

Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

Band: 102 (1995)

Heft: 6

Artikel: Kälteschutzkleidung und was darunter?

Autor: Gimpel, S. / Umbach, K. H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-678595>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.01.2026

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

Kälteschutzkleidung und was darunter?

Kälteschutzkleidung soll den menschlichen Körper primär vor niedrigen, aber auch Umgebungstemperaturen, mechanischen Einwirkungen und Klimaeinflüssen schützen. Die Hersteller von Schutzkleidung bieten eine Vielzahl von Varianten mit unterschiedlichen Gebrauchseigenschaften an, so dass dem Verbraucher die Auswahl schwer fällt. Dabei ist die Schutzkleidung nur ein Teil der Bekleidung. Unter der Schutzkleidung werden auch noch Bekleidungsstücke getragen, die auf die Schutzwirkung und den Tragekomfort Einfluss haben.

1. Einleitung

Wie kann eine optimale Schutzwirkung und ein guter Tragekomfort des Kleidungssystems erzielt werden?

Der Tragekomfort ist das Ergebnis einer ausgewogenen Wechselwirkung zwischen Körper, Klima und Kleidung.¹¹ Es muss also ein optimales Verhältnis zwischen Schutzwirkung, die möglichst gross sein soll und der Belastung durch die Kleidung, die möglichst gering sein soll, gefunden werden. Um den Tragekomfort näher bestimmen zu können, soll die Beziehung zwischen dem Menschen, seiner Kleidung und der Umgebung hier näher betrachtet werden.

2. Wärmeaustausch zwischen Mensch und Umwelt

Eine Bedingung für das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit des Menschen ist das Gleichgewicht seiner Wärmebilanz. Dieses Gleichgewicht wird einerseits durch die Thermoregulation des menschlichen Organismus und andererseits durch die Bekleidung erreicht.

Bei physischer Arbeit wird die Wärmebildung im Organismus deutlich erhöht. Sie kann je nach körperlicher Belastung zwischen 100 und 800 W/h liegen. Um eine konstante Kerntemperatur von ca. 37 °C zu erfüllen, muss die überschüssige Wärme, im selben Massen wie sie produziert wird, auch wieder abgeführt werden.

Durch die Atmung kann ca. 10% der produzierten Wärmemenge abgegeben werden. Der Hauptanteil muss aber durch die Kleidung abfliessen. Das er-

folgt durch einen Wärmefluss, der infolge Konduktion, Konvektion und Strahlung entsteht. Der Wärmefluss wird von der Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebung, vorwiegend aber von Wärmeisolation, also der Kleidung, bestimmt.

2.1. Wärmeabgabe durch Leitung (Konduktion)

Die Wärmeübertragung von der Körperoberfläche zu direkt den Körper berührenden anderen Flächen erfolgt durch Leitung. Der menschliche Körper und seine Bekleidung kann angenähert als ein mehrschichtiger Hohlzylinder betrachtet werden. Der Wärmeleitwiderstand berechnet sich dabei als Summe der Einzelwiderstände der Kleidungsschichten. Die Wärmeleitfähigkeit ist eine material- und temperaturabhängige Stoffgrösse, die für bestimmte Materialien aus Tabellen und Diagrammen entnommen werden kann, für neue Materialien jedoch experimentell durch Wärmeleitfähigkeitsmessungen bestimmt werden muss.

2.2. Wärmeabgabe durch Konvektion

Die Wärmeübertragung in Luft erfolgt durch Teilchenumschichtungen, der Konvektion. Man unterscheidet zwischen freier (durch Temperaturunterschied hervorgerufen) und erzwungener (durch Luftbewegung erzeugt) Konvektion. Bei starker Luftbewegung findet ein Luftaustausch über Klei-

dungsöffnungen oder bei Körperbewegung durch Luftumwälzung innerhalb des Kleidungssystems statt. Somit kann ein grosser konvektiver Wärmeverlust auftreten.

