürlichen Sonnenlicht überprüft und zeigten gute Übereinstimmung<sup>12</sup>. Der Unterschied bestand darin, daß mit künstlicher

Bestrahlung (Osram-Ultra-Vitalux-Lampe) die Erythemschwellenzeit nach etwa 4 Minuten erreicht wurde, während vor Sonne hierzu mindestens 20 Minuten erforderlich waren.

## 2. Die Interdependenz von Eigenschutzzeit, Schutzfaktor und geographischer Breite

Da die Erythemschwellenzeit vor Sonne unmittelbar von der eingestrahlten Energiemenge abhängt, müssen geographische Lage, Jahres- und Tageszeit berücksichtigt werden, wobei der ausschlaggebende Faktor für die Sonnenenergie der Einfallswinkel der Sonne ist. Solche Messungen zu definierter Jahres- und Tageszeit in verschiedenen geographischen Breiten wurden von SCHULZE<sup>10,12</sup> und BOURGEOIS und Mitarbeitern<sup>13</sup> durchgeführt.

Unter Verwendung dieser Eigenschutzzeiten haben wir ein Diagramm entworfen, in dessen linkem Teil die verschiedenen geographischen Breiten markanter Orte und senkrecht dazu der jeweilige Sonnenstand um 12 Uhr mittags am 21. Tag jedes Monats aufgezeichnet sind. Im rechten Teil des Diagramms sind die Eigenschutzzeiten, in Abhängigkeit vom Sonnenstand, aufgetragen (—). Durch Multiplikation der Erythemschwellenzeiten mit dem Schutzfaktor erhält man die Verlängerung der Erythemschwellenzeit bei Anwen-

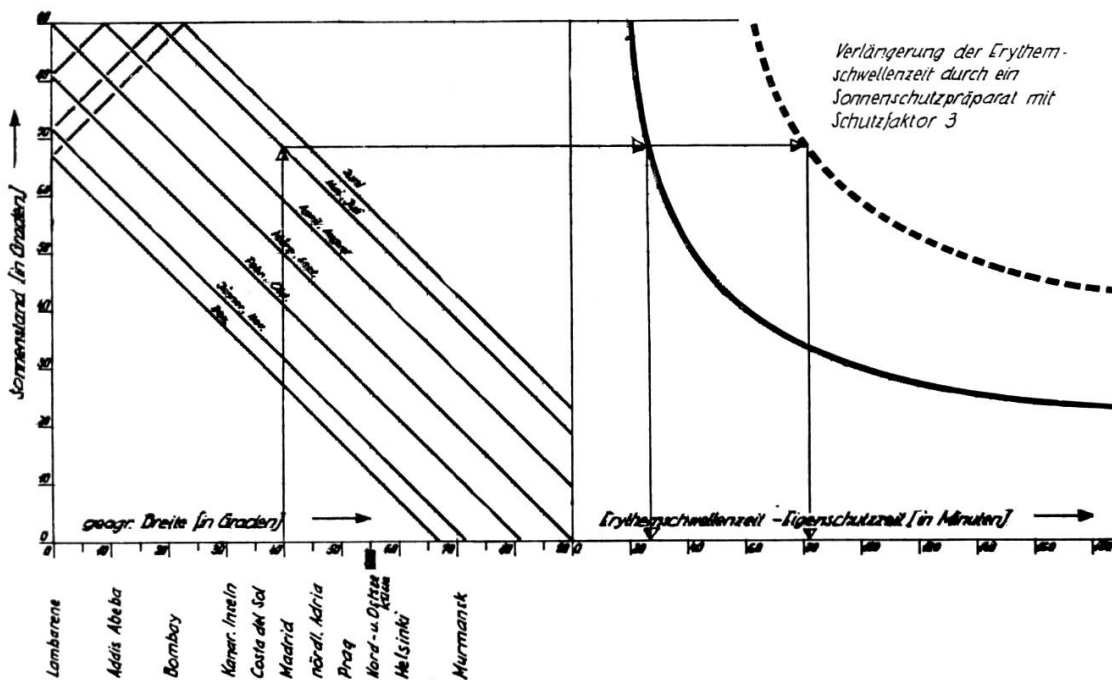


Abb. 1 Erythemschwellenzeit ohne und mit Lichtschutzmittel (Schutzfaktor 3) in Abhängigkeit vom Sonnenstand für verschiedene geographische Breiten.

derung eines Sonnenschutzmittels. Für ein Präparat vom Schutzfaktor 3 wurden diese Werte errechnet<sup>14</sup> und als zweite Kurve (---) ebenfalls im Diagramm festgehalten (Abb. 1).

Um zum Beispiel die Erythemschwellenzeit für Orte der geographischen Breite  $40^\circ$  im Juli zu ermitteln, fährt man in der linken Diagrammhälfte von  $40^\circ$  senkrecht nach oben bis zum Schnittpunkt mit der Monatslinie und erhält so den Sonnenstand am 21. Tag des Monats um 12 Uhr mittags. Nun verlängert man nach rechts bis zum Schnittpunkt mit der Erythemschwellenzeitkurve in der rechten Diagrammhälfte und findet die Erythemschwellenzeit mit 27 Minuten. Die zweite Kurve ergibt die Eigenschutzzeitverlängerung auf 81 Minuten durch ein Präparat vom Schutzfaktor 3.

