

**Zeitschrift:** Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa  
**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten  
**Band:** 116 (2009)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Warme Hülle für kalte Tage : Daunen, Wolle & Co.  
**Autor:** Umbach, Karl-Heinz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-677805>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Warme Hülle für kalte Tage – Daunen, Wolle & Co.

Prof. Dr. Karl-Heinz Umbach, Hohensteiner Institute, Bönnigheim, D

**«Es gibt kein schlechtes Wetter – es gibt nur falsche Kleidung.» Mit den ersten Stürmen und Morgenfrösten gewinnt diese Binsenweisheit jeden Herbst wieder an Aktualität. Aber welche Funktionen muss Kleidung überhaupt erfüllen und wie schaffen moderne Materialien das?**

Die Kleidung hilft dem Menschen, sich dem Umgebungsklima gegenüber zu behaupten. D. h., sie muss uns einerseits warm halten und andererseits die Verdampfung des Schweißes ermöglichen, sodass der Körper bei Bedarf ausreichend gekühlt wird. Der Verlust des Felles stellte in der Geschichte der Menschwerdung einen Meilenstein dar. Wie alle Säugetiere regulieren Primaten ihre Körpertemperatur über die Atmung, was den Umfang der Wärmeabfuhr aber stark einschränkt. Der Frühmensch nutzte zur Wärmeabfuhr dagegen den ganzen Körper und wurde damit in punkto Ausdauer und Anpassungsfähigkeit den meisten Tieren überlegen. Zudem wurde erst über das Schwitzen am Körper die Kommunikationsfähigkeit mittels Sprache für den «nackten Affen» auch bei grosser Hitze oder unter Anstrengung möglich. Wirklich effektiv ist die Fähigkeit zu schwitzen jedoch nur, wenn kein Fell die Luftzirkulation behindert. Im Laufe der Evolution verlor der Mensch deshalb weitgehend sein Körperhaar.

Tabelle 1: Leistungsumsatz des Menschen bei verschiedenen körperlichen Arbeiten; Quelle: «Körper – Klima – Kleidung», Prof. Dr. Jürgen Mecheels

Tätigkeit	Leistungsumsatz M
Schlafen	85 Watt
ruhig Sitzen	115 Watt
Stehen	160 Watt
leichte körperliche Arbeit	200 Watt
mittelschwere körperliche Arbeit / Gehen mit 4 km/h	280 Watt
schwere körperliche Arbeit / Gehen mit 5 km/h	350 Watt
Skilanglauf (Wettbewerb)	700 Watt
Hochleistungssport	bis 800 Watt
kurzzeitige Höchstleistung	1000-1200 Watt

### Körperschutz durch Kleidung

Die Besiedelung kälterer Weltregionen wurde für den Frühmensch in der Folge nur durch die Erfindung schützender Kleidung möglich. Aber selbst unter klimatischen Bedingungen, die einen Körperschutz durch Kleidung eigentlich unnötig machen, entstanden im Rahmen der kulturellen Entwicklung aus ethisch-religiösen Motiven heraus typische Bekleidungsformen.

### Warum muss unser Körper vor Kälte geschützt werden?

Der Mensch ist wie alle Säugetiere ein Warmblüter, dessen Temperatur (37°C) im Körperkern, also in Kopf und Rumpf, in recht engen Grenzen konstant gehalten werden muss. Schon eine geringe Abweichung der Kerntemperatur um 2°C nach oben oder unten kann im Körper zum Versagen wichtiger Funktionen führen. Durch die Organ- und Muskeltätigkeit wird im Körper ständig eine wechselnde Menge von

Wärme produziert. Dieser «Leistungsumsatz» wird in Watt angegeben. Um die Temperatur im Körperkern konstant zu halten, müssen Wärmeproduktion und Wärmeabgabe des Menschen gleich gross sein. Dazu bedarf es komplizierter Regelmechanismen. So wird z. B. durch die Verdunstung von Schweiß auf der Haut dem Körper sehr effektiv Wärme entzogen. In kalter Umgebung verringert der Körper die Durchblutung von Händen und Füssen und reduziert so die Wärmeabgabe. Durch Kältezittern kann der Körper vermehrt Wärme produzieren. Rund 90% der Wärmeenergie wird über die Haut und damit durch die Kleidung abgegeben, nur rund 10% über die Atmung. An der Körperoberfläche herrscht eine grössere Toleranz gegenüber Temperaturabweichungen. Am Rumpf, in dem sich viele wichtige Organe befinden, sind die tolerierten Abweichungen noch am kleinsten. An Händen und Füssen akzeptieren wir hingegen Temperaturabweichungen nach unten um 10°C und mehr.