2.3. Wärmeabgabe durch Strahlung

Ein erwärmter Körper wandelt stets einen Teil seiner Wärmeenergie in Strahlungsenergie um. Die Wärmeübertragung zwischen Mensch und Umgebung kann durch Strahlung, sowohl mit positivem als auch mit negativem Vorzeichen, erfolgen. Ein positiver Strahlungsaustausch liegt dann vor, wenn die mittlere Umgebungstemperatur höher als die Oberflächentemperatur des Menschen ist. Der Körper nimmt Wärme auf, z.B. bei Sonneneinstrahlung oder durch Heizgeräte. Bei umgekehrten Temperaturverhältnissen spricht man von einem negativen Strahlungsaustausch. Hierbei kühlst sich der Körper ab.

2.4. Wärmeabgabe durch Verdunstung

Speziell bei hohen Lufttemperaturen erfolgt eine Wärmeabgabe durch Verdunstung von Diffusionsfeuchte und Schweiss. Bei thermischem Komfort und im Zustand relativer körperlicher Ruhe gibt der menschliche Körper Diffusionsfeuchte über die Haut und die Atemwege ab. Die sogenannte insensible Perspiration beträgt ca. 25% der gesamten Wärmeabgabe. Gleichzeitig wird über die Atemwege Feuchtigkeit abgegeben, da die eingeatmete Luft im Körper befeuchtet wird. Deshalb enthält trotz teilweiser Kondensation die ausgeatmete Luft mehr Feuchtigkeit als die eingeatmete.

Ein wichtiges Instrument der Thermoregulation ist die Schweissabgabe. Besonders bei physischer Arbeit oder höheren Lufttemperaturen kommt es zur vermehrten Schweissbildung. Wird die Schweissverdunstung nicht behindert, so kann die Wärmebilanz des Körpers aufrechterhalten werden. Beeinträchtigend auf die Schweissverdunstung wirken wasserdampfundurchläss-

sige Kleidung und hohe Wasserdampfpartialdrücke der Luft. /³/

2.5. Wärmeabgabe durch Erwärmung der Atemluft

Die Wärmeverluste durch das Atmen (Erwärmung der eingeatmeten Luft) sind im Vergleich zu den anderen Wärmeabgaben sehr gering. Nur bei sehr niedrigen Temperaturen und während einer Erhöhung des Energieumsatzes im Körper durch physische Arbeit vergrössert sich dieser Betrag.

3. Der Tragekomfort von Bekleidung

In den letzten Jahren ist es gelungen, eine Reihe von Einflussparametern der Bekleidung auf den Menschen durch physikalische Messungen zu erfassen.

Damit wurden Grundlagen geschaffen, um den Tragekomfort von Bekleidung zu messen und vorauszubestimmen. Der Tragekomfort setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen.

Er umfasst die Konstruktion der textilen Fläche, die Schnittgestaltung der Bekleidung, deren Aufbau im Bekleidungssystem, die Passform der einzelnen Bekleidungsteile. Das spiegelt sich wider in dem thermophysiologischen Tragekomfort und dem hautsensorischen Tragekomfort.

Die zwei Komponenten thermophysiologischer und hautsensorischer Tragekomfort sollen hier kurz betrachtet werden. Guter thermophysiologischer Tragekomfort ist dann gegeben, wenn die Leistungsbilanz des Menschen ausgeglichen ist. /¹/

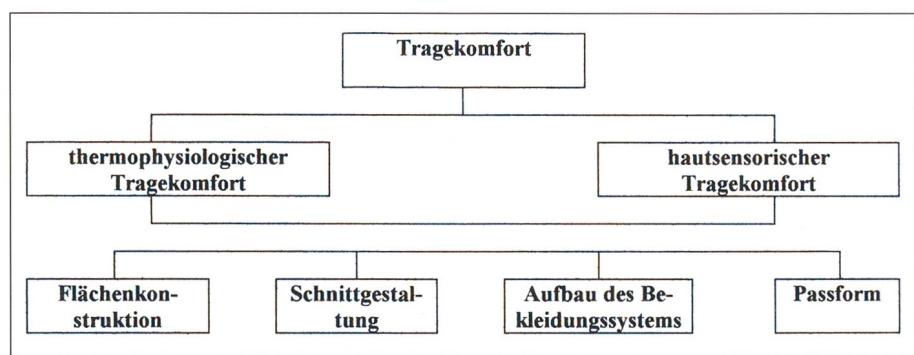


Abb. 1: Tragekomfort

Die Wärmeabfuhr erfolgt zum einen in Form eines «trockenen» Wärmedurchgangs, bestimmt einerseits durch die Umgebungsklimabedingungen wie Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung (wenn vorhanden) und Windbewegung, andererseits durch Wärmeisolation der Kleidung.