In einer anderen Form des Diagramms haben wir als Koordinaten-

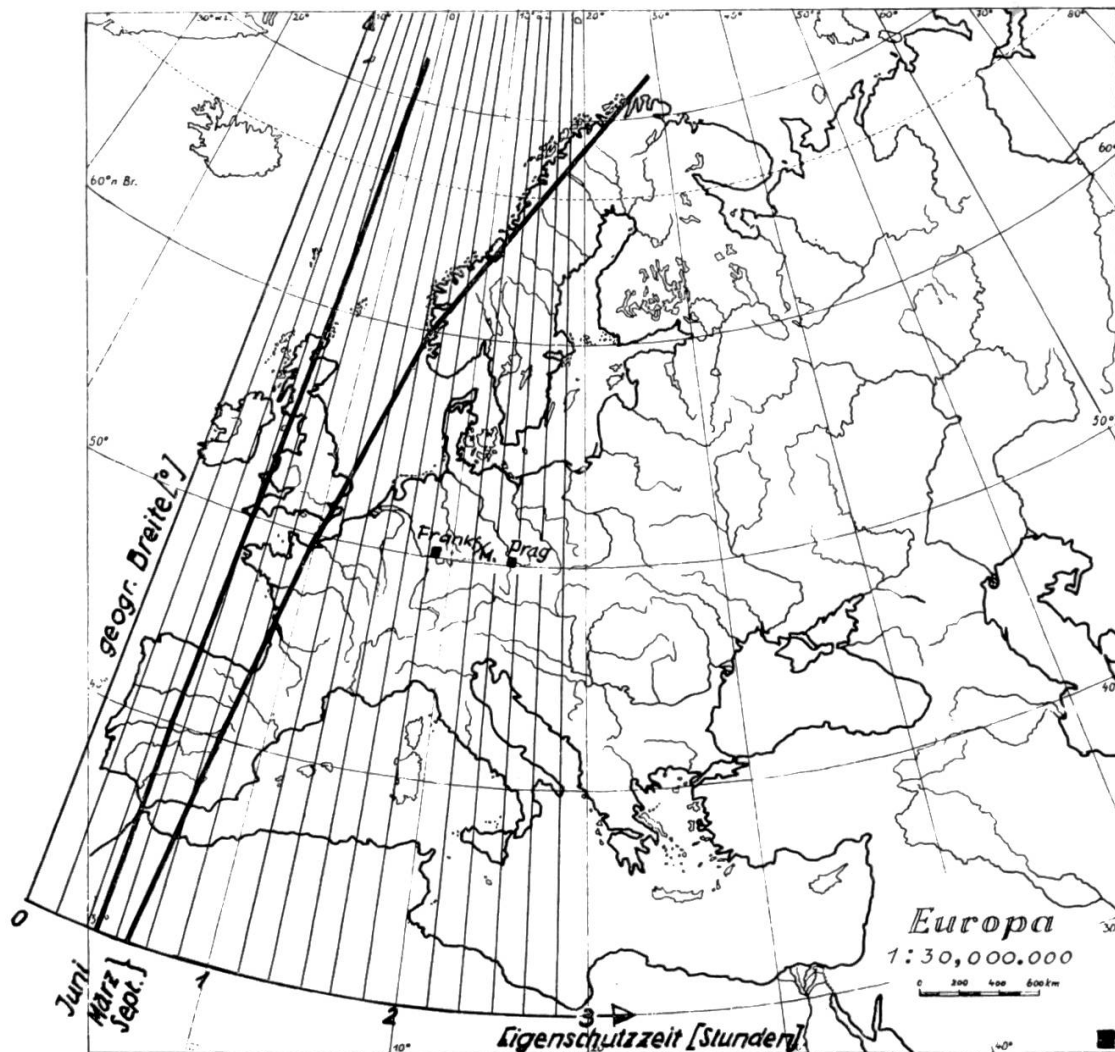


Abb. 2 Eigenschutzzeit in Abhängigkeit von der geographischen Breite.

system Eigenschutzzeit und geographische Breite gewählt und dieses auf eine Europakarte gelegt (Abb. 2). Es wurden die Erythemschwellenzeitkurven für Juni beziehungsweise März/September eingezeichnet, und es läßt sich nun sehr eindrucksvoll zeigen, daß Orte gleicher geographischer Breite die gleiche Erythemschwellenzeit haben. Das Beispiel Frankfurt am Main (50. Breitengrad) zeigt, daß die Erythemschwellenzeit am 21. September, 12 Uhr, bei klarem Himmel ebenso wie im März etwa eine Stunde beträgt, während sie im Juni zur gleichen Zeit auf etwa 30 Minuten zurückgeht. Das gleiche gilt für Prag sowie alle übrigen Orte des gleichen Breitengrades.

### *3. Die Erythemschwellenzeit beeinflussende Faktoren*

Hinsichtlich der allgemeinen Anwendbarkeit der gezeigten Diagramme sind gewisse Einschränkungen notwendig, da sie sich nur auf sonnenentwöhnte Haut von normalem Hauttypus (E + P) in 0 m Seehöhe beziehen. Trotz diesen Einschränkungen und ungeachtet der Tatsache, daß es sich um echte Messungen vor Sonne handelt, ist die Fehlergrenze noch mit  $\pm 30\%$  anzunehmen, da weitere Faktoren berücksichtigt werden müssen, wie sie zum Beispiel von PFLEIDERER<sup>15</sup> zusammengestellt worden sind. Im wesentlichen handelt es sich hierbei um den Einfluß des Sonnenstandes in Abhängigkeit von geographischer Breite, Jahres- und Tageszeit, den Einfluß der Atmosphäre in Abhängigkeit von Sonnenstand, Meereshöhe, Bewölkung, Aerosolzustand und Ozonschicht sowie schließlich um weitere Einflüsse wie Reflexionen, Horizontalgestalt und ähnliche.

