

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

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

**Band:** 105 (1998)

**Heft:** 4

**Artikel:** ALAMBETA : ein computergestütztes Messgerät zur Bestimmung des Warm-Kälte-Gefühls

**Autor:** Hes, Lubos

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-678305>

### **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:** 15.04.2026

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

# ALAMBETA – ein computer-gestütztes Messgerät zur Bestimmung des Warm-Kälte-Gefühls \*

Prof. Dr. Lubos Hes, Universidad do Minho, 4800 Guimaraes, Portugal

**Baumwollhemden, die einen geringen Anteil Polyesterfasern enthalten, besitzen eine geringere Knitterneigung, eine glattere Oberfläche und können leichter gebügelt werden. Trotzdem werden reine Baumwollhemden besonders an heissen Tagen bevorzugt getragen, weil ihr Tragekomfort als besser empfunden wird. Der Grund dafür liegt, so wird im allgemeinen angenommen, an der höheren Wasserdampfdurchlässigkeit von Hemden aus 100% Baumwolle.**



Prof. Lubos Hes

## 1. Einleitung

Untersuchungen der Wasserdampfdurchlässigkeit beider Hemdenarten haben ergeben, dass die gemessene Wasserdampfdurchlässigkeit wesentlich von der Flächendichte und weniger Materialzusammenstellung abhängt.

Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Feuchteabsorptionsfähigkeit von Hemdenstoffen. Sie gibt Aufschluss über die Feuchterückhaltung eines mit Wasser oder Schweiß gesättigten Gewebes und ist umgekehrt proportional zur Flächenmasse.

Scheuerell [1] entwickelte eine Messmethode, die darauf basiert, dass sich die Farbe spezieller chemischer Substanzen, die auf das Material aufgebracht werden, in Abhängigkeit von der aufgenommenen Feuchte ändert. In ihren

Experimenten nahmen Baumwollprodukte 2–3 mal schneller Feuchtigkeit auf als Polyesterprodukte unter ähnlichen Prüfbedingungen.

Nachteil aller bisher bekannten Messmethoden ist die komplizierte Präparation der Prüflinge, die schlechten dynamischen Eigenschaften und die ungenauen Ergebnisse.

Ziel dieser Forschungsarbeit ist eine Methode zur indirekten Bestimmung der Oberflächenabsorption zu entwickeln. Sie sollte einfach in der Anwendung sein, reproduzierbare Ergebnisse liefern und genaue Aussagen über die Zusammenhänge des Feuchte- und Wärmetransfers zwischen Haut und Gewebe liefern.

## 2.1 Indirekte Messmethode zur Bestimmung der Feuchteabsorption

Die Grundlage für die Prüfmethode ist die objektive Bestimmung eines «Warm-Kalt-Gefühls», das von einer Person empfunden wird, wenn die getragene Kleidung mit nasser Haut in Berührung kommt. Das Baumwollgewebe absorbiert den Schweiß und leitet ihn von der Geweboberfläche ab. Ist die Menge an Flüssigkeit nicht zu gross, verringert sich die Feuchtekonzentration an der Hautoberfläche, so dass der Person das Gefühl eines trockenen Kleidungsstücks vermittelt wird. Bei Kleidung aus Mischgewebe mit einem zu hohem Anteil an Polyesterfasern bleibt Schweiß an der Haut haften und hinterlässt ein unangenehmes kühles Gefühl, das durch das Verdampfen des Schweißes entsteht.

Das erste Instrument, das das «Warm-Kalt-Gefühl» von Kleidung messtechnisch bestimmen konnte, wurde von Yoneda und Kawabata [2] 1983 entwickelt. Kawabata veröffentlichte

eine Reihe von Kenngrößen, die die thermo-kontakten Eigenschaften der Kleidung charakterisieren, wenn sie in nassem oder trockenem Zustand über Unterwäsche getragen wird. Das in diesen Untersuchungen verwendete Prüfgerät THERMO-LABO ist kommerziell erhältlich und kommt in vielen Laboratorien zur Anwendung.

