

# Biophysikalisches Konzept für den textilen Hautschutz

**Boris Mahltig, Ellen Bendt, Thomas Grethe, Oliver Hess, Thomas Weide**

Hochschule Niederrhein, Mönchengladbach

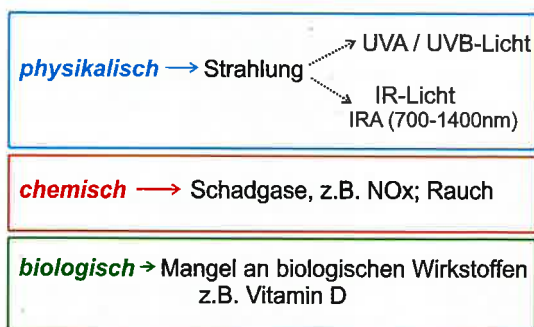
**Marcus Krieg**

TITK, Rudolstadt

In Anlehnung an erfolgreich kommerzialisierte Kosmetika können auch funktionalisierte Textilien, die dem biophysikalischen Konzept folgen, einen positiven Beitrag zum Hautschutz und zur Hautpflege leisten. Anwendungsfelder können sich zukünftig im Bereich der Arbeits-, Wellness- und Sportbekleidung ergeben, die insbesondere auf den Outdoor-Bereich abzielen, da für diesen Bereich die physikalische Komponente des Strahlenschutzes deutlich zum Tragen kommt.

Die menschliche Haut ist alltäglich einer Vielfalt von Stressoren ausgesetzt. Diese sind allgegenwärtig und können bei verstärkter Einwirkung eine beschleunigte Hautalterung bewirken. In ungünstigen Fällen sind sie auch die Ursache für schwerwiegende Hautkrankheiten, wie z.B. Maligne Melanome. Einem systematischen Ansatz folgend, können diese Stressoren einfach in physikalische, chemische und biologische Faktoren kategorisiert werden (Abb. 1). Die Exposition der Haut durch Strahlung fällt in die physikalische Kategorie. Hier ist üblicherweise die UV-Strahlung mit ihrer schädigenden Wirkung benannt [1]. Jedoch kann auch die Exposition mit Infrarotlicht zu Hautschädigungen führen [2]. Im Zuge dieser Erkenntnis sind in den letzten Jahren zunehmend Kosmetikprodukte mit UV- und IR-Schutz auf den Markt gekommen, die eine Schutzwirkung ausloben. Schädigungen aufgrund der Exposition der Haut durch Schadgase oder Aerosole befinden sich in der chemischen Kategorie. Prominente Beispiele für solche Stressoren sind Rauch und Stickoxide. Hier kann auch von einem oxidativen Stress gesprochen werden, der zu Hautschädigungen

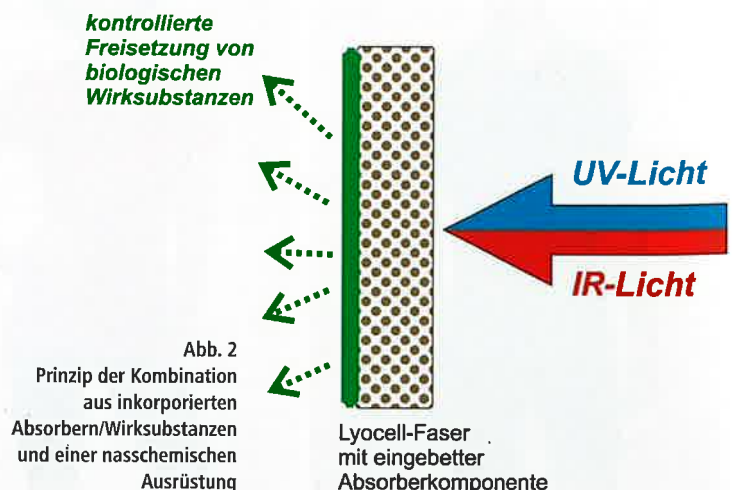
Abb. 1  
Kategorien der Faktoren zur Beeinträchtigung der menschlichen Haut



führt [3]. Am Mausmodell konnte gezeigt werden, dass Synergien von Strahlung und oxidativem Stress bei der Entwicklung von Tumoren existieren, wohingegen jeder Einfluss für sich deutlich höhere Auslöseschwellen für Tumore aufwies, als dies in der Kombination der Fall war [4]. Die biologische Kategorie betrifft weniger eine besondere Exposition, sondern vielmehr eine Mangelsituation. Ein Mangel an biologischen Wirkstoffen, wie z.B. Vitamin D, kann ebenso einen negativen Einfluss auf die Haut haben. Weiterhin kann durch die verbesserte Verfügbarkeit der biologischen Wirkstoffe die Schädigung durch die beiden anderen Faktoren gelindert werden [5].

