

K. Hoffmann¹ · A. Hoffmann¹ · D. Hanke¹ · B. Böhringer² · G. Schindling² · U. Schön²
M.L. Klotz³ · P. Altmeyer¹

¹ Dermatologische Klinik der Ruhr-Universität, Bochum

² Textiltechnisches Institut, Akzo Nobel Faser AG, Wuppertal

³ FH Niederrhein, Mönchengladbach

Sonnenschutz durch optimierte Stoffe

Zusammenfassung

Seit Jahren wird ein weltweiter Anstieg der Hautkrebsinzidenz beobachtet. Eine hohe kumulative UV-Strahlenexposition gilt als ein Hauptfaktor für die Entstehung von Neoplasien der Haut. Geeignete Schutzmaßnahmen gewinnen daher zunehmend an Bedeutung. Textilien bieten eine einfachen und effektiven, medizinisch unbedenklichen Schutz vor der UV-Strahlung, doch wird der UV-Schutzfaktor (USF) von Sommertextilien, z.Z. in Europa – im Gegensatz zu Australien – nicht angegeben. Weitgehend unbekannt ist in diesem Zusammenhang, daß bei weitem nicht alle Textilien einen ausreichenden Schutz bieten. Ziel ist, die Faktoren, welche die UV-Durchlässigkeit von Stoffen bestimmen, zu untersuchen und ausgehend von diesen Ergebnissen Materialien mit verbessertem Schutz zu konstruieren. Die UV-Durchlässigkeit wurde an Geweben aus Baumwolle, Seide, Polyester und Viskose mit einer spektralphotometrischen Methode bestimmt. Die UV-Schutzfaktoren der Stoffe wurden aus den Transmissionsdaten berechnet. Anhand der Ergebnisse konnte gezeigt werden, daß UV-Schutzfaktor von der Faserart, der Garn- und Flächenkonstruktion, dem Quadratmetergewicht, dem Feuchtegehalt, der Färbung, der Ausrüstung und der Abnutzung durch den Gebrauch der Stoffe abhängt. Zur Optimierung des UV-Schutzes durch Stoffe wurde erstmals ein Viskosegarn mit einer extrem geringen UV-Durchlässigkeit eingesetzt. Dieses Garn ermöglicht es, leichte Sommerstoffe mit optimiertem UV-Schutz zu konstruieren. Zukünftig wird es damit möglich sein, Kleidung mit einem hohen UV-Schutzfaktor anzubieten. Diese Kleidung wird nicht teurer sein als normale Produkte, so daß eine hohe Effektivität für

unsere Präventionsbemühungen erwartet werden kann.

Schlüsselwörter

UV-Schutzfaktor · Kleidung · Sonnenschutz · Prävention

Die hohe kumulative Exposition mit ultravioletter Strahlung ist ein Risikofaktor für die Entstehung von malignen Neoplasien der Haut sowie für die Hautalterung. In den letzten Jahren ist die Inzidenz der UV-induzierten, malignen Hauttumore stark angestiegen [7, 8, 28]. Jedes Jahr erkranken in Deutschland ca. 100000 Menschen an den verschiedenen Formen des Hautkrebses, wobei sich die Anzahl der Neuerkrankungen in den letzten 15 Jahren verdoppelt hat [22]. In den nächsten Jahren wird mit einem weiteren jährlichen Anstieg der Inzidenz von 7–10% gerechnet.

Trotz Aufklärung und Warnung ist es bisher nicht gelungen, eine entscheidende Veränderung des Freizeitverhaltens der Bevölkerung herbeizuführen, um die individuelle kumulative UV-Strahlendosis zu reduzieren. Die epidemiologisch effektivsten Methoden des UV-Schutzes sind das Meiden der Sonne, Sonnenschutzcremes sowie die Nutzung von physikalischen Mitteln, insbesondere des textilen Sonnenschutzes. Neuere Publikationen zeigen, daß leichte Sommerstoffe durchlässig für UV-Strahlen sein können und deshalb ei-

nen unzureichenden UV-Schutz bieten [2, 17, 22, 32, 34]. Ziel unserer Arbeitsgruppe ist es daher, Sommerstoffe mit definiertem und optimiertem UV-Schutz zu erkennen. Entsprechende Vorgaben wurden kürzlich erarbeitet und publiziert [15].

UV-Durchlässigkeit von Stoffen

Die UV-Durchlässigkeit eines Stoffes wird insbesondere durch die Transmission durch die Garn-Garn-Zwischenräume (sog. „Löchrigkeit“) aber auch durch die Transmission der UV-Strahlung durch die Faser bestimmt, ist also von der Gewebekonstruktion und der Faserart abhängig. Prinzipiell bestehen 2 Möglichkeiten, die UV-Durchlässigkeit von Stoffen zu reduzieren. Die Konstruktion kann verbessert werden, indem bei gegebener Garnstärke (Fadendicke) das optimale Verhältnis von Fäden in Kette und Schuß ermittelt wird. Ziel dieser Optimierung muß es sein, den Bedeckungsgrad der Haut mit Stoff zu erhöhen, also eine möglichst große Faden-Faserdichte zu erreichen. Vereinfacht gesagt: Stoffe, die durch sichtbares Licht durchdrungen werden, schützen auch nicht vor UV-Strahlung [33]. Gleichzeitig muß ein hoher Tragekomfort der Kleidung gewährleistet werden.

