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

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

**Band:** 107 (2000)

**Heft:** 3

**Artikel:** Messung der aktiven thermischen Barrierefunktion von Phase Change Material (PCM) in Textilien

**Autor:** Pause, Barbara

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-677880

**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

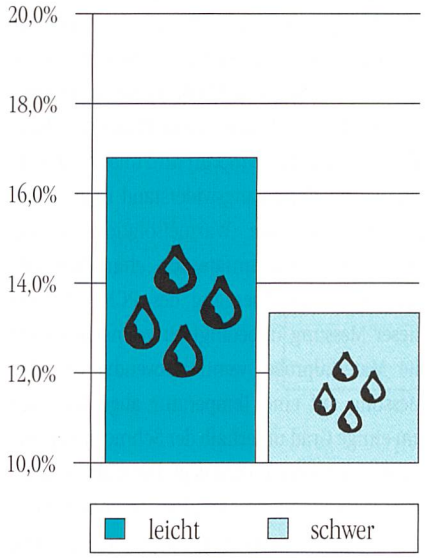
**Terms of use**

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

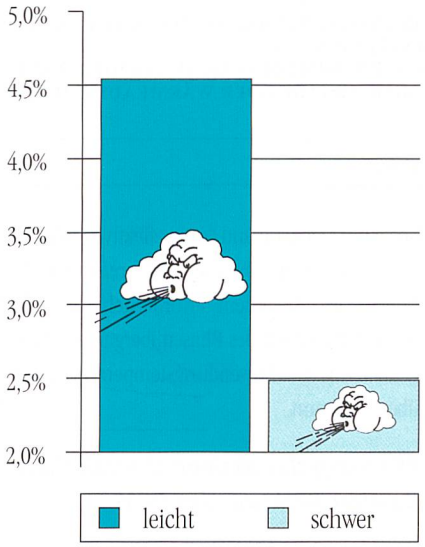
**Download PDF:** 10.01.2026

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

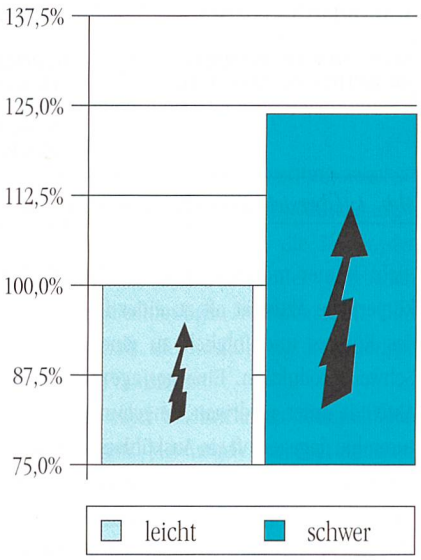
**Mittelwerte der Feuchtigkeitsabgabe in % des Frottiergewichts unmittelbar nach dem Duschen**




**Mittelwerte der Feuchtigkeitsabgabe in % 20 min. nach dem Duschen**




**Energieaufwand für Waschen und Trocknen in %**




Bei der STF-Studie wurden die Duschtücher jeweils vor Gebrauch, unmittelbar nach dem Abtrocknen sowie 20 Minuten respektive 10 Stunden nach dem Abtrocknen gewogen. Aus den erhaltenen Gewichtsunterschieden wurde die Feuchtigkeitszunahme beziehungsweise -abnahme abgeleitet. Zudem spielten auch das subjektive Empfinden der Testpersonen eine Rolle.

*Weitere Auskünfte erteilt:*
*Schweizerische Textil-, Bekleidungs- und Modefachschule*
*Herr Dr.-Ing. habil. Roland Seidl*
*Ebnaterstrasse 5*
*9630 Wattwil*
*Telefon 071 987 6840*
*Fax 071985 00 34*

**So erreichen Sie schnell die Redaktion:**
**E-mail:**
**redaktion@mittex.ch**

# Messung der aktiven thermischen Barrierefunktion von Phase Change Material (PCM) in Textilien

*Dr. Barbara Pause, Textile Testing & Innovation, Longmont (CO), USA*

## Phase Change Effekt

Phase Change Materialien (PCM) durchlaufen in einem bestimmten Temperaturbereich einen Phasenübergang beispielsweise von fest nach flüssig und umgekehrt. In einem Erwärmungsprozess wird beim Erreichen des Schmelzpunktes sehr viel Wärme vom PCM aufgenommen. Dabei erhöht sich die Temperatur so lange nicht, bis alles Material geschmolzen ist. Die aufgenommene Wärme wird im PCM gespeichert und erst dann wieder abgegeben, wenn in einem umgekehrten Abkühlprozess die Kristallisationstemperatur des PCM erreicht ist. Auch während des Kristallisationsprozesses bleibt die Materialtemperatur konstant. Die Wärmespeicherkapazität des PCM während des Phasenübergangs und der Temperaturbereich in dem der Phasenübergang stattfindet, werden mit der als Differential Scanning Calorimetry (DSC) bezeichneten Messmethode bestimmt (Abb. 1).

## Ausrüstung von Textilien mit PCM

PCM wird heute schon häufig in der Bekleidung verwendet, um deren thermophysiologische Funktionalität zu erhöhen. Vor seiner Anwendung in Bekleidungstextilien wird das PCM jedoch zunächst mikroverkapselt, um ein Auslaufen aus dem Textil in seiner flüssigen Phase zu verhindern. Das mikroverkapselte PCM wird dann entweder in Fasern bzw. Schaumstoffe eingeschlossen oder als Beschichtung auf ein textiles Trägermaterial aufgebracht. Aus den Textilien mit PCM-Ausrüstung werden dann beispielsweise Anoraks, Handschuhe, Kopfbedeckungen, Pullover, Unterwäsche sowie Schuhe gefertigt.