Ein anderes Messgerät zur Bestimmung des «Warm-Kalt-Gefühls» wurde an der Technischen Universität in Liberec in Tschechien entwickelt. Das computergestützte Prüfgerät ALAMBETA misst die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ , den thermischen Widerstand  $R_{q,max}$  und die Probendicke  $h$ . Als charakteristische Grösse für das «Warm-Kalt-Gefühl» wird die spezifische thermische Absorption  $b$  [ $Ws^{1/2}/m^2K$ ] eingeführt.

Das vereinfachte Schema des Prüfgeräts ist in Abb. 1 dargestellt. Ein Metallplättchen mit konstanter Temperatur, unterschiedlich zur Temperatur des Prüflings, ist mit einem empfindlichen Wärmefluss-Sensor verbunden. Zu Beginn der Messung berührt der Messkopf mit dem Wärmefluss-Sensor die Probe, die unter dem Messkopf angeordnet ist. Zu diesem Zeitpunkt ändert sich die Oberflächentemperatur der Probe schlagartig und der Messcomputer nimmt den Verlauf des Wärmeflusses und die Probendicke auf.

Man erhält die thermische Absorption, indem man die Messdaten in ein mathematisches Modell einsetzt, das ein Temperaturfeld einer dünnen Platte mit verschiedenen Randbedingungen beschreibt. Um das natürliche «Warm-Kalt-Gefühl» eines Menschen möglichst genau

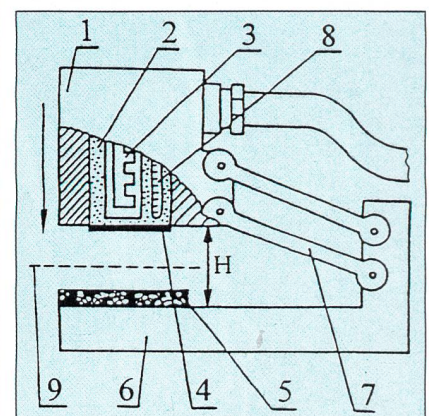


Abb 1.: Funktionsschema des Prüfgerätes Alambeta: 1 – Messkopf, 2 – Kupferplatte, 3 – elektrische Heizung, 4 – Wärmefluss-Sensor, 5 – Messprobe, 6 – Gerätefuss, 7 – Hebevorrichtung, 8 – Widerstandsthermometer, 9 – Benetzungseinrichtung zur Simulation von Schweiß

\* deutsche Bearbeitung von Christine Harder, ETH Zürich, Inst. für Textilmaschinenbau und Textilindustrie

nachempfinden zu können, wird der Messkopf auf 32 °C (entsprechend der Körpertemperatur des Menschen), und die Probe auf 22 °C (entsprechend der Raumtemperatur) erwärmt. Darüber hinaus entspricht die Zeitkonstante des Wärmeflussensors dem gleichen Wert (0.07 sec), den die menschliche Haut hat.

Die Ergebnisse dieser Experimente werden mit dem «Warm-Kalt-Gefühl» von knapp 100 Personen verglichen. Verwendet werden neun Proben, die aus verschiedenen Fasern und Kunstfasern hergestellt sind. Sie besitzen die gleiche Struktur (Leinwandbindung), unterschiedliche Probendicken (0.22–0.33 mm) und Flächendichten (0.120–0.165 kg/m<sup>2</sup>).

Die Korrelation zwischen den gemessenen Daten und den von Personen empfundenen Informationen liegt bei 0.9, wenn die spezifische thermische Absorption b mit dem «Warm-Kalt-Gefühl» (kurzer Zeitraum) der Personen verglichen werden, bei den anderen Daten ist die Korrelation kleiner. Die genauen Ergebnisse können in [3] nachgelesen werden.

In den Versuchen werden die am häufigsten verwendeten Gewebe experimentell auf ihre thermischen Eigenschaften untersucht. Die Werte für die spezifische thermische Absorption b lagen zwischen 20 und 300, der tiefste Wert wurde für Vliesstoffe aus Polyester-Microfasern gemessen. *Tabelle 1* gibt einen Überblick über verschiedene Gewebearten und die spezifische thermische Absorption b im trockenen Zustand (Druck bei Messung 500 Pa).