Speziell bei starker körperlicher Anstrengung, verbunden mit einer hohen körpereigenen Wärmeproduktion, reicht dieser trockene Wärmefluss in der Regel nicht zum Ausgleich der Leistungsbilanz aus. In diesem Fall beginnt der Mensch zu schwitzen, mit dem Ziel, durch den bei der Schweißverdampfung entstehenden «latenten» Wärmefluss den Körper zu kühlen. Es entsteht die «feuchte» Wärmeabgabe. Dies wird vorwiegend dann als physiologisch unangenehm empfunden, wenn die produzierte Schweißmenge die Absorptionskapazität der hautnahen Textilschicht übersteigt. Die Wärmeisolation wird durch die feuchte Textilschicht merklich herabgesetzt und es kann, bei einer der physischen Belastung folgenden Ruhephase, zu einer

gesundheitsschädigenden Unterkühlung des Menschen kommen. Die Kleidung muss also ein gutes instationäres Transport- und Puffervermögen gegenüber dampfförmigem und flüssigem Schweiß besitzen. /²/

Bei den hautnah getragenen Textilschichten wird aber nicht nur das Wärme- und Feuchtentransportvermögen registriert, sondern zu einem wesentlichen Teil auch die direkte mechanische Wechselwirkung zwischen Haut und Textil. Die direkt auf dem Körper getragenen Textilschichten müssen so beschaffen sein, dass unangenehme Empfindungen, wie Kratzen oder Kleben an schwitzender Haut, verhindert werden. Diese Vorgänge werden durch den hautsensorischen Tragekomfort ausgedrückt.

Wie können diese Vorgänge quantitativ erfasst werden? Das Wärme- und Feuchtentransportvermögen von Textilien und Bekleidung kann mittels physiologischen Laborapparaturen im Bekleidungsphysiologischen Institut Hohenstein gemessen werden.

Dabei handelt es sich einmal um das Thermoregulationsmodell der menschlichen Haut (Hautmodell). Für die vorgegebene Tragesituation liefert das Hautmodell die spezifischen Kenngrössen Wasserdampftransportvermögen, Feuchteausgleichskennzahl, Feuchtigkeitsdurchlässigkeit und Trocknungszeit.

In eine Vorhersageformel eingesetzt, liefern diese Kenngrössen eine Bewertungsnote TK, die den in der Praxis zu erwartenden Thermophysiologischen Tragekomfort anhand einer von 1 «sehr gut» bis 6 «unbefriedigend» reichenden Skala ausdrückt. /⁴/

Um die effektive Wärmeisolation und den effektiven Wasserdampfdurch-

$$M - P_{ex} = H_{res} + H_e + H_e$$

Wärmebildung durch:

Leistungsumsatz Äussere (mechanische) Leistungsabgabe Atmung trockene Wärme Verdampfungswärme
 (ca. 10%)

Wärmeabgabe durch:

Wärmeisolation der Kleidung	Feuchtentransportvermögen der Kleidung
-----------------------------	--

Abb. 2: Leistungsbilanz des Menschen

gangswiderstand eines kompletten Bekleidungssystems zu bestimmen, wurde das Thermoregulationsmodell des Menschen, der beweglichen Gliederpuppe «Charlie» (Abb. 3), eingesetzt. Computergesteuerte Heizleistung in Charlies Körper vermitteln ihm die Körper- und Hauttemperatur des Menschen und simulieren dessen Temperaturregelung. Aus den mit der Puppe messbaren bekleidungsspezifischen Kenngrößen kann mit Hilfe eines Vorphersagemodells der Verwendungsbereich der Kleidung berechnet werden. Es wird zum einen die Minimal- und zum anderen die Maximaltemperatur des Verwendungsbereichs ermittelt.