### Wie hält uns Kleidung warm?

Es sind nicht die textilen Materialien der Kleidung, die uns warm halten – sondern die von der Kleidung festgehaltene Luft: Aufgabe der Kleidung ist es, für eine Luftschicht um den Körper herum zu sorgen, die als Isolationschicht gegenüber dem Umgebungsklima dient. Ähnlich wie bei einer Thermoskanne, bei der ebenfalls die Luft zwischen der Aussen- und Innenwand als Isolator dient, wird die vom Körper selbst erzeugte Wärme durch das Luftpolster in der Kleidung am Körper gehalten. Jedes Fasermaterial, egal ob Wolle, Seide oder Chemiefaser, hat eine mindestens zehnmals so hohe Wärmeleitfähigkeit wie Luft. Nähme man statt Schafwolle für einen Pullover Stahlwolle, würde nur etwa zehn Prozent der Wärmeisolation verloren gehen. Entscheidend dafür, wie warm wir ein Kleidungsstück empfinden, ist deshalb dessen Fähigkeit, Luft zwischen den Fasern festzuhalten und den Austausch mit der Umgebungsluft zu unterdrücken. Nach diesem Prinzip funktionieren in der Natur auch die Felle von Säugetieren und die Gefieder von Vögeln.

Deshalb muss ein Kleidungsstück aber nicht nur einen guten Wärmeisolationwert bieten, es muss auch, abhängig vom Einsatzbereich, winddicht sein, damit das isolierende Luftpolster nicht zerstört wird. Ausserdem spielt die Konfektion, d. h. die Schnittgestaltung und Verarbeitung, eine grosse Rolle: So verhindern elastische Gummibündchen zum Beispiel, dass

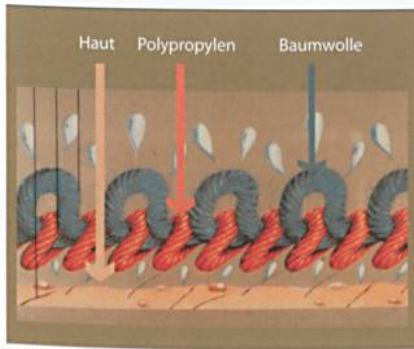


Abb. 1: Beispiel eines zweischichtigen Funktionstextils (Double-Face-Material): Die körperlabe Chemiefaser nimmt den Schweiß auf und leitet ihn an die aussen liegende Baumwolle zur Verdunstung weiter, Quelle: Fa. Löffler

durch die Körperbewegungen ein übermässiger Luftaustausch stattfindet, was den wärmenden Effekt der Kleidung erhöht. (Verschliessbare) Ventilationsöffnungen, zum Beispiel unter den Achseln, helfen andererseits durch den Luftaustausch mit der Umgebung überschüssige Wärmeenergie in Belastungssituationen nach aussen abzuleiten.

### Was passiert, wenn wir ins Schwitzen geraten?

Körperliche Aktivität erhöht die Wärmeproduktion des Körpers (Tab. 1). Damit dieser in der Folge nicht überhitzt, kommen wir zum Beispiel beim Skifahren auch bei frostigen Temperaturen ins Schwitzen. Über die Verdunstung des Schweißes auf der Haut wird dem Körper überschüssige Wärme entzogen. Um dies zu ermöglichen, muss die Feuchtigkeit aber auch entweichen können. Bei manchen Ski-Anzügen befinden sich deshalb zum Beispiel unter den Achseln Lüftungsschlitze, die vom Träger bei Bedarf geöffnet werden können. Moderne Membranmaterialien lassen zudem den Schweißdampf nach aussen entweichen, bieten aber einen effektiven Schutz gegen Nässe und Wind.

Kann der Schweiß aber nicht vom Körper weggeleitet und an die Umgebung abgegeben werden, sammelt er sich in den hautnahen Schichten der Kleidung. Dies ist nicht nur unangenehm, sondern kann bei sinkendem Aktionsgrad und damit reduzierter Wärmeproduktion sogar gesundheitsgefährdend werden. Da Wasser ein hervorragender Wärmeleiter ist, geht die Körperwärme durch feuchte, an der Haut anliegende Wäsche verloren und sorgt zusammen mit dem Energieentzug durch die Verdampfung für ein starkes Auskühlen des Körpers. Den glei-

chen Effekt können wir im Sommer beobachten, wenn die von feuchter Badekleidung bedeckte Haut unangenehm kalt wird.