Das «Warm-Kalt-Gefühl» der untersuchten Proben wird erheblich von der Struktur und Zusammensetzung der Materialien beeinflusst. Fasern mit einem höheren Feuchtegleichgewicht vermitteln ein kühleres Gefühl. Dadurch empfindet man Textilien aus PVC, PP und PAN als warm auf der Haut, während Viskose, Lei-

Struktur und Zusammensetzung der Probe	Proben-dicke h [mm]	Wärmeleit-fähigkeit λ [mW/mK]	Maximum des Wärmefluss q <sub>max</sub> [mW/m <sup>2</sup> K]	spezifische Diffusion der Temperatur a [m <sup>2</sup> /s]	spezifische thermische Absorption b [Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K]
50%Baumwolle/50% PP-Gestrick	0.66	100	2.2	0.057	421
100% PES-Gestrick Dupont Coolmax	0.54	97.2	2.29	0.048	443
100% Baumwoll-demin	0.71	86.2	2.72	0.028	452
100% Baumwoll-hemdenstoff	0.43	83.1	2.32	0.027	508
100% Baumwoll-hemdenstoff	0.38	90.1	2.61	0.025	565
70% Baumwolle/30%PES Gewebe	0.21	78.7	2.41	0.012	731
35% Baumwolle/65%PES Gewebe	0.28	120	2.52	0.026	751
75% Baumwolle/25%PES Gewebe	0.23	88.9	2.99	0.010	875
35% Baumwolle/65%PES Gewebe	0.26	123	2.77	0.017	935
100% Baumwolle chemisch behandelt	0.22	149	2.68	0.016	1178

Tabelle 2: «Warm-Kalt-Gefühl» verschiedener Textilien, gemessen mit dem Messgerät ALAMBETA, um das Tragegefühl auf nasser Haut zu simulieren.

nen, Baumwolle und PA6 oder PA66 die Haut scheinbar kühlen. Welches Gefühl angenehmer ist, hängt vom subjektiven Empfinden der Person ab. Als Sommerkleidung werden Materialien aus kühleren Rohstoffen, z.B. Baumwolle bevorzugt, Mischungen aus Polyester und Wolle sind hingegen in den kühleren Regionen Europas beliebter.

Die an feuchten Textilien mit dem Messgerät ALAMBETA durchgeführten Untersuchungen geben weiterhin zuverlässig Aufschluss über das «Warm-Kalt-Gefühl» einer Person, wenn das getragene Kleidungsstück durch Schweiß feucht wird. Da die Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität von Wasser höher ist als bei Textilien, kann die spezifische thermische Absorption b einen Wert über 1000 erreichen.

Die spezifische thermische Absorption b ist hauptsächlich ein Effekt an der Oberfläche des

Textils und kann deshalb durch Verändern der Oberfläche, z.B. Aufrauhern, Bürsten und Beschichten, oder durch Schichten modifiziert werden [4,5].

### 2.2. Methoden zur indirekten Messung der Feuchteabsorption von Textilien

Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, das Gefühl auf der Haut zu simulieren, wenn man zu schwitzen beginnt. Die zu diesem Versuch verwendete Probe muss eine bestimmte Menge an Flüssigkeit absorbieren und gleichmässig über die Messfläche des Wärmeflussensors verteilen. Als Probenmaterial wurde ein Vlies verwendet, dass auf der einen Seite aus Polypropylen und auf der anderen aus Viskose gefertigt und nachträglich perforiert wird.

Auf die aus Viskose gefertigte Seite wird 0.2 ml Wasser (mit etwas Waschmittel) aufgebracht, das sich gleichmässig auf der Probe verteilt. Danach wird die Probe mit der Polypropylene Seite zum Messkopf in das Messgerät eingelegt (Abb.1, Pos.9) und die Messung gestartet. In wenigen Sekunden wird die Flüssigkeit in nächste Schicht absorbiert. Gleichzeitig wird der Wärmefluss vom Maximalwert zu Beginn der Messung bis zum Wert im Gleichgewichtszustand aufgezeichnet. Bei geringer Absorption in das Textil ist der Eingangswert für die spezifische thermische Absorption b wesentlich höher.