## Biophysikalisches Konzept

Ausgehend von der Erkenntnis, dass die Haut Stressoren verschiedener Kategorien ausgesetzt ist, ergibt sich die Notwendigkeit, ein umfassendes Konzept für den Hautschutz zu entwickeln. Aktuell angebotene Kosmetikprodukte tragen dieser Notwendigkeit schon Rechnung in dem sie sowohl UV- und IR-Schutz als auch hautpflegende biologische Substanzen in sich vereinen. Im Bereich der textilen Produkte liegt der Schwerpunkt hingegen üblicherweise auf der Realisierung eines sehr guten UV-Schutzes. Um einen umfangreichen textilen Schutz der Haut gegenüber allen Einflussfaktoren zu gewährleisten, empfiehlt es sich hingegen einem ganzheitlichen biophysikalischen Konzept zu folgen. Textilien, die diesem biophysikalischen Konzept entsprechen, bieten einen umfassenden Strahlenschutz sowohl gegen UV-Strahlung als auch gegen Infrarotlicht. Weiterhin sind sie in der Lage durch die dauerhafte Freisetzung biologischer Wirkstoffe, Mangelerscheinungen aufzuheben und eventuelle Hautschädigungen zu lindern. Das Schema eines solchen biophysikalischen Konzepts ist in Abb. 2 gezeigt, wobei das textile Material aus Regeneratcellulose besteht, in die die Wirkkomponenten eingebunden sind. Der Lyocell-Prozess ist hier das ideale Verfahren, solche funktionalen Regeneratfasern mit verschiedenen Beladungen herzustellen. Funktionsfasern, die mit verschiedenen Additiven beladen sind, können in einem Garn kombiniert werden, um so mehrere biophysikalische Eigenschaften miteinander zu vereinen. Diese Ver-



einigung der Eigenschaften kann aber auch später in der textilen Kette durch spezifizierte Flächenerzeugung oder durch einen finalen Ausrüstungsschritt erfolgen.

**Physikalische Kategorie**

Die physikalische Kategorie des biophysikalischen Konzepts umfasst einen Schutz gegen UV- und IR-Strahlung. Wesentlich ist hier, dass das Textil eine geringe Transmission für diese Strahlungstypen zeigt. Im optischen Spektrum sollte also die Transmission für Licht mit Wellenlängen kleiner 400 nm (UV-Licht) und für Licht mit Wellenlängen größer 700 nm (IR-Licht) möglichst reduziert werden.

Oft wird ein optischer Bereich von 380-780 nm für sichtbares Licht angegeben. Da die Empfindlichkeit des menschlichen Auges für Licht der Wellenlängen von 380-400 nm und von 700-780 nm vergleichsweise gering ist, wird zumeist ein spektraler Bereich von 400-700 nm für sichtbares Licht betrachtet [6]. Eine wirksame Verminderung der Transmission ist nicht alleine durch die textile Konstruktion zu erreichen. Entscheidend ist auch die Absorption (Aufnahmefähigkeit) der textilen Fasern für diese Lichttypen. Herkömmliche Fasern – insbesondere, wenn diese hell gefärbt sind – zeigen nur ein unzureichendes Absorptionsverhalten für UV- und Infrarot-Licht. Beispielfhaft sind dazu in Abb. 3 die Transmissionsspektren von 2 Polyestergeweben unterschiedlicher Färbung gezeigt. Für das weiße Polyestergewebe zeigt sich eine deutliche Transparenz im UV- und IR-Bereich. Im UV-Bereich ist bei niedrigen Wellenlängen eine Verminderung der Transmission durch das Mattierungsmittel TiO<sub>2</sub> und durch die aromatischen Komponenten in den Polyesterstrukturen zu sehen. Das schwarze Polyestergewebe ist für sichtbares Licht nahezu blickdicht, zeigt aber trotz Färbung eine deutliche Transmission für UV- und IR-Licht.

Das Einbringen einer UV-Absorptionsfunktion ist Stand der Technik und kann durch den Einsatz sog. UV-Absorber erfolgen. Häufig wird hier zwischen anorganischen UV-Absorbieren, wie z.B. Titandioxid (TiO<sub>2</sub>) und organischen Absorbieren, wie z.B. Zimtsäureester-Derivaten, unterschieden [7]. Eine Lyocell-Faser mit 2 % Anteil an Titandioxid ist in Abb. 4 gezeigt. Die eingeschlossenen TiO<sub>2</sub>-Pigmentpartikel sind deutlich zu erkennen.