Anhand von Messungen, welche von der Physikalisch-Bioklimatischen Forschungsstelle der Deutschen Fraunhofer-Gesellschaft unter Leitung von Dr. REINHOLD REITER aufgrund gemeinsam diskutierter Programme in unserem Auftrag durchgeführt worden sind, soll versucht werden, aus gemessenen Jahregängen der natürlichen Ultraviolettstrahlung das Wissen um die physikalisch-klimatologischen Faktoren und ihren Einfluß auf die Sonnenenergie zu erweitern.

### *4. Meßanordnung und Meßbedingungen*

Gemessen wurde mit der bei R. REITER<sup>16</sup> beschriebenen UV-Sonde, die auf der schon von RAJEWSKY<sup>17</sup> festgestellten UV-Empfindlichkeit von vorsensibilisierten Geigerzählern beruht. In Kombination mit Larchékugel und Interferenzfilter wird der UV-Bereich

von etwa 270 bis 340 nm mit einem Empfindlichkeitsmaximum bei 313 nm erfaßt. Der Anteil von 280 bis 320 nm an den gemessenen Werten beträgt etwa 90%\*. Die Eichung der UV-Sonde erfolgt in Absolutwerten, so daß die Ergebnisse auch in gängigen Energieeinheiten ( $\text{mcal/cm}^2$ ) vorliegen. Die Werte haben also besondere Bedeutung, da sie in die verschiedenen Energiemaße umgerechnet werden können und sehr nahe der maximalen Erythemwirksamkeit von 307 nm<sup>18</sup> liegen.

Die Messungen erfolgten an drei Stellen praktisch senkrecht übereinander, und zwar an folgenden Orten:

Garmisch Ort 730 m NN 47°30' nördl.Br./11° 6' östl.L.

Wankgipfel 1780 m NN 47°30' nördl.Br./11° 9' östl.L.

Zugspitzgipfel 2964 m NN 47°25' nördl.Br./10°59' östl.L.

Während eines Zeitraumes von etwa drei Jahren wurden Tagessummenwerte der UV-Globalstrahlung sowie der Gesamtstrahlung zwischen 300 und 3000 nm (Sternpyranometer) gemessen, und gleichzeitig wurde die tägliche Wetterbeobachtung registriert. Sie sind nach unserem Dafürhalten mit hinreichender Genauigkeit auf das gesamte Alpengebiet zwischen 44° und 48° nördl.Br. übertragbar.

Im Rahmen der Tagessummenwerte sind natürlich auch Sonnenhöhen miterfaßt, deren Dosisleistung zur Erzeugung eines Erythems nicht mehr ausreicht (30° Sonnenhöhe, 100 Minuten Expositionszeit<sup>12</sup>). Die Einbeziehung dieser schwächeren Strahlung in die Messung stellt jedoch einen Vorteil dar, wenn man die hierdurch bewirkte Verlängerung der Erythemschwellenzeit durch den Gewöhnungsfaktor berücksichtigt. Im Rahmen der Heliotherapie sind wetterbedingte Karenzzeiten, also der Einfluß von UV-Dosen geringerer Stärken, auch durchaus als wünschenswert anzusehen<sup>15</sup>. Für die Verwendung dieser Werte spricht schließlich auch die hohe Bedeutung der UV-Strahlung im Winter im Gebirge, wo zu Winterbeginn in unseren Breiten der Sonnenstand maximal etwa 20° beträgt.

### *5. Meßergebnisse – UV-Jahresgänge*

Die von den verschiedenen Stationen registrierten Ergebnisse haben wir in übersichtliche Kurvenform gebracht, und Abb.3 mit den Ultraviolettmonatsdurchschnittswerten in  $\text{mcal/cm}^2$  und Monaten als Koordinaten zeigt Jahresgänge der UV-Strahlung.

\* Eingezeichnete Absolutwerte in den Kurven bereits entsprechend reduziert.