Werden die Untersuchungen mit nassen reinen Baumwollmaterialien durchgeführt, wird die Feuchtigkeit in das Innere des Gewebes weiter-

Thermische Absorption b	Gewebeart
20–40	Mikrofasern oder feine Fasern, Vliesstoffe für Isolierung
30–50	gerauhte Polyesterstrickwaren niedriger Dichte, vernadelte und thermische verfestigte Polyestervliese
40–90	leichte Strickwaren aus synthetischen und texturierten Filamenten
70–110	leichte oder gerippte Baumwollstoffe, gerauhte Woll- oder Wolle/Polyestermaterialien
100–140	Baumwollstrickwaren, gewebte Baumwollstoffe, PVC-Stoffe
120–180	leicht ausgerüstete Baumwoll- oder Baumwoll/Polyesterstoffe für Hemden
150–200	Hemdenstoffe, dauergesprees behandelt, reine Woll- oder Polyamidmaterialien
180–250	flachgestrickte, dauergespreeste Materialien, gepresste Wollstoffe und Teppiche
200–300	Leinen, chemisch gebundene Vliesstoffe für Bodenbeläge
250–350	Bodenbeläge aus Kunststoffschäum
300–600	nasse Baumwollstrickwaren
500–800	Kunststofffolien/Kunststoffplanen
1600	flüssiges Wasser (ohne Verdampfung)

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Gewebestruktur, Gewebezusammensetzung, Gewebebehandlung und der spezifischen thermischen Absorption b.

geleitet, so dass die Grenzschicht fast trocken ist, und eine geringere spezifische thermische Absorption gemessen wird.

### 3. Ergebnisse der Versuche und Interpretation

Als Proben werden Materialien aus 100% Baumwolle über Mischgewebe bis 100% Polyester untersucht. *Tabelle 2* zeigt die Ergebnisse der Messungen.

Die Ergebnisse können wie folgt interpretiert werden:

1. Mit steigendem Anteil an Polyesterfasern steigt die thermische Absorption und damit das unangenehme Gefühl der Kühle auf nass werdender Haut.
2. Je dicker das Textil ist, desto wärmer (und damit angenehmer) ist das Tragegefühl, da das Textil eine höhere Kapazität zur Absorption besitzt.
3. Spezielle Textilien mit besseren thermischen Eigenschaften, z.B. doppellagige T-Shirts aus modifizierten PES-Fasern bieten ein angenehmeres Gefühl, wenn die Gewebeoberfläche nass wird.
4. Unter den Baumwoll-/Polyestermischungen gibt es Textilien, die als Ausnahme ebenfalls angenehme thermische Eigenschaften in nassem Zustand aufweisen, aufgrund bisher unbekannter Effekte der speziellen Struktur des Textils.
5. Gewebte Baumwollhemden mit einem zu hohen Anteil an chemischen Hilfsmitteln vermitteln im nassen Zustand ein schlechteres Tragegefühl. Das schlechte Ergebnis der letzten Probe in *Tabelle 2* kann jedoch auch auf die geringe Probendicke zurückgeführt werden.

### 4. Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass oberflächlich angefeuchtete Baumwollstoffe, die geschichtet wurden, ein wärmeres und damit angenehmeres Gefühl vermitteln als Baumwoll-/Polyestermischungen. Hierin korrelieren die Aussagen der Testpersonen mit den Ergebnissen der Messungen mit dem oben beschriebenen Messaufbau. Spezielle gefertigte Produkte, z.B. Coolmax-Strickwaren zeigen ein noch besseres Verhalten.

Allerdings muss hinzugefügt werden, dass die Aussagekraft der Ergebnisse dadurch eingeschränkt wird, dass nur wenige Versuche durchgeführt wurden. In weiteren Forschungsprojekten soll die Messmethode weiter verbessert werden, um zuverlässigere Ergebnisse zu erhalten und die

Messungen zu vereinfachen. Die Ergebnisse geben darüber Aufschluss, wie Zusammensetzung, die Struktur und die chemische Behandlung der Textilien verbessert werden kann, um dem Kunden ein verbessertes Tragegefühl zu bieten.