Hautsensorische Komforteigenschaften werden durch die materialspezifischen Kenngrößen beschrieben. So gehören zu diesen Empfindungen die Rauheit, das Kratzen, die Weichheit, die Schmiegksamkeit, das Kleben des Materials auf der Haut und einige weitere. Die Beurteilung erfolgt über eine Komfortnote für die Hautsensorik. Die Note wird von Wasserdampftransportvermögen, Klebekraft Haut/Textil, Benetzung der Textiloberfläche, Abstandshalter an der Textiloberfläche, Kontaktflächen Textil/Haut und Steifigkeit beeinflusst.

4. Kleidungskombination als Kälteschutz

Die Kälteschutzkleidung allein kann dem Träger nicht den vollständigen thermophysiologischen und hautsenso-



Abb. 3: Gliederpuppe «Charlie» mit Kleidungssystem 4

rischen Tragekomfort vermitteln. Um so wichtiger ist es zu wissen, was unter der Oberbekleidung getragen werden soll. Um den Tragekomfort von Kleidungskombinationen beurteilen zu können, wurden an üblichen Bekleidungsschichten wie Unterwäsche, Mittelbekleidung und Oberbekleidung thermophysiologische und hautsensorische Prüfungen vorgenommen.

An 10 verschiedenen Unterwäscheartikeln wurden thermophysiologische und hautsensorische Komforteigenschaften überprüft (Abb. 4). Für den

hautsensorischen Tragekomfort erreichten erwartungsgemäß die Baumwollartikel die Note «sehr gut».

Werden aber die thermophysiologischen Prüfungen in die Auswertung einbezogen, so erreicht nicht die gerauhte Baumwollunterwäsche das beste Ergebnis, sondern Gestricke aus Materialkombinationen. Der Grund dafür ist das unterschiedliche Verhalten von Baumwollfasern gegenüber synthetischen Fasern (Polyester, Polyamid) bei der Schweissaufnahme.

Die Flächen aus Materialkombinationen sind so konzipiert, dass die Innenseite der Gestricke überwiegend aus nichthygrokopischen Faseranteilen und die Aussenseite dagegen aus hygrokopischen Fasern bestehen. Die Innenseite kann damit als leitfähige Schicht die Schweissimpulse, welche infolge erhöhter körperlicher Belastung entstehen, wirksam in körperfernere Textilschichten ableiten. Gegenüber Artikeln aus reiner Baumwolle tritt bei diesen Materialkombinationen ein verbesselter Schweisstransport auf. Die Ursache für das beim Schwitzen physiologisch schlechtere Abschneiden der reinen Baumwollwäsche liegt darin, dass sie den Schweiss von der Haut zwar sehr gut aufnimmt, ihn aber nur langsam weitertransportiert.

Weiterhin wurde die Mittelbekleidung untersucht. Sie ist die Bekleidung, die als Zwischenschicht zwischen Oberbekleidung und Unterwäsche getragen wird. Auch hier wurden 10 Muster, die von einem gerauhten Arbeitshemd bis zur Thermalbekleidung reichten, untersucht. Da die Mittelbekleidung nicht mehr direkt Kontakt zur Haut aufweist, wurde der hautsensorische Tragekomfort nicht untersucht.

Die besten thermophysiologischen Eigenschaften, wie hohe Wärmeisolationswerte und gutes Wasserdampftransportvermögen, wurden bei den geprüften Textilien von einem synthetischen Faserpelz aus Polyesterseide erreicht.