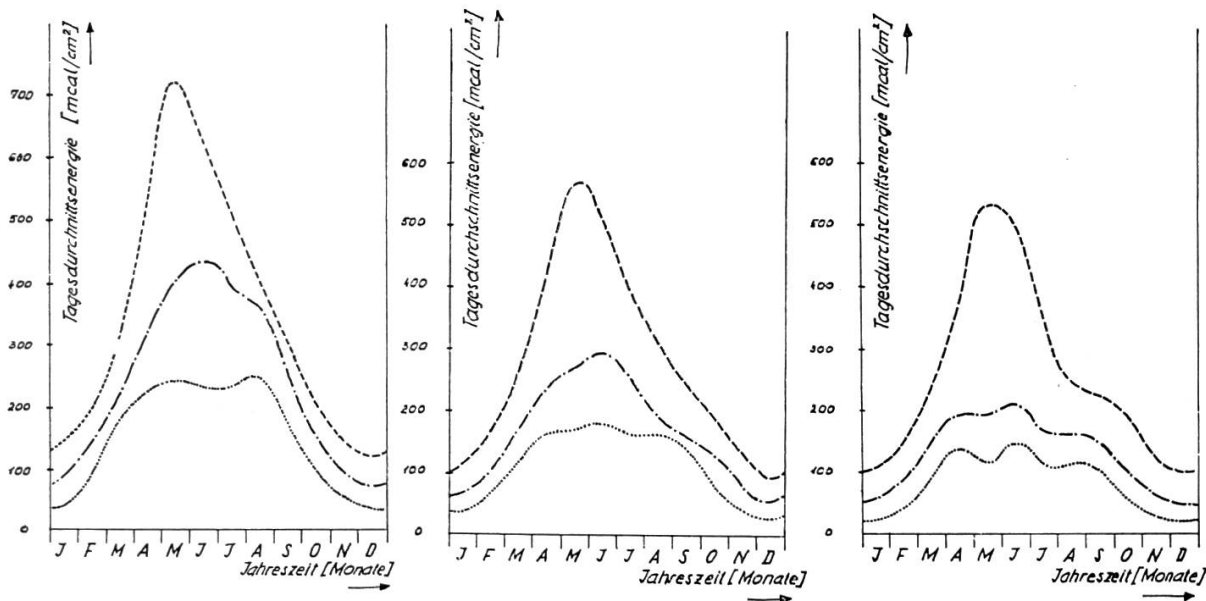


Abb. 3 Jahrgang der UV-Strahlung für Zugspitze (---), Wank (·-·-·) und Garmisch (·····): 3.1 Schönwettertage, 3.2 alle gemessenen Tage, 3.3 Schlechtwettertage.

Kurve 3.1 gibt den sehr regelmäßigen Jahresenergieverlauf für Schönwettertage wieder, wobei unter Schönwetter alle Tage mit nicht mehr als  $\frac{3}{10}$  Bewölkung und ohne Niederschläge zu verstehen sind. Abweichungen von der Idealkurve lassen sich besonders für Garmisch erkennen und sind durch die «Schönwetter»-Definition sowie die jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Aerosolzustandes<sup>19</sup> erklärbar. Das auffallende Zugspitzenergiemaximum im Mai führen wir auf Einflüsse extremer Luftreinheit und extremer UV-Strahlung<sup>15</sup> sowie auch auf statistische Mängel zurück.

Der Gesamtjahresdurchschnitt aller Tage ist in Kurve 3.2 aufgezeichnet. Der regelmäßige Jahrgang ist weitgehend erhalten geblieben; durch den Einfluß der Schlechtwettertage sind die Energiemaxima nennenswert heruntergedrückt. Bei den reinen Schlechtwettertagen, wie sie in Kurve 3.3 dargestellt sind, fallen das Aneinanderrücken und der Parallelverlauf der Energiewerte für Wank und Garmisch besonders auf. Dies bedeutet nämlich, daß bei Schlechtwetter der Einfluß der Höhenabhängigkeit unter Wolkendecken nur noch gering ist. Unter Schlechtwetter ist eine Dicke der Bewölkungsschicht von mindestens 1500 m zu verstehen, so daß Wank- und Zugspitzgipfel in der Wolkendecke und Garmisch unter geschlossener Wolkendecke lagen.



## 6. Höhenabhängigkeit bei Schönwetter

Für die Monate Dezember, Juni und März/September wird die Höhenabhängigkeit der UV-Tageswerte an Schönwettertagen (wie eben definiert) in Abb. 4 dargestellt.

Setzt man die Meßwerte von Garmisch zu 100 %, so ergibt sich eine Zunahme der Energie pro etwa 1000 m Höhendifferenz von 75 bis 100 %. Die größere Höhenabhängigkeit der UV-Strahlung bei niedrigen Sonnenstandswinkeln zeigt sich ebenfalls in der Kurve, da im Dezember die relative Energiezunahme am größten ist. Dieses Ergebnis scheint durch die relativ geringe Steilheit der Junikurve in Frage gestellt zu sein, doch ist aufgrund statistischer Mängel diese Kurve eher als unrichtig anzusehen, während die März/September-Kurve den wirklichen Verhältnissen gerechter wird.

Extrapolation der Monatswerte auf NN erscheint für die Praxis zulässig. Sicherlich jedoch lassen sich die Werte auf größere Höhen erweitern, da nach Abb. 3.1 in 3000 m Höhe der Jahresgang schon sehr gleichmäßig ist und sehr gut dem Kosinusetz folgt.