Der zweite generelle Ansatz ist, daß die Absorptions- und Reflexionseigenschaften der einzelnen Faser, aus der das Gewebe besteht, verbessert werden können, um die UV-Durchlässigkeit

Dr. K. Hoffmann

Dermatologische Klinik der Ruhr Universität
Bochum, Gudrunstraße 56, D-44791 Bochum

K. Hoffmann · A. Hoffmann · D. Hanke
B. Böhringer · G. Schindling · U. Schön
M.L. Klotz · P. Altmeyer

Sun protected from optimally designed fabrics

Summary

A rising incidence worldwide of skin cancer has been observed for years. A high cumulative exposure to UV radiation is a major factor in the development of such neoplasms. Suitable protective measures are therefore becoming increasingly important. Textiles provide simple, effective and medically safe protection against UV radiation. At present, however, in Europe – in contrast to Australia – the UV protection factor (UPF) for summer textiles is not stated. It is a largely unknown fact that by far not all textiles offer sufficient protection. Our goal was to study the factors which determine the UV transmission of fabrics and, based on these findings, to design materials which provide enhanced protection. A spectrophotometric method was used to determine the UV transmission by fabrics made of cotton, silk, polyester and viscose. The UV protection factors of the fabrics were computed on the basis of the transmission data. The UV protection factor is dependent on the type of fibre, yarn and surface design, weight per square metre, moisture content, colour, finishing method and degree of wear. To optimize the UV protection via textiles, a viscose yarn with a low UV transmission was used. This yarn makes it possible to design light-weight summer fabrics with optimized UV protection. This development will make it possible to offer clothing with high UV protection on the European market. This clothing will not be more expensive than normal products, so that effective prevention should be more available.

Key words

Fabrics · Clothes · Sun protection · Prevention · Skin cancer

$$USF = \frac{\sum_{280}^{390} E_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot \Delta_{\lambda}}{\sum_{280}^{390} E_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot T_{\lambda} \cdot \Delta_{\lambda}}$$

- E_{λ} = Erythemwirkungsspektrum gemäß CIE
 S_{λ} = spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung (Melbourne)
 T_{λ} = Transmission der Probe
 Δ_{λ} = Bandenbreite in nm
 λ = Wellenlänge in nm

Abb. 1 ▲ Berechnung des UV-Schutzfaktors. Die hier verwendete Formel entspricht den Vorgaben des Australischen Standards

(Transmission) eines Stoffes zu vermindern.

Zwei Wege stehen zur Verfügung: UV-Absorber und Farbstoffe. UV-Absorber sind Substanzen, die selektiv UV-Strahlung absorbieren und in Wärme umwandeln [14, 27, 29, 38]. Sie sollten kovalent an die Faser gebunden werden, damit eine permanente, nicht auswaschbare Verbesserung des UV-Schutzes erreicht wird. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von Farbstoffen, deren Absorptionsspektrum im UV-Bereich liegt. Diese sollten, wie die o.g. UV-Absorber, eine möglichst feste Bindung mit der Faser eingehen können. Die UV-Durchlässigkeit von synthetischen Fasern (nur bei diesen!) kann durch die Einlagerung von Pigmenten (z.B. TiO₂) verringert werden. Inkorporierte Pigmente bewirken eine permanente Verbesserung des UV-Schutzes, da die Pigmente von der

Faser umhüllt sind und nicht ausgewaschen werden können. Dieser Idee gilt unser besonderes Interesse, da hier der sichere UV-Schutz nicht durch potentiell allergologisch relevante Substanzen erreicht wird.

Ein großer Vorteil der Einlagerung von Pigmenten bzw. der Verwendung von UV-Absorbern ist die Freiheit der Farbgebung. Es lassen sich alle gewünschten Dessins auf der Oberfläche der Faser gestalten.

Material und Methoden

Die direkte und diffuse Transmission der Stoffproben wurde im Wellenlängenbereich von 280–390 nm mit einem UV-Vis Spektralphotometer Cary 3 Bio (Varian GmbH, Darmstadt, Deutschland) (Gerät 1) und einem Spektralphotometer Lambda 14 (Perkin Elmer, Überlingen, Deutschland) (Gerät 2), die

Tabelle 1

Klassifizierungsschema für Sommerbekleidung. Dieses Schema ist von einer Europäischen Arbeitsgruppe im Oktober 1996 als Entwurf erarbeitet worden. Unter 30 kann potentiell ein Schutz mit Sunblockern (Cremes) erreicht werden, ein Schutz von Kleidung über 40 wird als ausreichend angesehen. Darüberhinaus ist in diesen Bereichen die Messung mit einer hohen Standardabweichung behaftet

USF-Bereich	Transmission [%]	Klassifizierung	Auszeichnung	Schutzkategorie
20–29	5,0–3,4	Guter Schutz	20	Keine Auszeichnung
30–40	3,3–2,5	Sehr guter Schutz	30	II
>40	<2,5	Hervorragender Schutz	40+	I

Tabelle 2

Spezifikationen der Viskosestoffe, die für die Versuche zum Einfluß der Mattierung auf den UV-Schutz verwendet wurden und Daten der verwendeten Gewebe, die zur Prüfung des Einflusses der Umgebungsfaktoren verwendet wurden

Stoff-Nr.	Schuß	Schußfäden/cm	Gewicht in g/m ²	USF
1	Viskose Nm50 glänzend	22	105	9
2	Viskose Nm 50 mattiert	22	107	13
3	Viskose 110f40 mattiert	39	92	19
4	Viskose 110f40 glänzend	39	94	7
	Faserart	Schußfäden/cm	Gewicht in g/m ²	Kettfäden/cm
5	opt. Viskose	28	127	50,6
6	Polyester	36	81	69
7	Seide	38	69	58
8	Baumwolle	26	100	34,7

mit einer Integrationskugel Ulbrichtkugel Cary 1/3 DRA bzw. Labsphere RSA-PE-20 ausgerüstet sind, bestimmt. Um Fluoreszenzeffekte, die durch Farbstoffe und optische Aufheller entstehen können und die Meßwerte in Vorversuchen beeinflussten zu unterdrücken, wurde ein Filter UG 11 (Schott, Mainz, Deutschland) vor der Öffnung der Integrationskugel angebracht.