Für die Bewertung der Oberbekleidung sind die stationären Tragebedingungen von entscheidender Bedeutung. Einen grossen Einfluss auf die Beurteilung der Oberbekleidung hat die Wirkung dieser gegen die äusseren Ein-

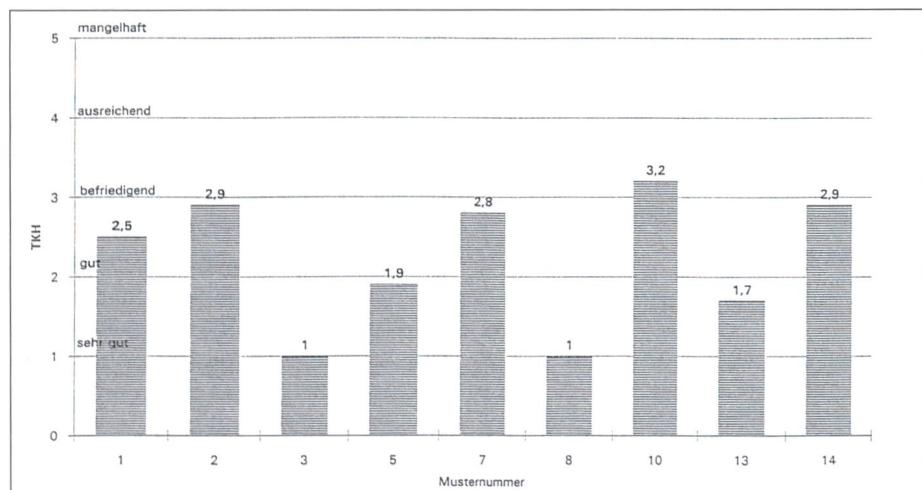


Abb. 4: Hautsensorischer Tragekomfort

flüsse, so z. B. gegen Wind und die Einwirkung von Nässe. Aus diesem Grund wurden die Luftdurchlässigkeit und der Abperleffekt an Oberstoffen geprüft.

Die Untersuchungen an 10 unterschiedlichen Kälteschutzkleidungsvarianten zeigen, dass der Einsatz von Füllvliesen in der Oberbekleidung eine höhere Wärmeisolation bewirkt, als die Verarbeitung eines Wirkflors bzw. Webpelzes. Die Flächenmasse und die Dicke der Vliese sind dabei für das Wärmerückhaltevermögen ausschlaggebend. Die eigentliche Wärmeisolation wird von der im Vlies eingeschlossenen und festgehaltenen Luft erzielt. Die Aufgabe der Textilfasern besteht darin, das nötige Volumen zu schaffen und die Luft in diesem Raum festzuhalten. Dabei soll durch die Bauschkraft der Textilkonstruktion auch bei Druckeinwirkung das Volumen weitgehendst erhalten bleiben.

Eine geringe Luftdurchlässigkeit ist für die Oberstoffe wünschenswert, um den Träger bei erhöhter Luftbewegung vor Kälteeingriffen zu schützen. Diese Eigenschaft darf aber nicht die Wasserdampfdurchgangswiderstände erhöhen. Wasserdampf muss in die Umgebung abgegeben werden können, um bei Schweißausbrüchen eine Unterkühlung durch herabgesetzte Wärmeisolation zu vermeiden.

Auf der Basis der an den textilen Flächen durchgeföhrten Untersuchungen wurde der Schichtaufbau der Kleidungskombinationen bestimmt. Um eine optimale Kleidungskombination zu erhalten, wurden die Flächen mit den besten Prüfergebnissen einbezogen. Bei der Konstruktion der Bekleidungsstücke (also der Unterwäsche, Mittelbekleidung, Oberbekleidung) wurde nach dem Schalenprinzip vorgegangen. Das heisst, dass die Bekleidungsstücke von «innen nach aussen» mit den entsprechenden Luftsichten konstruiert wurden. Die Luftsichten, die im Mikroklima zwischen den Kleidungsstücken eingeschlossen sind bzw. die an der äusseren Kleidungsoberfläche angelagert sind, sind für die Wärmeisolation von ausschlaggebender Bedeutung. Ruhende Luft besitzt eine zehnmal geringere Wärmeleitfähigkeit als Fasermate-