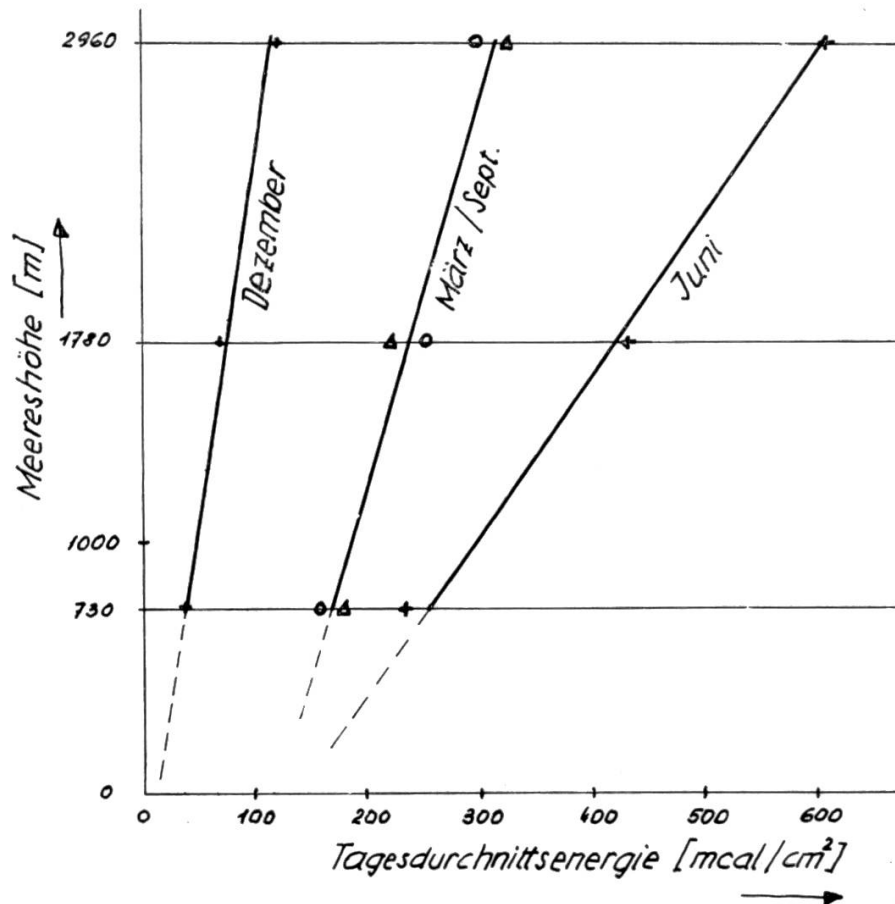


Abb. 4 Höhenabhängigkeit der UV-Strahlung bei Schönwetter für die Monate Dezember, März/September und Juni.

Eine Energiezunahme von 75 bis 100 % pro 1000 m Höhendifferenz erscheint überraschend, vor allem, da die von BÜTTNER bei 60° Sonnenstand gefundenen Ergebnisse lediglich eine Zunahme von 15 bis 20 % ergaben. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß unsere Ergebnisse (Tagesdosen) auch die Werte mit niedrigerem Sonnenstand und entsprechend größerer Höhenabhängigkeit als reine Mittagswerte enthalten<sup>20,15</sup>. Aufgrund unserer Ableitung aus dem Jahresgang der Tagessummen macht sich auch die jahreszeitlich schwankende Sonnentagslänge geltend. Die in der Literatur angegebene Höhenabhängigkeit bei 40° und 60° Sonnenstand wird zurzeit von uns in einer entsprechenden Meßreihe nachgearbeitet.

### 7. Höhenabhängigkeit im Jahresgang und bei Schlechtwetter

Zur Veranschaulichung des Einflusses von Jahresgang und Wetter auf die Höhenabhängigkeit der UV-Strahlung wurden in den zu Abb. 5 gehörenden Kurven die Energiewerte der Zugspitze zu 100 % gesetzt und die Werte von Wankgipfel und Garmisch gegenüber Zugspitze in Prozent eingezeichnet. Bei Betrachtung der Höhenabhängigkeit bei Schönwetter (Kurve 5.1) läßt sich nach Eliminierung der verfälschenden Mai/Juni-Werte besonders in der strichliniierten Trendkurve ein deutlicher Jahresgang erkennen.

Im Sommer erhält nämlich der Wankgipfel etwa 80 % Strahlung, die auf der Zugspitze herrscht, und zeigt damit ein Minimum der

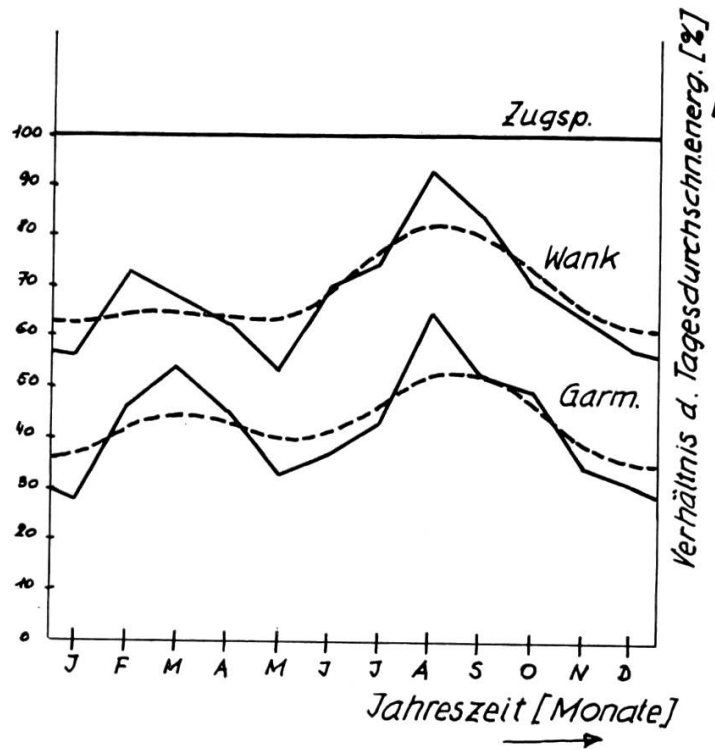


Abb. 5.1 Höhenabhängigkeit der UV-Strahlung im Jahresgang bei Schönwetter. Durchschnittswerte für Wank und Garmisch in Prozent bezogen auf Zugspitze gleich 100% (--- Trendkurve).

Höhenabhängigkeit; im Winter, bei niedrigem Sonnenstand, erhält Garmisch auch bei Schönwetter nur 35 % der Strahlung, die auf der Zugspitze gemessen wird. Im Winter zeigt sich also mit zunehmender Höhe eine kräftige Zunahme der Strahlung.

Die entsprechenden Verhältnisse bei verschiedenen Schlechtwetterbedingungen sind in Abb. 5.2 dargestellt, wobei das untere Kurvenpaar die Verhältnisse in Garmisch, das obere die Verhältnisse am Wankgipfel erfaßt. Dem durchgehenden Kurvenzug entspricht das Wetterbild: Zugspitze in Wolken, Wank und Garmisch unter der Wolkendecke, dem punktierten Kurvenzug entspricht: Zugspitze und Wank in den Wolken, Garmisch unter der Wolkendecke. Der wesentliche Unterschied innerhalb eines Kurvenpaares besteht also in einer Wolkenschicht von etwa 1200 m Dicke.