Zur Standardisierung der Meßmethode und Kalibrierung von 2 unterschiedlichen Meßgeräten wurde die Transmission von 10 Metallgazen mit den beiden Spektralphenometern gemessen und der UV-Schutzfaktor berechnet. Die Metallschablonen sind gute Modelle für Gewebe, dabei aber unter üblichen Bedingungen nicht veränderbar.

Für die Messungen wurden 22 mm×34 mm große Stoffproben aus den zu untersuchenden Textilien ausgeschnitten, im Normklima für 24 h klimatisiert [5] und so dicht wie möglich vor die Öffnung der verwendeten Ulbrichtkugel gebracht, um die gesamte Strahlung, die der Stoff durchläßt und diffus streut, zu detektieren. Anschließend wurde der UV-Schutzfaktor berechnet [1, 15, 35] (Abb. 1).

Die Auswertung erfolgte mit dem Softwarepaket UPF Easy menu Version 0.8 der Firma Varian bzw. mit dem Programm „UPF“. Zur Berechnung des UV-Schutzfaktors wurde die gemessene Transmission mit der Stärke der Mittagssonne (CIE/DIN) und mit der Erythemwirksamkeitskurve (CIE/DIN [4]) der menschlichen Haut gewichtet (For-

mel 1) [10]. Der UV-Schutzfaktor gibt entsprechend den „klassischen“ Schutzfaktoren in Cremes an, um welchen Faktor die Aufenthaltsdauer in der Sonne verlängert werden kann, ohne daß es zu einem Erythem der Haut kommt.

Die Anzahl der zu untersuchenden Proben hing vom Dessin des Stoffes ab. Bei unifarbenen Dessins wurden jeweils 3 Stoffproben ausgeschnitten und in einen Diarahmen eingelegt. Die Transmission jeder einzelnen Probe wurde viermal gemessen. Nach jedem Scan wurde die Probe um 90° gedreht. Der UV-Schutzfaktor jeder Einzelmessung wurde berechnet und der Mittelwert jeder Teilprobe ermittelt. Bei großflächigen Mustern wurden ebenfalls drei Proben gemessen. Viele Drucke geben aufgrund ihrer feinen Muster nicht die Möglichkeit, einzelne Farben zu untersuchen. In solchen Fällen wurden 3 repräsentative Proben aus dem Stoff herausgeschnitten und die rechte Probe 4mal gemessen. Aus diesen Werten wurde der Mittelwert gebildet und der Stoff nach dem kleinsten Mittelwert mittels eines neu eingeführten Schemas klassifiziert (Tabelle 1).

Der Einfluß der Pigmentierung auf den UV-Schutzfaktor wurde an 4 ungefärbten und nicht druckvorbehandelten Geweben bestimmt. Die Bezeichnung der Garne erfolgt nach DIN 53822 [6]. In der Kette wurde jeweils Filamentviskose (Standardcode=110 gr/10000 m+40 Einzelfilamente im Garn) 110f40 matt mit 40 Fäden pro cm verwendet.

Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den UV-Schutzfaktor wurde für ei-

ne neue Spezial-Viskose-(ENKA® Sun AKZO NOBEL, Wuppertal, D) sowie für Polyester-, Seiden- und Baumwollgewebe (bei den drei letztgenannten handelt es sich um handelsübliche Meterware) bestimmt. Die Klimatisierung nach DIN 50014 [5] erfolgte standardisiert um reproduzierbare Meßergebnisse zu erzielen. Die Stoffe wurden 24 h bei 22° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 25%, 45%, 65% und 85% klimatisiert und der UV-Schutzfaktor gemessen. Bei allen verwendeten Stoffen handelt es sich um Druckartikel mit einer 1/1 Leinwandbindung (Tabelle 2).

Um den Einfluß der Farbe auf den UV-Schutzfaktor zu bestimmen, wurde ein schweres, glänzendes Viskosengewebe mit einem Quadratmetergewicht von 152 g/m² und einer 1/2 Körperbindung in unterschiedlichen Farbtönen nach dem sog. „All-In-Verfahren“ mit Solophenylfarbstoffen der Firma Ciba Geigy (Basel, Schweiz) bei 120° C gefärbt.

Anhand der berechneten UV-Schutzfaktoren wurden sämtliche untersuchten Stoffe drei Schutzkategorien zugeordnet (Tabelle 1). Die Schutzkategorie I beinhaltet Stoffe mit einem UV-Schutzfaktor zwischen 20 bis 29. Diese Stoffe bieten guten Schutz, eine Etikettierung wurde für diese Klasse in der Europäischen Arbeitsgruppe [15] zunächst abgelehnt. Zur Schutzkategorie II gehören Stoffe mit einem UV-Schutzfaktor zwischen 30 bis 40. Diese gewährleisten sehr guten Schutz. Zur Schutzkategorie III gehören Stoffe mit einem UV-Schutzfaktor größer 40. Speziell für die Erfordernisse des Sonnenschutzes hergestellte Kleidung sollte einen Schutzfaktor von mindestens 30 haben. Stoffe der Schutzkategorie II können mit dem UV-Schutzfaktor von 30+, Stoffe der Schutzkategorie III mit dem UV-Schutzfaktor von 40+ ausgezeichnet werden.