### Wie unterscheidet sich moderne Winterkleidung von der vor 50 Jahren?

Noch bis in die 1960er-Jahre hinein wurden für die Kleidung fast ausschliesslich Naturmaterialien wie Wolle, Baumwolle, Leinen, Leder und Pelze verarbeitet. Zwar wurden bereits 1935 mit «Nylon» von Dr. Wallace Hume Carothers in den USA und 1938 mit «Perlon» von Dr. Paul Schlack in Berlin die ersten synthetischen Textilfasern entwickelt. Den Durchbruch schafften die Chemiefasern allerdings erst, als man gelernt hatte, sie hinsichtlich der gewünschten Eigenschaften gezielt zu beeinflussen. So lassen sich durch die Einstellung der Faserfeinheit und damit -steifigkeit sowie durch besondere Verarbeitungstechniken die Menge der eingeschlossenen Luft im Textil und damit die Wärmeisolation steuern und maximieren. In Jacken oder Schlafsäcke eingearbeitete Vliesmaterialien aus röhrenförmigen Hohlfasern mit hoher Bauskraft erreichen so Werte bei der Wärmeisolation, die an diejenigen von Daunenfüllungen heranreichen. Da die Hohlfilamente relativ steif sind, können sie auch nicht so leicht zusammengedrückt werden und bewahren auch unter Belastung ihr wärmendes Luftpolster.

Im Bereich des Regen- und Windschutzes haben sich Membran-Systeme seit ihrer Einführung Ende der 1970er etabliert. Die Membranen können aus unterschiedlichen Hightech-Materialien bestehen: Die Poren von porösem Polytetrafluorethylen (Markenname: Teflon) zum Beispiel sind kleiner als der kleinste Wassertropfen und lassen somit keinen Regen eindringen. Sie sind aber grösser als ein einzelnes Wasserdampfmolekül, sodass der gasförmige Schweiß nach aussen verdampfen kann. Auch aus speziellem Polyester oder Polyurethan werden Membranen hergestellt, die ebenfalls Wassertropfen nicht nach innen, aber Schweißdampf nach aussen lassen und den Wind effektiv abhalten. Einen guten Schutz vor einem Regenguss und eisigen Winden bietet zwar auch der klassische Friesenerz mit PVC- oder Polyurethan (PU) beschichtetem Baumwollgewebe – die Atmungsaktivität ist hier jedoch gleich Null, weswegen der Träger nach kurzer Zeit durch seinen eigenen Schweiß nass wird und unangenehm auskühlt.

1980 wurde die österreichische Damemannschaft für die Winterolympiade in Lake

Placid mit der weltweit ersten zweischichtigen Unterwäsche ausgestattet, die zusammen mit den Wissenschaftlern der Hohensteiner Institute in Bönningheim entwickelt worden war. Seither bieten die modernen Funktionstextilien Profis wie Freizeitsportlern beim Wärme- und Feuchtemanagement klare Vorteile gegenüber traditioneller Baumwollwäsche: Die auf der Haut aufliegenden Chemiefasern des so genannten Double-Face-Materials leiten den Schweiß schnell und effektiv vom Körper weg in die aussen liegende Baumwolle. In Kombination bieten die beiden Materialien durch das trockenere Gefühl am Körper einen deutlich besseren Tragekomfort als Baumwollwäsche.

Die Entwicklungen sind in diesem Bereich noch lange nicht am Ende angelangt. Auch an den Hohensteiner Instituten werden ständig neue Materialkombinationen und -modifikationen auf ihre Vorteile beim Tragekomfort hin überprüft. Statt Baumwolle werden bei Double-Face-Materialien heute u. a. moderne Regeneratfasern als Aussenschicht verwendet (Abb. 1). Durch eine Modifizierung der Faserfeinheit und des Faserprofils lassen sich die effektive Faseroberfläche und damit der flüssige Schweißtransport maximieren. Eine stufenweise Veränderung der Faser- und Garnfeinheit von der Textilinnen- zur Aussenfläche (Denier-Gradient) verbessert das Feuchtemanagement zusätzlich, da durch die daraus resultierende Kapillarverengung die Feuchtigkeit besonders effektiv von der Haut weggeleitet werden kann.