Die Höhenabhängigkeit der Strahlung bei Schlechtwetter ist eindeutig größer als bei Schönwetterlage, die zusätzliche Wolkenschicht von 1200 m Dicke ändert den Energieverlust nur noch gering, wie aus den im allgemeinen sehr nahe beieinander liegenden Kurvenpaaren zu entnehmen ist. Für die Praxis erscheint jedoch die Berücksichtigung der Absolutwerte ungleich wichtiger, da zum Beispiel im Sommer selbst unter dichter Bewölkung die Energieeinstrahlung auf der Zugspitze immer noch drei- bis viermal größer ist als in gleicher Höhe im Winter bei völlig klarem Wetter.

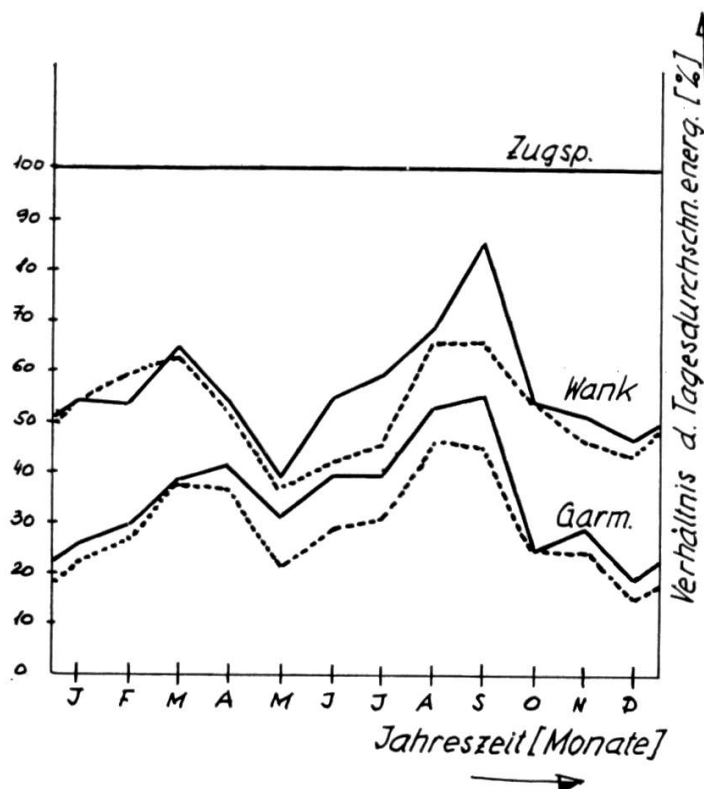


Abb. 5.2 Höhenabhängigkeit der UV-Strahlung bei verschiedenen Schlechtwetterbedingungen. Durchschnittswerte für Wank und Garmisch in Prozenten, bezogen auf Zugspitze gleich 100%: (—) Zugspitze in Wolken, Wank und Garmisch unter Wolken, (-----) Zugspitze und Wank in Wolken, Garmisch unter Wolken.

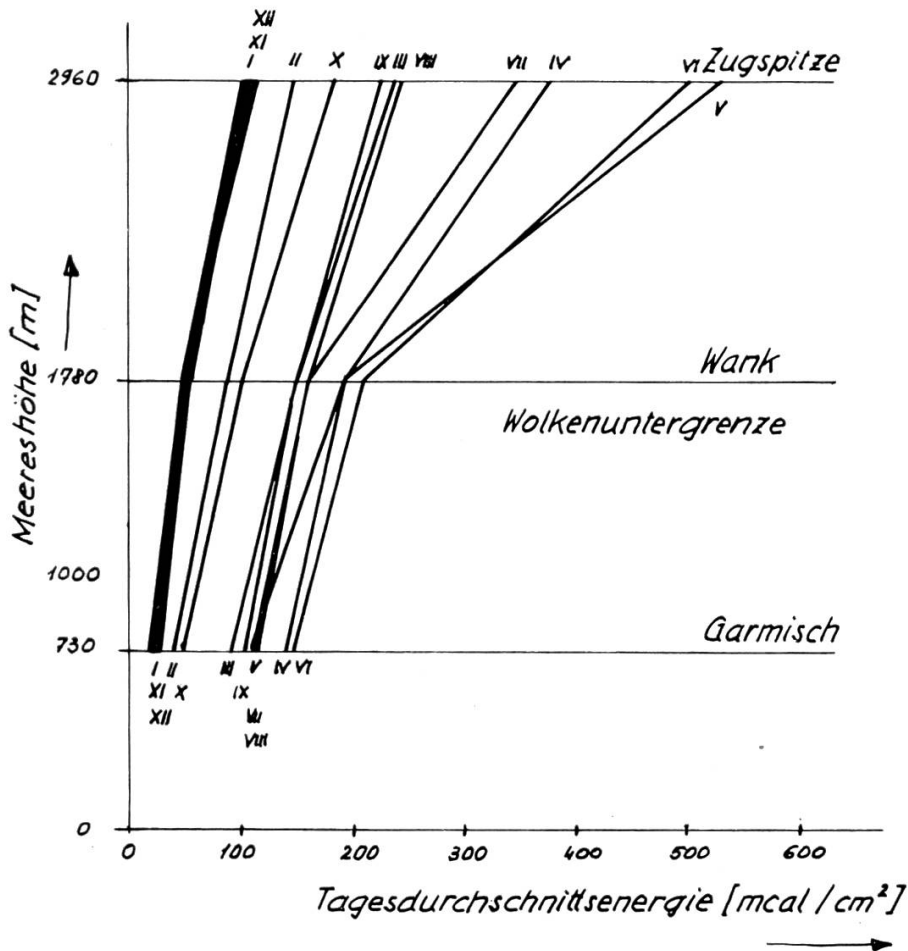


Abb. 5.3 Höhenabhängigkeit der UV-Strahlung unterhalb und innerhalb einer geschlossenen Wolkendecke für verschiedene Monate. Zugspitze und Wankgipfel in der Wolke, Garmisch unter der Wolkendecke.