Ergebnisse

Die mit den beiden verwendeten Meßgeräten bestimmten Schutzfaktoren zeigen nur geringe Abweichungen ($r=0,93$). Die Webdichte („Löchrigkeit“) aller untersuchten Stoffe hatte entscheidenden Einfluß auf den UV-Schutz. Bei nicht ausreichender Webdichte war kein optimaler Schutz zu erreichen. Die Transmission der Testgewebe war abhängig von der Wellenlänge

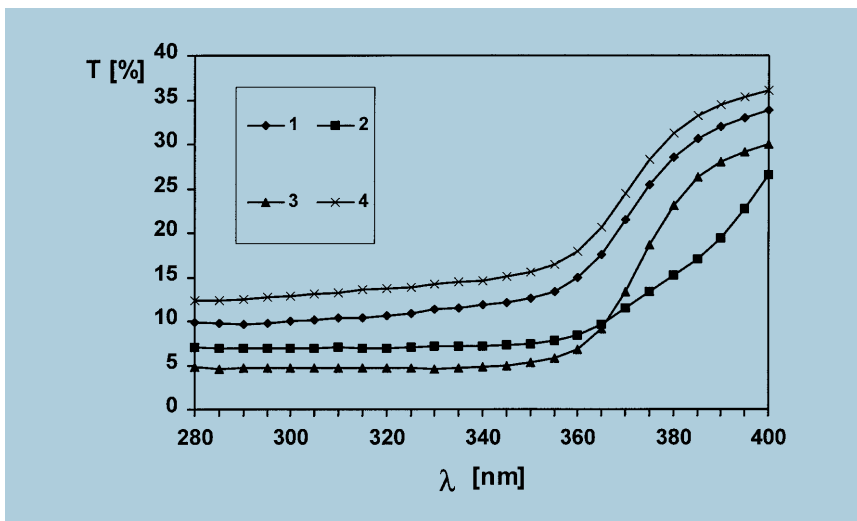


Abb. 2 ▲ Transmissionsspektren der Testgewebe (s. Tabelle 2) in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Durch die Verwendung von mattierten Garnen wird die Transmission verringert und der UV-Schutzfaktor erhöht

(Abb. 2). Es konnte gezeigt werden, daß die Gesamttransmission im relevanten UV-Bereich abgesenkt werden konnte. Stoff 3 mit dem Garn 110f40 matt in Kette und Schuß zeigten die geringste UV-Durchlässigkeit. Die Stoffe mit glänzenden Garnen im Schuß zeigen die größte UV-Durchlässigkeit. Pigmentierte (dunkel gefärbte) Garne reduzierten die UV-Durchlässigkeit der Gewebe.

Der UV-Schutzfaktor wurde durch den Einsatz von einem speziell pigmentierten Viskosegarn und einer dichten Webeinstellung wesentlich verbessert (Abb. 3). Bei dem optimierten Viskosegewebe¹ wurde ein UV-Schutzfaktor von 58 erreicht.

Die relative Luftfeuchtigkeit beeinflusste den UV-Schutzfaktor bei Viskose und Seidengewebe. Bei Polyester und Baumwollgeweben war der UV-Schutzfaktor kaum von der relativen Luftfeuchtigkeit abhängig (Tabelle 3). Mit dem Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit nimmt der UV-Schutzfaktor bei Viskose- und Seidengewebe zu. Durch die Färbung der Gewebe stieg der UV-Schutzfaktor (Abb. 4). Der beste Schutz

¹ Die Kette besteht aus einer speziell pigmentierten Filamentviskose, 110f40 mit einer Anzahl von 50 Fäden/cm. Die Schußfäden bestehen aus Lenzing Modal Nm 60/1, mattiert, 1700 T/m, 2S:2Z. Es liegen 26–27 Schußfäden/cm vor. Das Quadratmetergewicht beträgt 120 bis 125 g/m²

wurde mit der roten und grünen Färbung erreicht. Der UV-Schutzfaktor wurde bei allen Farbstellungen wesentlich verbessert.

Diskussion

Es ist klar, daß nur für sehr leichte, in der prallen Sonne zu tragenden Gewebe eine Compliance in der Bevölkerung zu erreichen ist. Wenn die Dermatologie empfiehlt, sich mittels Kleidung vor UV-Strahlung zu schützen, muß sie entsprechende Vorgaben und Empfehlungen formulieren [30]. Natürlich würde eine Jeans ausreichend schützen, diese würde am Strand aber nicht dauerhaft getragen werden. Wir meinen daher,

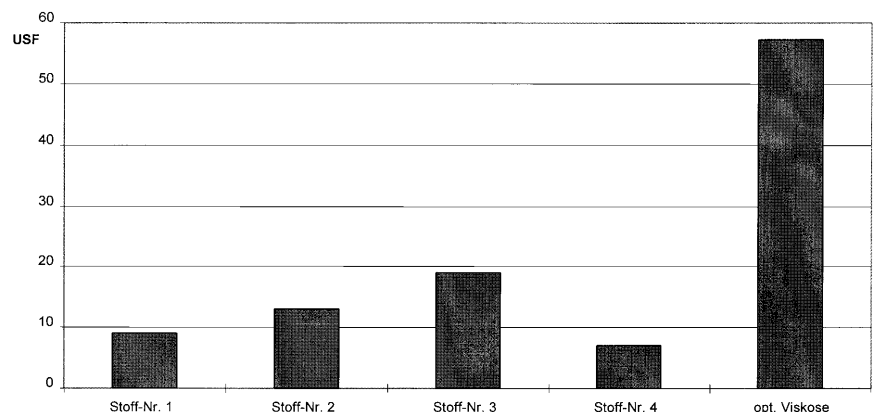


Abb. 3 ▲ Verbesserung des UV-Schutzfaktors durch die Gewebekonstruktion. Durch die Erhöhung der Gewebedichte und die Verwendung von mattierten (TiO₂) Garnen konnte der UV-Schutzfaktor der optimierten Viskose im Vergleich zu den Standard-Testgeweben (s. Tabelle 2) deutlich verbessert werden