### Literatur

[1] Scheuerell, Spivak, Hollies; *Dynamic Surface Wetness of Fabrics in Relation to Clothing Comfort*, *Textile Res. J.* 55, 394-399 (1985)  
 [2] Yoneda, Kawabata; *Analysis of Transient Heat Con-*

*duction in Textiles and its Application, Part 2, J. Text. Mach. Soc. Jpn* 31, 73-81 (1983)

[3] Hes, Prommerova; *The Effect of Thermal Resistance and Thermal Absorptivity of various Fabrics on their Thermal Contact Characteristics*. 21st Textile Research Symposium at Mt. Fuji, 1992

[4] Hes, Dolezal, Hanzl, Miklas; *Neue Methoden und Einrichtungen zur objektiven Bewertung der thermokontaktigen Eigenschaften der textilen Flächengebilde*, *Melliand Textilberichte* 71, 679-681, (1990)

[5] Hes, Araujo, Djulay; *Effect of mutual bonding of textile layers on thermal insulation and thermal contact properties of fabric assemblies*, *Textile Res.* 66, 245-250, (1996)

## Neues Messgerät zur Bestimmung des Kompressionsdruckes bei Strümpfen

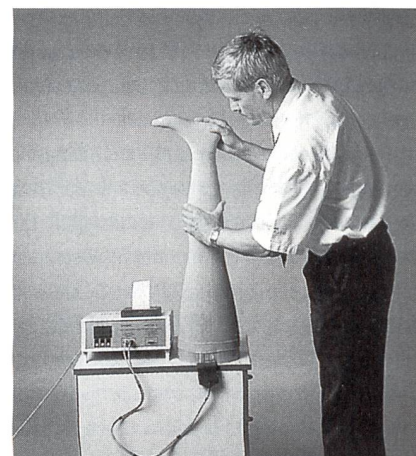
Für die Hersteller von medizinischen Kompressionsstrümpfen ist die Kompression aufgeteilt in vier Klassen und der stufenlos abnehmende Druck schon seit Jahrzehnten Stand der Technik. In den meisten europäischen Ländern bestehen entsprechende Vorschriften. An einer CEN-Norm für ganz Europa wird seit ca. 10 Jahren gearbeitet, wobei nationale Interessen den ausgehandelten Kompromissen immer wieder in die Quere kommen.

Die Hersteller von modischen Feinstrümpfen wurden bisher jedoch kaum mit Kompressionsklassen und abnehmendem Druck konfrontiert. Das hat sich mit der Einführung des «Leg Care»-Programms von DuPont geändert, denn um das entsprechende Qualitätszeugnis zu erhalten, müssen genau definierte Kriterien eingehalten werden.

### Medical Stocking Tester

Das Messen der Kompression, welche Strümpfe auf das Bein ausüben, ist ein heikles Thema, denn die dreidimensionale Elastizität eines Gestrickes beinhaltet viele Einflussfaktoren. Aus diesem Grunde existieren auch die verschiedensten Messmethoden. Die SALZMANN AG, St. Gallen, entwickelte 1977 zusammen mit Prof. F. E. Borgnis der ETH Zürich das MST-Gerät (Medical Stocking Tester) und die ca. 150 verkauften Einheiten sind weltweit im Einsatz.

Im letzten Jahr wurde das MST überarbeitet. Übernommen wurde das zugleich simple, jedoch sehr effektiv arbeitende Mess-System, nämlich ein hauchdünner Plastikschlauch mit 4, 5 oder 6 Messpunkten. Das Gerät selbst wurde jedoch komplett überarbeitet und präsentiert



Kompressionsmessgerät MST MK III.

Foto: Salzmänn MEDICO

den letzten Stand der modernen Elektronik. Sämtliche Steuerteile sind vollelektronisch und automatisierte Messvorgänge verhindern Fehlmanipulationen. Zudem kann das MST MK III mit dem PC vernetzt werden.

Die Vorteile der MST-Messmethode sind frappant:

- Schnell – preisgünstig – handlich
  - Messungen können am menschlichen Bein und an Modellbeinen durchgeführt werden
- Die hauchdünnen Mess-Sonden verformen das Gestrick nicht. Die Druckresultate sind sofort ablesbar und werden ausgedruckt. Bei Bedarf kann über die mitgelieferte Software ein komplettes Messprotokoll erstellt werden.

SALZMANN AG, Salzmänn MEDICO, Unterstrasse 52, CH-9001 St. Gallen, Tel. (+41) 071 228 43 13, Fax (+41) 071 228 43 10