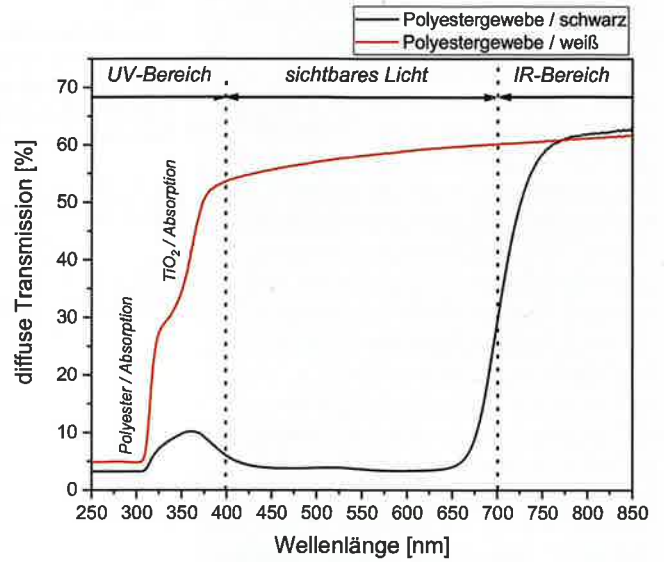


Abb. 3 Transmissionsspektren von Polyestergeweben gleicher Qualität in den Farben Weiß und Schwarz

Im Gegensatz zu Textilien mit UV-Schutz sind Textilien mit einer Funktionalisierung für die Absorption von Infrarotlicht weniger etabliert. Eine Möglichkeit zur Realisierung von Infrarotlicht-manipulierenden Textilien ist der Einsatz von Interferenz-Pigmenthaltigen Beschichtungen [8]. In diesem Fall wird eine Verminderung der IR-Transmission durch eine erhöhte Reflexion des Infrarotlichts erzielt. Diese Beschichtungen verändern jedoch zugleich die textile Haptik negativ. Alternativ können IR-absorbierende Substanzen eingesetzt werden. Im Wesentlichen gibt es 2 Möglichkeiten die IR-Absorber auf textile Flächen einzubringen. Organische Absorber für nahes Infrarotlicht können auf textile Flächen aus wässriger Flotte aufgebracht werden. Anorganische IR-Absorber können über den Lyocell-Prozess beim Spinnen in die Cellulosefasern eingebracht werden. Mögliche anorganische IR-Absorber sind dotierte Zinnoxide oder Lanthanhexaborid.



Abb. 4 Mikroskopische Aufnahme einer Lyocell-Faser additiviert mit 2 % Titandioxid

Zum 1. April 2021 ernannte SSM Schärer Schweiter Mettler AG, Wädenswil/Schweiz, eine Tochtergesellschaft des Textilmaschinenherstellers Rieter Holding AG, Winterthur/Schweiz, **Per Olofsson** zum Managing Director und Mitglied des Management-Teams der SSM Group. Olofsson hat einen Master of Science in Supply Chain and Operations Management der University of Liverpool/UK, sowie einen Executive MBA des International Institute for Management Development (IMD) in Lausanne/Schweiz. Er trat 2013 in den Rieter-Konzern ein und ist ein erfahrener Operations Manager mit ausgewiesener Führungserfahrung auf lokaler und globaler Ebene.

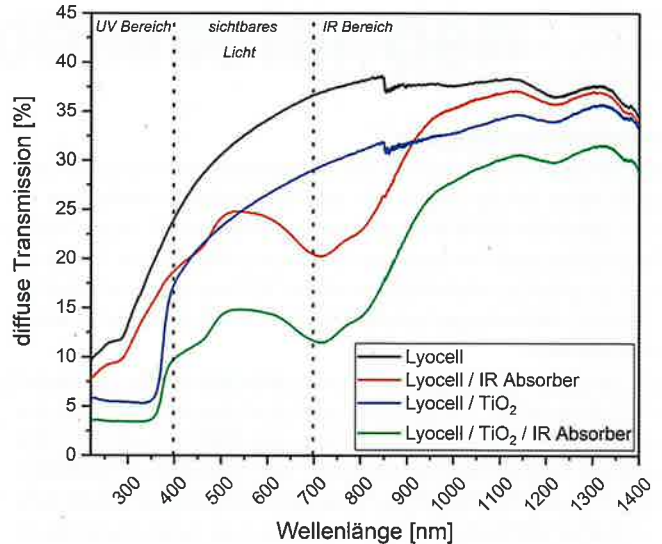
Seit dem 1. Mai 2021 ist **Dirk Wachsmuth** (Foto) neuer Geschäftsführer der vombaur GmbH & Co. KG, Wuppertal. Er verantwortet die Bereiche Vertrieb, Marketing und Entwicklung. Der bisherige Geschäftsführer Peter vom Baur wird nach fast 30 Jahren als Gesellschafter der Muttergesellschaft Textation Group für vombaur verantwortlich bleiben. Wachsmuth hat Maschinenbau studiert und war viele Jahre zunächst bei einem Filterhersteller, dann in der Kunststoffindustrie tätig.