daß es sinnvoll ist, die Hautkrebspräventionen durch die Definition spezieller UV-Schutzklassen für Kleidung zu unterstützen. Interessant ist, daß die erste nachweisbare Publikation zu diesem Thema aus Deutschland stammt [24] und die spätere Entwicklung zu großen Teilen [3,9,19] nicht in Australien stattfand, wo es bereits heute eine Norm gibt [35]. Im Gegensatz zu Australien und den USA findet die Forschung zu UV-Schutzkleidung derzeit in Europa nur in sehr geringem Umfang statt, so daß in Deutschland erhebliche Defizite – auch in der Kenntnis der Zusammenhänge – zu beklagen sind.

In der hier vorgelegten Studie war es möglich, einen Stoff mit optimierten UV-Schutzzeigenschaften zu finden. Dazu war es notwendig, speziell pigmentierte Garne zu konstruieren und ein optimales Verhältnis der Fäden in Kette und Schuß zu entwickeln. Durch eine erhöhte Anzahl der Kett- und Schußfäden (dichte Webart) konnte der UV-Schutz deutlich verbessert werden. Trotzdem zeigte sich, daß bei sehr dünnen Stoffen auf die „innere Pigmentierung“ der Garne nicht verzichtet werden kann. Mit dieser Konstruktion erhält man einen UV-Schutzfaktor, der unter allen Umständen über 40 liegt und extrem dauerhaft ist.

Unsere Versuche zeigten, daß der UV-Schutz des Stoffes durch die Färbung oder das Bedrucken zusätzlich verbessert wird. Dagegen haben weiße Stoffe in der Regel einen niedrigeren Schutzfaktor. Das Problem ist aber, daß bei dunklen Stoffen in der Sonne mit ei-

Tabelle 3

Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit [%] auf den UV-Schutzfaktor bei verschiedenen Faserarten (s. Tabelle 2). Bei Seiden- und Viskosegeweben nimmt der UV-Schutzfaktor mit steigender relativer Luftfeuchtigkeit zu, bei Polyester- und Baumwollgeweben wird mit steigender Luftfeuchtigkeit nur ein leichter Anstieg des UV-Schutzfaktors beobachtet

Rel. Luftfeuchtigkeit:	25%	45%	65%	85%
Opt. Viskose	85±20	90±16	95±16	116±30
Polyester	25±3	25±2	26±2	27±4
Seide	30±8	40±6	42±12	45±10
Baumwolle	15±5	19±5	20±5	20±4

ner Aufheizung durch Absorption zu rechnen ist. Letztendlich konnte nur durch die oben beschriebene, neu entwickelte Viskose, ein sehr guter Tragekomfort mit einem niedrigen Flächen-gewicht bei optimalen UV-Schutz-eigenschaften gezeigt werden. Um eine gute Compliance der Bevölkerung zu erreichen, wäre also eine Stoffart vorhanden, die verarbeitet werden kann. Es bleibt die Frage, welche Vor- und Nachteile verschiedene Stoffarten haben.

Bekanntlich sind viele Eigenschaften von Stoffen von ihrem Feuchtigkeitsgehalt, d.h. ihrem Quellungs-zustand abhängig. Dabei hängt der Feuchtigkeitsgehalt vieler Gewebe direkt vom Lagerungs- und Umgebungsklima ab. Die Feuchtigkeit beeinflusst bei allen untersuchten Proben den UV-Schutzfaktor. Mit steigender Feuchtigkeit wird bei einigen Stoffen ein Anstieg des UV-Schutzfaktors beobachtet. Dies bedeutet letztendlich, daß Schwitzen oder andere Einflüsse, wie die Luftfeuchtigkeit, einen eher positiven Einfluß haben kann. Die Höhe des Anstieges ist sehr stark von der Faserart abhängig. Seiden- und Viskosegewebe zeigen die größte Abhängigkeit. Dies ist durch das natürliche Quellverhalten dieser Fasern bedingt. Je mehr Feuchtigkeit von der Faser aufgenommen wird, um so größer wird der Faserquerschnitt. Die Abstände der Kett- und Schußfäden zu einander werden dadurch verringert und die Dichtigkeit des Gewebes erhöht. Dies führt dazu, daß selbst ein geringes Aufquellen jeder einzelnen Faser in der Gesamtwirkung zu einer erheblichen Verringerung der offenen Fläche („Löchrigkeit“) führt und die UV-Durchlässigkeit ab- und die Schutzwir-

kung zunimmt. Potentiell ist es aber auch möglich, daß die Faser durch Feuchtigkeit nicht quillt und die außen auf der Faser liegenden Fibrillen sich an die Faser anlegen. Dies bedeutet, daß die „Löchrigkeit“ steigt und damit der UV-Schutz fällt. Dies zeigt, wie wichtig es ist, alle Einflußfaktoren bei der Entwicklung von speziellen Stoffen zu beachten.