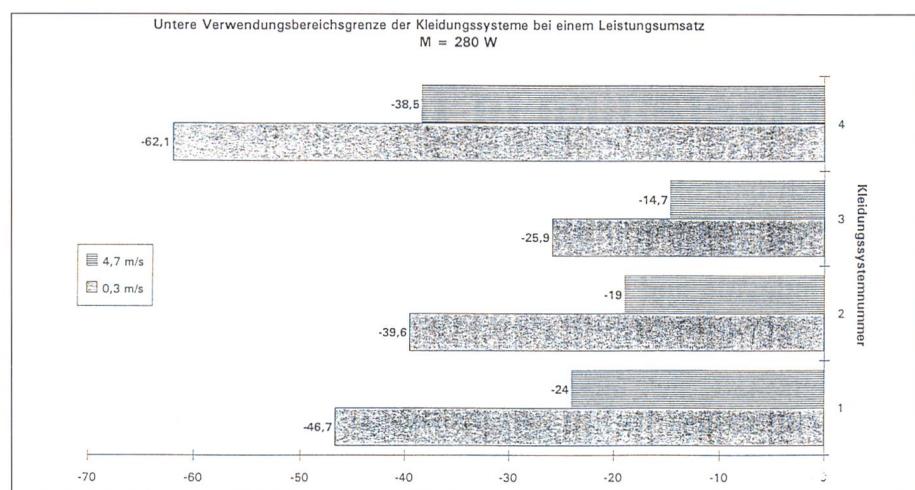


Abb. 5: Untere Verwendungsbereichsgrenze

rial. Um also eine hohe effektive Wärmeisolation zu erzielen, muss die Kleidung viel ruhendes Luftvolumen im Mikroklima einschliessen. Das bedeutet, dass die Weite und die Anzahl der miteinander kombinierten Kleidungsstücke richtig aufeinander abgestimmt sein müssen.

Durch die Möglichkeit, die Kleidungsöffnungen der Oberbekleidung dicht zu verschliessen, konnte eine unerwünschte Ventilation durch diese Öffnungen unterbunden werden. Damit wird verhindert, dass die in der Bekleidung eingeschlossene Luft durch eine von den Körperbewegungen verursachte Pumpwirkung mit der Umgebungsluft ausgetauscht wird.

Um diese bekleidungsspezifischen Parameter einbeziehen zu können, erfolgten die weiteren Prüfungen am Thermoregulationsmodell des Menschen, der Gliederpuppe «Charlie».

Durch die mit dem Thermoregulationsmodell des Menschen ermittelten thermophysiologischen Daten ist es möglich mit Hilfe der bekleidungsphysiologischen Vorhersagerechnung den Verwendungsbereich eines Kleidungssystems zu ermitteln.

Es wurden 4 Kleidungskombinationen bestehend aus Unterwäsche, Mittelbekleidung und Kälteschutzbekleidung getestet (Abb. 5).

Die Modellkombination, die aufeinander in Fläche und Konstruktion abgestimmt wurde, erreichte die höchste effektive Wärmeisolation und gute Wasserdampfdurchgangswerte.

Bezieht man diese Ergebnisse auf praktische Bedingungen, so kann das Modellkleidungssystem in einem Kühlhaus bei einer mittelschweren Kommissioniertätigkeit unbegrenzt getragen werden.

Dank

Die Autoren danken dem Forschungskuratorium Gesamttextil für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens (AIF-Nr.: 228 D), die aus Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über einen Zuschuss der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) erfolgte.

Literatur

- /¹ Mecheels, J.: Körper-Klima-Kleidung, Verlag Schiele und Schön, 1991
 - /² Umbach, K.H.: Die Wäsche macht. Bekleidung und Wear 24 (1991), 10
 - /³ Dell', Afanas'eva, Cubarova: Bekleidungshygiene, Fachbuchverlag Leipzig, 1983
 - /⁴ Piller, B.: Welche Wäsche unter Schutzkleidung? Wirkerei- und Strickerei Technik 41 (1991), 505
 - /⁵ Caps, R. Bekleidungsphysiologisches Vorhersagemodell des Tragekomforts, Hohensteiner Forschungsberichte, November 1990
- Autoren: Dipl.-Ing. S. Gimpel und Dr. K. H. Umbach, Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V., Zeulenrodaerstrasse 42, Greiz, Direktor: Dipl.-Ing. (FH) Dieter Obenauf