Abb. 5.3 gibt die Strahlenverhältnisse unterhalb und innerhalb einer Wolkenschicht in verschiedenen Monaten wieder. Der charakteristische Knick beim Eintritt in die Wolkenschicht zeigt die zunehmende Höhenabhängigkeit, während unterhalb der Wolkendecke Streulichungsverhältnisse mit geringerer Höhenabhängigkeit vorherrschen. Die angegebenen Absolutwerte zeigen die kräftigen UV-Dosen, mit denen in größeren Höhen auch in einer geschlossenen Wolkendecke gerechnet werden muß.

### 8. Einflüsse der Bewölkung

Faßt man das bisher Gesagte zusammen, so konnte in bezug auf die Stärke der Ultraviolettstrahlung das folgende gezeigt werden:

- erhebliche Unterschiede der Absolutwerte in verschiedenen Höhen bei Schönwetter;
- Zunahme der Höhenabhängigkeit bei Schlechtwetter;

- merkliche Verringerung der Einstrahlung bei vollständig bedecktem Himmel;
- in größeren Höhen auch bei Schlechtwetter noch beträchtliche Stärke der UV-Strahlung.

Hierin ist eine gewisse Gefahr zu sehen, da Sonnenwärme und Sonnenlicht wesentlich stärker zurückgehen, der Laie eine entsprechende Reduktion der UV-Strahlung vermutet und glaubt, auf den Sonnenschutz verzichten zu können.

Um den Einfluß der Bewölkung (Schlechtwetter) auf die UV-Strahlung in verschiedenen Höhenlagen festzustellen, setzt man die jeweiligen Schönwetterwerte gleich hundert und erhält so in Abhängigkeit vom Jahresgang die an den drei erfaßten Seehöhen verbleibende Rest-UV-Strahlung in Prozenten. Abb.6 zeigt diese Schwächung der UV-Strahlung durch schlechtes Wetter.

Die Kurvenzüge 1 bis 3 entsprechen einer Wetterlage mit Zugspitze (—) in der Wolke, Wank (— · — · — ·) und Garmisch (----) unter der Wolkendecke. Es ist ein gewisser Jahresgang erkennbar, das heißt, die Reduktion der UV-Strahlung ist im Sommer etwas größer als im Winter, vermutlich, da im Sommer die Wolkengrenze höher liegt als im Winter. Generell ist die Schwächung in

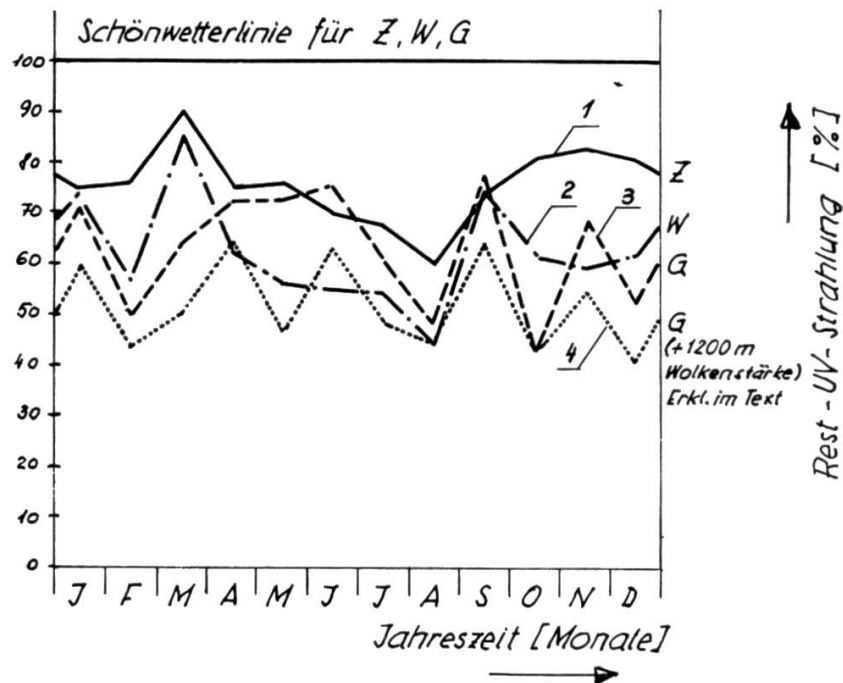


Abb. 6 Rest-UV-Strahlung in Prozenten bei völlig bedecktem Himmel. Schönwetterwerte für die einzelnen Meßstellen gleich 100%. 1. Z = Zugspitze (—), 2. W = Wank (— · — · — ·), 3. G = Garmisch (----), 4. Garmisch unter 1200 m stärkerer Wolkendecke (····).

werden teilweise erstmalig in Absolut- und Relativwerten bekanntgemacht. Die Analyse der Ergebnisse in Verbindung mit der gleichlaufenden Wetterbeobachtung bringt umfangreiches Material über allen Höhen überraschend gering und beträgt im Mittel 30 bis 50 %. Nach unseren Messungen kommen also bei schlechtem Wetter noch 50 bis 70 % (!) der UV-Strahlung zur Wirkung, während BÜTTNER (zitiert bei SCHULZE<sup>10</sup>) bei voll bedecktem Himmel 40 % angibt.