Abb. 2: Um den Tragekomfort moderner Winter- und Outdoorbekleidung beurteilen und optimieren zu können, wurden an den Hohensteiner Instituten in Bönningheim ausgeklügelte Untersuchungsmethoden entwickelt

**Wie sieht das ideale Outfit für kaltes Wetter aus?**

Die Allround-Bekleidung für jede Temperatur wird es auch in absehbarer Zeit nicht geben. Ziel der bekleidungsphysiologischen Forschung ist es deshalb, zu ermitteln, welche Kleidung für welchen Zweck und Einsatzbereich angemessen ist, und den Trägern entsprechende Hinweise zu geben. Bei Schlafsäcken kann man das Ergebnis dieser Arbeit bereits hautnah erleben: Dort wird nach einem normierten Verfahren der Temperaturbereich ermittelt und am Produkt ausgewiesen, in dem dieses zum Einsatz kommen kann, ohne dass sich der Nutzer unwohl fühlt oder gesundheitliche Schäden zu befürchten sind. Auch bei Bettwaren lässt sich mit einem von den Hohensteiner Instituten entwickelten System anhand einer Grafik die optimale Bettdecke, abhängig von der Umgebungstemperatur und dem Körpergewicht des Schlafers, ermitteln.



Abb. 3: Mit blossen Augenschein lässt sich die Qualität von Winter- und Outdoorbekleidung nur oberflächlich beurteilen. Unabhängige Prüflabel wie das Hohensteiner Qualitätslabel helfen bei der Produktauswahl

Bei Bekleidung sind, anders als bei Schlafsäcken und Bettdecken, der Aktivitätsgrad und die damit verbundene unterschiedliche Wärmeproduktion des Körpers zu berücksichtigen. Hier gilt es nach wie vor, bei kalter Witterung das «Zwiebelschalenprinzip» anzuwenden, d. h. mehrere Kleidungsschichten übereinander zu tragen, die nach Bedarf abgelegt werden können. Bei deren Auswahl sollte man aber unbedingt die o. g. Überlegungen zum Wärme- und Feuchtetransport im Auge behalten und die einzelnen Kleidungsstücke aufeinander abstimmen, um ein optimales Wärme- und Feuchtmanagement sicherzustellen.

**Wie kann ich den Tragekomfort von Bekleidung im Laden beurteilen?**

Selbst für den Fachmann ist es schwierig, den Tragekomfort eines Kleidungsstückes allein an-

hand des Augenscheins zu beurteilen (Abb. 2, 3). Die Aussagen der Hersteller sind zum Teil recht blumig, aber untereinander kaum vergleichbar. Wer also wissen möchte, welcher Skianzug eine gute Wärmeisolation bietet, beim Aprèsski aber den Schweiß nicht in Strömen fließen lässt, oder welche Sportunterwäsche den Schweiß am besten aufnimmt, ohne unangenehm auf der Haut zu «kleben», ist auf eine objektive, herstellerunabhängige Beurteilung angewiesen.

Diese bietet die Tragekomfortnote, wie sie von den Hohensteiner Instituten basierend auf einer Reihe von Messwerten ermittelt wird. Die Tragekomfortnote, in der Regel in Verbindung mit dem Hohensteiner Qualitätslabel am Produkt ausgewiesen, reicht von 1 «sehr gut» bis 6 «ungenügend» (Abb. 4). Sie deckt sowohl die



MUSTER GEPRÜFT AUF:

✓ TRAGEKOMFORTNOTE

**1.0  
(SEHR GUT)**

PRÜF-NR.: FI 06.4.XXXX

Abb. 4: Mit dem Hohensteiner Qualitätslabel wird u. a. die Tragekomfortnote von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) für ein Kleidungsstück ausgewiesen

thermophysiologischen Eigenschaften eines textilen Materials, wie z. B. Wärmeisolation, Atmungsaktivität und Feuchte-Management, als auch die hautsensorischen Aspekte des Tragekomforts, d. h. ob die Textilien als angenehm weich und anschmiegsam empfunden werden oder im Gegensatz dazu als unangenehm kratzend bzw. auf der schweißfeuchten Haut anklebend, ab. Für all diese Eigenschaften von

Textilien haben die Hohensteiner Wissenschaftler objektive Messmethoden entwickelt, deren Ergebnisse in die Berechnung der Tragekomfortnote einfließen (Abb. 5).



Abb. 5: Mit Hilfe der Gliederpuppe «Charlie» können an den Hohensteiner Instituten auch die Einflüsse der Körperbewegungen, der Umgebungstemperatur und des Kleidungschnittes auf den Tragekomfort gemessen werden

Was bei der Kleidung für den Normalbürger freiwillig ist, ist bei der Kälteschutzkleidung für den professionellen Einsatz (z. B. im Kühlhaus) heute schon Pflicht: Hier muss der Hersteller die Wärmeisolation prüfen lassen und das Ergebnis auf der Kleidung auszeichnen. Der Anwender kann dann anhand einer Tabelle, die in der dazugehörigen Norm angegeben ist, bestimmen, wie lange die Kleidung bei vorgegebener Arbeitsschwere und Umgebungstemperatur getragen werden kann.