Eine weitere elementare Anforderung an sonnenschützende Kleidung ist ein geeignetes und ansprechendes Design der Kleidungsstücke. Möglichst große Körperflächen sollten von den Stoffen abgedeckt sein. Dabei sollte auf einen weiten und luftigen Schnitt geachtet werden. Ein wirksames physikalisches Sonnenschutzprogramm muß durch die Verwendung von Hüten, Mützen und Kappen sowie durch Sonnenbrillen abgerundet werden. Nach wie vor gilt, daß nicht von Kleidung be-

deckte Areale mit UV-Schutzcremes zu behandeln sind.

Wir empfehlen unsere, an den internationalen Standard angepaßte und in Ringversuchen abgesicherte Meßmethodik und den Arbeitsentwurf zur Klassifizierung, zur Verwendung in weiteren Studien.

Neue, speziell entwickelte und optimierte Stoffe besitzen ausgezeichnete UV-Schutz-eigenschaften, die es ermöglichen, Kleidung mit verbessertem UV-Schutz herzustellen. Insbesondere Viskose erscheint für diese Zwecke besonders geeignet, da sich mit diesem Stoff sehr leichte Sommerkleidung, die auch für Kinder geeignet ist, schneiden läßt. Diese Kleidung ermöglicht dem Verbraucher seine kumulative UV-Strahlendosis zu reduzieren und kann somit der Hautkrebsprävention dienen. Aber nicht nur hier, sondern auch bei anderen speziellen Problemen in der Dermatologie macht diese Kleidung einen Sinn. Jeder Dermatologe überblickt in seinem Patientengut UV-produzierbare Dermatosen bei denen der „normale“ UV-Schutz nicht ausreicht. Spezielle Kleidung könnte für diese Patientengruppe einen echten Fortschritt bedeuten.

In Folgestudien sollte der Beweis erbracht werden, daß die akute und kumulative Dosis durch das Tragen von UV-Schutzkleidung tatsächlich verringert wird, denn es verbleibt die Frage, inwieweit die in vitro erlangten Daten tatsächlich den in vivo zu erwartenden Ergebnissen entsprechen. Nicht um-

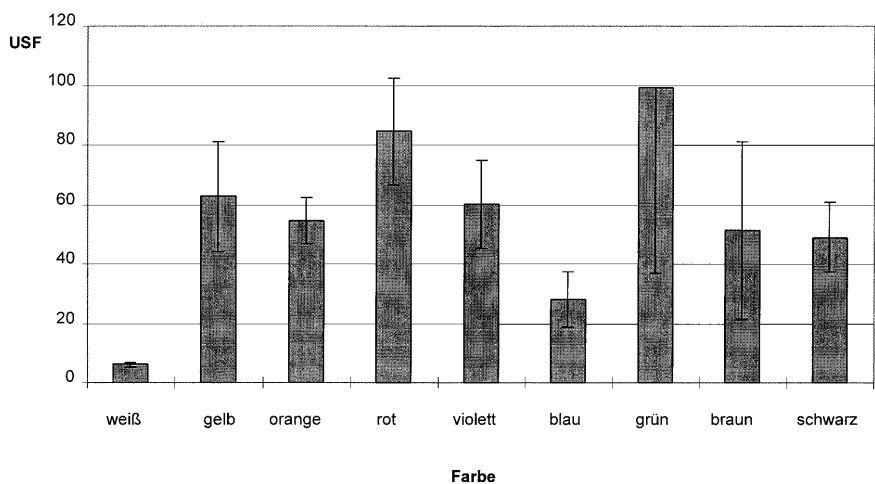


Abb. 4 ▲ Farbreihe auf glänzendem Viskosegewebe. Durch die Färbung mit geeigneten Farbstoffen wird der UV-Schutz eines Stoffes verbessert. Interessanterweise bietet „schwarz“ nicht den besten Schutz

sonst wurde eine jeweils andere Nomenklatur für die Schutzklassifizierung von Stoffen und Cremes gewählt. Bislang gibt es zum In-vivo-/In-vitro-Vergleich nur sehr wenige Studien [11, 21, 23]. Dies mag insbesondere daran liegen, daß der Algorithmus, mit dem die In-vitro-Schutzfaktoren berechnet werden, bislang nicht angezweifelt wurde und daher keine Notwendigkeit für weitere Forschung gesehen wurde [18, 21, 41]. Sehr wohl in der wissenschaftlichen Diskussion ist aber, inwieweit es notwendig ist, insbesondere Erythemwirksamkeitskurven für verschiedene Hauttypen zu definieren und diesen auch den „Trainingszuständen“ der Haut anzupassen (die Kurve geht in die In-vitro-Berechnung ein). Bislang werden weder von der CIE noch vom DIN-Ausschuß Erythemwirksamkeitskurven für verschiedene Hauttypen publiziert. Es ist daher nicht verwunderlich, daß von verschiedenen Arbeitsgruppen Abweichungen bei Meßdaten von in vivo und in vitro zwischen 10 und 20% publiziert wurden – es wurde ein Algorithmus, der eine *allgemeine Standardkurve* beinhaltet, mit den *individuellen In-vivo-Meßdaten* für alle Probanden verglichen. Es wird daher zukünftig von besonders hoher Wichtigkeit sein, daß In-vitro-Daten mit In-vivo-Daten verglichen werden [13]. Es ist wichtig, daß kurzfristig Standardisierungsverfahren [25, 26, 35] in Gang gesetzt werden, die entsprechende Meßprotokolle für ganz Europa verbindlich vorschreiben.