Kurvenzug 4 der Abb. 6 zeigt zum Vergleich Garmisch unter einer 1200 m dickeren Wolkenschicht (auch Wank in der Wolke). Erwartungsgemäß ist der Rückgang der UV-Strahlung stärker, 50 % der Schönwetterwerte können aber immer noch gefunden werden, ein Jahresgang fehlt.

#### *Ausblick*

Die einem Teil dieser Arbeit (Absatz 4 und folgende) zugrunde liegenden Meßwerte wurden aufgrund eines Forschungsauftrages von der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. zur Verfügung gestellt. Dem Leiter der Physikalisch-Bioklimatischen Forschungsstelle Garmisch-Partenkirchen, Herrn Dr. rer. nat. REINHOLD REITER, und seinen Mitarbeitern möchten wir an dieser Stelle für die Durchführung der Messungen und die tatkräftige Unterstützung unserer Arbeit herzlich danken. Die Untersuchungen werden fortgesetzt, wobei in Zukunft im Gegensatz zur bisherigen Erfassung von Tagessummenwerten die bestimmten Sonnenständen entsprechenden Energiewerte definierter Tageszeiten gemessen werden. Zu gegebener Zeit wird hierüber wieder berichtet werden.

#### *Zusammenfassung*

Verschiedene Autoren haben Erythemschwellenzeiten vor Sonne in Abhängigkeit vom geographischen Ort gemessen. Aus diesen Ergebnissen lassen sich unter Berücksichtigung des Sonnenstandwinkels Erythemschwellendiagramme für die gesamte nördliche Halbkugel aufstellen. Die Projektion eines solchen Diagramms auf eine Europakarte zeigt die Eigenschutzzeit für verschiedene geographische Breiten in Abhängigkeit vom Monat. Der mittlere Sonnenschutzfaktor nach SCHULZE, der zur Bewertung von Sonnenschutzmitteln als wichtigstes Kriterium angesehen wird, wird mit den vorgelegten Diagrammen gekoppelt.

In verschiedenen Höhen (Garmisch-Partenkirchen, Wankgipfel,

Zugspitze) gemessene Jahregänge der natürlichen UV-Strahlung die verschiedensten Faktoren, die die Intensität des Sonnenultraviolets beeinflussen. Der quantitative Einfluß folgender Faktoren wird dargelegt:

Sonnenstandswinkel (Jahreszeit),  
topographische Höhe (3000 m, 1800 m, 750 m über NN),  
Bewölkungsart (Schichtbewölkung, Nebel),  
Bewölkungsdichte.

Der verhältnismäßig geringe Rückgang der Ultraviolettstrahlung bei Schlechtwetter wird aufgezeigt und daraus die Notwendigkeit der Anwendung von Lichtschutzmitteln im Gebirge in Wolken und Nebelzonen abgeleitet, auch wenn subjektive Empfindungen wie Kältegefühl und augenscheinlich bedeckter Himmel dies als überflüssig erscheinen lassen.

## LITERATUR

- 1 MANNICH, C.: Ber. Dtsch. Pharmaz. Ges. **19**, 388 (1909).
- 2 MERKEL, E.: Medizin u. Chemie IV, 528 (1942).
- 3 KNOX, J. M., GUIN, J., COCKERELL, E. G.: J. Investigat. Dermatol. **29**, 435 (1957).
- 4 GIESEN, M.: Fette, Seifen, Anstrichm. **61**, 1245 (1959).
- 5 IPPEN, H.: Arzneimittelforsch. **10**, 601 (1960).
- 6 SALFELD, K.: J. Soc. Cosm. Chem. **16**, 269 (1965).
- 7 TRONNIER, H.: J. Soc. Cosm. Chem. **16**, 275 (1965).
- 8 IPPEN, H.: Dt. Ges. f. Lichtforschung, Vortrag Herbsttagung Berlin (1966).
- 9 BÖHME, H., REICHERT, B.: Arch. Pharmaz. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. **275**, 437 (1937).
- 10 SCHULZE, R.: Parf. u. Kosm. **37**, 309 (1956).
- 11 IPPEN, H., MEHRAN, H.: Mediz. Kosmet. **6**, 102 (1957).
- 12 SCHULZE, R.: Parf. u. Kosm. **37**, 365 (1956).
- 13 BOURGEOIS, P., BROSSARD, G., VOISIN, P.: Der österr. Landarzt **6** (1959).
- 14 CLAESSON, JUHLIN, WETTERMARK: Acta dermatol. venerol. Stockholm **38**, 123 (1958).
- 15 PFLEIDERER, H.: Strahlentherapie **83**, 118 (1950).
- 16 REITER, R.: Wissenschaftl. Mittlg. 9 Meteorol. Inst. Univ. München, S. 35 (1964).
- 17 RAJEWSKY, B.: Z. f. Physik **63**, 576 (1930).
- 18 SCHULZE, R.: J. Soc. Cosm. Chem. **14**, 544 (1963).
- 19 REITER, R.: Zum Klima von Garmisch-Partenkirchen, Wissenschaftl. Mittlg. 1 Fraunhofer-Gesellsch., S. 27 (1965).
- 20 DORNO, C.: Grundzüge des Klimas von Muottas-Muraigl, Braunschweig (1927).  
Reprinted from the J. Soc. Cosmetic Chemist **19**, 785-798 (1968)

Adresse des Verfassers:

Dipl. Chemiker Dr. phil. Goswin van Ham,  
c/o Firma GREITER SPECIAL COSMETIC AG  
9450 Altstätten