Gemeinsam mit **Andreas Kielholz** und **Christoph Schliefer** leitet er fortan die vombaur GmbH & Co. KG.

Die beiden Verwaltungsräte **Luc Tack** und **Stefaan Haspelslagh** haben am 30. August 2021 mitgeteilt, dass sie mit sofortiger Wirkung aus dem Verwaltungsrat von Rieter zurücktreten. Die Rieter Holding AG, Winterthur/Schweiz, wird gegenüber den Strafverfolgungsbehörden mitteilen, dass kein weiteres Interesse an der Fortführung des Strafverfahrens besteht. Der Verwaltungsrat begrüßt, dass im Interesse von Rieter und Picanol eine gemeinsame Lösung gefunden wurde. Picanol NV, Ieper/Belgien, wird nach Darstellung des Geschäftsführers Luc Tack weiterhin Aktionär von Rieter bleiben. Es kam im Rahmen der Transaktion von 3 Geschäftsbereichen von Saurer Netherlands Machinery Company B.V., Amsterdam/Niederlande, zu Rieter angeblich zu Verletzungen der gesetzlichen Treuepflicht, der Pflicht zur Wahrung von Geschäftsgeheimnissen sowie des Code of Conduct von Rieter.

**Abb. 5**  
Transmissionsspektren von Lyocell-Gestriicken, die mit unterschiedlichen optisch aktiven Substanzen additiviert sind



Beispielhaft werden dazu in Abb. 5 Transmissionsspektren von 4 verschiedenen Lyocell-Gestriicken verglichen, die mit TiO<sub>2</sub> als UV-Absorber und einem organischen IR-Absorber der Textilchemie Dr. Petry GmbH, Reutlingen, kombiniert sind. Der ergänzende Einsatz beider Absorbentypen kann die Transmission für beide Lichttypen – nahes UV- und nahes IR-Licht – signifikant absenken.

**Biologische Kategorie**

Die biologische Kategorie des biophysikalischen Konzepts betrifft insbesondere den Einsatz biologischer Wirksubstanzen. Wenn diese Wirksubstanzen in die Fasern eingebracht und von dort aus kontrolliert auf die Haut freigesetzt werden, können Schädigungen der Haut durch andere Einflussfaktoren gelindert werden. Ebenso können mögliche Mangelsituationen an bestimmten Substanzen ausgeglichen werden. Da für eine kontrollierte Freisetzung ein größeres Reservoir an Wirksubstanz notwendig ist, ist hier die Einbettung mehrerer Gewichtsprozent im Spinnprozess der Regeneratfaser die Methode der Wahl und einer nasschemischen Ausrüstung deutlich überlegen. Als bewährte biologische Wirksubstanzen wurden hier Vitamin E und Vitamin D im Lyocell-Prozess erprobt. Die weitergehende Verarbeitung in der textilen Kette ist Gegenstand aktueller Arbeiten.

**Danksagung**

Das IGF-Vorhaben 21077 BG der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Berlin wird durch die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung IGF



vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Der Schlussbericht wird für die interessierte Öffentlichkeit in der Bundesrepublik Deutschland verfügbar sein.



**Literatur**

- [1] Krutmann, J.: Hautarzt 54 (2003) 809-817
- [2] Dehos, A.: Gesundheitliche Wirkung von Infrarotstrahlung, Umwelt und Mensch Informationsdienst, Ausgabe 4/2010, Umweltbundesamt
- [3] Podhaisky, H.-P. et al.: Expert Opinion on Therapeutic Patents 13 (2003) 969-977
- [4] Burke, K.E.; Wei, H.: Toxicology and Industrial Health 25 (2009) 219-224
- [5] Krauss, J.; Knorr, V.: Pharm. Unserer Zeit 38 (2009) 140-147
- [6] Wardman, R.H.: An Introduction to Textile Coloration, Wiley, Hoboken (2018)
- [7] Mahltig, B. et al.: Thin Solid Films 485 (2005) 108-114
- [8] Mahltig, B. et al.: J. Coatings Technol. & Res. 14 (2017) 35-55



**ITMA ASIA** | **CITME**

**20.-24. November 2022**  
Shanghai/China

**Info: [www.itmaasia.com](http://www.itmaasia.com)**

---



**ITMA 2023**

**8.-14. Juni 2023**  
Mailand/Italien

**Info: [www.itma.com](http://www.itma.com)**