Ebenfalls wird es sicherlich noch über längere Zeit Diskussionen geben, wie hoch der Mindestschutzfaktor von Kleidung sein muß. Entsprechende Diskussionen haben im Oktober 1996 beim Kongreß „UV-Radiation und Skin Cancer“ der Europäischen Kommission in Bochum begonnen und werden in den dort formierten Arbeitsgruppen bis zur Tagung der Europäischen Akademie (EADV) 1998 in Nizza mit einem dort zu diskutierenden Arbeitspapier abgeschlossen werden. Bislang stellte sich die Arbeitsgruppe auf den Standpunkt, daß ein UV-Schutz durch Kleidung nur dann auf eine Compliance in der Bevölkerung stoßen wird, wenn dieser deutlich höher ist als der durch Sonnencremes erreichbare [15]. Vergleichbar der

Einteilung der UV-Bereiche in der Physik in UVA, UVB etc. wird es daher bei den Schutzklassen eine gewisse Willkür bezüglich der zu definierenden Grenzen geben [36, 37]. Allein deshalb und wegen vieler anderer noch offener Fragen müssen wir sicher davon ausgehen, daß die wissenschaftliche Bearbeitung des Themas „UV-Schutzkleidung“ bei weitem nicht abgeschlossen ist.

Literatur

1. **Australia/New Zealand Standard AS/NZS 4399 1996)**
2. Bech-Thomsen N, Wulf HC, Ulmann S (1991) **Xeroderma pigmentosum lesions relate to ultraviolet transmittance by clothes.** J Am Acad Dermatol 24:365–368
3. Berne B, Fischer T (1980) **Protective effects of various types of clothes against UV-radiation.** Acta Dermatol (Stockholm) 60:459–460
4. Commission Internationale de l'Eclairage Research Note (1987). **A reference Action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin.** CIE J 6:17–22
5. DIN 50014 (1986) **Klimate und ihre technische Anwendung – Normklimate**
6. DIN 53822 (1961) **Prüfung von Textilien, Begriffe zur Handelsgewichtsbestimmung von Garnen**
7. Garbe C (1994) **Epidemiologie des malignen Melanoms in Deutschland.** In: Macher E et al. (Hrsg) Jahrbuch der Dermatologie. Biermann, Zülpich, S 113–122
8. Garbe C (1992) **Sonne und malignes Melanom.** Hautarzt 43:251–257
9. Genkov D, Atmozov P (1968) **Permeability of ultra-violet and infrared rays through cotton and synthetic textiles.** Folia Med 10:227–280
10. Gies HP, Roy CR, Elliott G, Wang Z (1994) **Ultraviolet radiation protection factors for clothing.** Health Phys 67:131–139
11. Greenoak GE, Pailthorpe MT (1996) **Skin protection by clothing from the damaging effects of sunlight.** Australasian Textiles p:61
12. Hoffmann K, Hanke D, Böringer B, Schindling G, Altmeyer P (1997) **Optimized fabric as a protection against the sun in skin cancer and UV-radiation.** Altmeyer P, Hoffmann K (eds) Springer, Berlin Heidelberg New York (in press)
13. Hatch KL, Sayre R, Slaten BL (1997) **Developing a United States standard for sun protective clothing in skin cancer and UV-radiation.** In: Altmeyer P, Hoffmann K (eds) Springer, Berlin Heidelberg New York (in press)
14. Hilfiker R, Kaufmann W, Reinert G, Schmidt E (1996) **Improving sun protection factors of fabrics by applying UV-absorbers.** Textile Res J 66:61–70
15. Hoffmann K, Hanke D, Altmeyer P (1997) **UV protective clothing in europe. Recommendations of a european working party.** Eur J Dermatol 7:240–241
16. Holman CDJ, James IR, Gattley PH (1980) **An analysis of trends in mortality from malignant melanoma of the skin in Australia.** Int J Cancer 26:703–709
17. Hutchinson G, Hall A (1984) **The transmission of ultraviolet light through fabrics and it's potential role in cutaneous synthesis of vitamin D. human nutrition.** Appl Nutr 38A:298–302
18. Jevtic AP (1990) **The sun protective effect of clothing, including beachwear.** Aust J Dermatol 21:5–7
19. Kölmel KF (1996) **Childrens clothing and protection from the sun.** Hautarzt 47:314
20. Lee JAH, Peterson GR, Stevens RG, Vesanan K (1979) **The influence of age, year of birth, and date on mortality for malignant melanoma in the population of England and Wales, Canada and the white population of the United States.** Am J Epidemiol 110:734–739
21. Lowe NJ, Bourget T, Hughes S, Sayre RM (1995) **UV protection offered by clothing: an in vitro and in vivo assessment of summer clothing fabrics.** Skin Cancer 10:89–96
22. Menter JM, Hollins TD, Sayre RM, Etemadi AA, Willis I, Hughes SNG (1994) **Protection against UV photocarcinogenesis by fabric materials.** J Am Acad Dermatol 31:711–716
23. Menzies SW, Lukins PB, Greenoak GE, Walker PJ, Pailthorpe MT, Martin JM, David SK, Georgouras KE (1991) **A comparative study of fabric protection against ultraviolet-induced erythema determined by spectrophotometric and human skin measurements.** Photodermatol Photoimmunol Photomed 8:157–163
24. Mörikofer W (1931) **Die Durchlässigkeit von Bekleidungsstoffen für Sonnenstrahlung verschiedener Spektralbereiche.** Strahlentherapie 39:57–79
25. Pailthorpe M (1996) **Sun protective clothing.** Textile Horizons 16:11–14
26. Pailthorpe MT (1994) **Textiles ans sun protection. The current situation.** Australasian Textiles 14:45–66
27. Palacin F (1996) **Textile Hochveredlung schützt vor UV-Strahlung.** Textilveredlung 31:11–12
28. Paul E, Rauh M (1989) **Melanom Epidemiologie in Mittelhessen: Trend-Entwicklungen und deren mögliche Ursachen.** Hautarzt 40:378–381
29. Reinert G, Schmidt E, Hilfiker R (1994) **Wissenswertes über die textile Anwendung von UV-Absorbern.** Melliland Textilberichte 75:606
30. Robson J, Diffey B (1990) **Textiles and sun protection.** Photodermatol Photoimmunol Photomed 7:32–34
31. Sayre RM, Just D (1980) **How effective are today's sunscreens? Cosmetics Toiletries 96:49–50**
32. Sayre RM, Hughes SNG (1993) **Sun protective apparel: advancements in sun protection.** Skin Cancer 8:41–47

33. Sinclair SA, Diffey BL (1997) **Sun protection provided by ladies stockings.** Br J Dermatol 136:239–241
34. Sliney DH, Benton RE, Cole HM, Epstein SG, Morin CJ (1987) **Transmission of potentially hazardous actinic ultraviolet radiation through fabrics.** Appl Ind Hyg 2:36–44
35. Standards Association of Australia, Committee TX/21 (1995) **Sun protective clothing. Evaluation and classification – Australian/New Zealand Standard,** DR 94321. Standards Australia, Sydney
36. Stanford DG, Georgouras KE, Pailthorpe MT (1997) **Rating clothing for sun protection. Current status in Australia.** J Eur Acad Dermatol Venereol 8:12–17
37. Stanford DG, Georgouras KE (1996) **New developments in sun protective clothing.** Skin Cancer Foundation J 14:36–37, 90–91
38. Stanford DG, Georgouras KE, Pailthorpe MT (1995) **Sun protection by a summer-weight garment: the effect of washing and wearing.** Med J Aust 162:422–425
39. **Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Zusammenfassung und Bewertung des internationalen Kongresses „Environmental UV-radiation, risk of skin cancer and primary prevention“.** In: Volkmer B, Heller H (Hrsg) Environmental UV-radiation, risk of skin cancer and primary prevention (1996). Fischer, Stuttgart Jena Ulm
40. Wittels W (1972) **Die Klinische Prüfung von Kosmetika, Sonnenschutzpräparaten und UV-durchlässigen Textilien.** Parfümerie Kosmetik 54:74–76
41. Zhang Z, Thomas BW, Wong CF, Fleming RA (1997) **Fast measurements of transmission of erythema effective irradiance through clothing fabrics.** Health Phys 72:250–260

Eingegangen am 25. Februar 1997
 Angenommen am 16. Juli 1997

E. Christophers · M. Ständer **Haut- und Geschlechtskrankheiten**

München Wien Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1996 (6., überarb. und ergänzte Aufl.) 224 S., 128 Abb., DM 38,-

Das gut eingeführte Werk besticht insgesamt durch die Handlichkeit, den klaren Aufbau und die drucktechnische Brillanz in Verbindung mit rasch erfassbaren hilfreichen Abbildungen und 71 kolorierten Tafeln makromorphologischer Abbildungen von Hautkrankheiten. Der Teil A (Einführung in die Dermatologie) widmet sich den Themen Anatomie und Physiologie der Haut, Effloreszenzenlehre, wichtige Untersuchungsmaßnahmen, Richtlinien zur örtlichen Therapie und wichtige Wirksubstanzen. Hier finden sich begleitend sehr informative Tabellen, z.B. der Pollenflugkalender, Blütezeiten wichtiger Sträucher, Bäume und Unkräuter, Liste der gebräuchlichen Laser in der Dermatologie und auf der therapeutischen Strecke Wirkäquivalenzen topischer Kortikosteroide sowie eine Auflistung der gebräuchlichsten Lokalsteroiden, die sehr konzis und eingängig mit klaren Richtlinien zur topischen Pharmakotherapie der Haut inklusive deren Varianzen, den physikalischen Behandlungsmethoden, der Hyposensibilisierung inklusive Schocktherapie abschließt. Besondere Merksätze sind wie in der gesamten Darstellung besonders herausgehoben und

fördern eine rasche Orientierung und Festigung des Gelesenen.

Der Teil B beinhaltet die Darstellung von wichtigen dermatologischen Erkrankungen. Besonders für den praktischen Alltag nützlich sind die Abschnitte über Hautveränderungen in der Schwangerschaft und bei internistischen Erkrankungen.

Teil C widmet sich den sexuell übertragbaren Krankheiten inklusive HIV-Infektion sowie Teil D der Spermogramm-Analyse und Hinweisen zur kosmetischen Pflege der Haut.

Die Präsentation kann sehr gut für die dermatologische Weiterbildung als ein Repetitorium genutzt werden, welches nach breiter und intensiver Beschäftigung mit unserem Fach die Grundlage für ein geistig täglich präsenten Konzentrat liefern kann. Außerdem erscheint das Buch für den Interessierten aus dem dermatologischen Pflegedienst, sogar für den konsiliarischen dermatologischen Alltag äußerst nützlich (Tabellen zu klinischen Stadieneinteilungen, Differentialdiagnosen, therapeutischen Details). Sicher ist es auch ein Gewinn für den dermatologisch Interessierten anderer Fachdisziplinen, da es sehr schön den interdisziplinären Grundcharakter unseres Faches dokumentiert. Gemessen am hohen Informationsgehalt und der drucktechnischen und graphischen Prägnanz des Buches ist der Preis gering. Bei Kenntnis der Inhalte ist dem Leser ein bereits recht profundes Wissen in unserem Fachgebiet zu bescheinigen.

W.Ch. Marsch (Halle/Saale)