## Aktive thermische Barrierefunktion des PCM in der Bekleidung

In einem Bekleidungssystem begrenzt der Wärmedurchgangswiderstand der Textilien sowie der dazwischen eingeschlossenen Luftschichten den Wärmefluss vom Körper zur Umgebung. Diese passive thermische Barrierewirkung kann an wechselnde thermische Tragesituationen nur dann angepasst werden, wenn Bekleidungsstücke entfernt oder zugefügt werden. Da dies

| MESSVERFAHREN | | ZIELGRÖSSEN |
|---|---|---|
| DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY (DSC) | θ | - WÄRMEKAPAZITÄT DES PCM<br>- TEMPERATURBEREICH DES PHASENÜBERGANGS |
| DYNAMISCHE WÄRME-DURCHGANGSMESSUNG | θ | - WÄRMEDURCHGANGSWIDERSTAND DES TEXTILEN TRÄGERMATERIALS<br>- DYNAMISCHER WÄRMEDURCHGANGSWIDERSTAND DURCH WÄRMEABGABE ODER WÄRMEAUFNAHME DES PCM |

*Abb. 1: Übersicht über die vorgestellten Messverfahren*

nicht immer möglich ist, führt eine erhöhte körperliche Aktivität oft zu einer Überhitzung des Körpers und folglich zu einer erhöhten Schweissproduktion. Eine geringe körperliche Aktivität unter niedrigen Umgebungstemperaturen hat dagegen oft ein Auskühlen des Körpers zur Folge. Durch den PCM-Einsatz in Bekleidungssystemen kann nun erstmals eine aktive thermische Barrierewirkung erzielt werden, die den Wärmefluss durch die Bekleidungsschichten direkt steuert und ihn an die thermischen Gegebenheiten, d. h. die jeweilige körperliche Aktivität und die bestehenden Umgebungstemperaturen unmittelbar anpasst. Wenn beispielsweise vom Körper mehr Wärme produziert wird als durch die Bekleidungsschichten in die Umgebung abgeführt werden kann, so nimmt das PCM diese überschüssige Wärme auf und speichert sie. Andererseits, übersteigt bei einer nur geringen Aktivität der Wärmeabfluss durch die Bekleidungsschichten die Wärmeproduktion des Körpers, so wird der Wärmefluss durch die Wärmeabgabe des PCM gedrosselt. Ebenso kann durch Wärmeaufnahme des PCM eine äussere Wärmeeinwirkung begrenzt werden.

Intensität und Dauer der aktiven thermischen Barrierewirkung durch das PCM hängen im wesentlichen von seiner Wärmekapazität und der eingesetzten Menge ab. Darüber hinaus haben Untersuchungen an Textilien mit PCM-Ausrüstung gezeigt, dass auch der strukturelle Aufbau des textilen Trägermaterials die aktive thermische Barrierefunktion des PCM massgeblich beeinflusst. So unterstützen dünne, dichte Strukturen vor allem die Wärmeaufnahme des PCM. Dagegen bewirken lockere und dicke textile Trägermaterialien eine verzögerte und damit effektivere Wärmeabgabe des PCM. Für einen erfolgreichen PCM-Einsatz ist ausserdem erforderlich, dass der Temperaturbereich des Phasenübergangs weitestgehend mit dem Anwendungstemperaturbereich übereinstimmt.

*Abb. 2: Der Prüfplatz*

## Messung der aktiven thermischen Barrierefunktion des PCM

Die Erfassung der aktiven thermischen Barriere- oder Isolationswirkung des PCM in einem textilen Trägersystem bereitete anfangs einige Schwierigkeiten, da die Wärmeaufnahme bzw. Wärmeabgabe des PCM einen dynamischen Isolationseffekt mit eigenen Charakteristika schafft und sich mit herkömmlichen statischen Wärmeisolationsmessverfahren nicht erfassen lässt.

Es war daher notwendig, ein neues Messverfahren zu entwickeln. Grundgedanke des Messverfahrens ist die Überführung der Wärmeaufnahme bzw. Wärmeabgabe des PCM in Wärmeisolationskennwerte, um auf diese Weise die aktive Barrierefunktion des PCM in Textilien und Bekleidungssystemen unmittelbar zu erfassen und quantifizieren zu können. Die zur Charakterisierung der thermischen Barrierefunktion des PCM neu geschaffene Messgrösse wird als «dynamischer Wärmedurchgangswiderstand» bezeichnet und in den für Wärmedurchgangswiderstände typischen Einheiten angegeben. Der Vorteil ist, dass auf dieser Basis Vergleiche der thermischen Wirkung von Textilien mit und ohne PCM-Ausrüstung unmittelbar möglich sind. Darüber hinaus können auch verschiedene Textilien mit PCM-Ausrüstung hinsichtlich ihrer thermischen Wirksamkeit verglichen und bewertet werden. Vielfach wird das Verfahren auch dazu verwendet, den Einfluss der textilen Struktur auf die thermische Barrierewirkung des PCM zu untersuchen und den Aufbau eines textilen Trägermaterials anhand der Messergebnisse zu optimieren, wodurch die Produktentwicklung wirksam unterstützt wird. Der Aufbau des Prüfplatzes ist in Abb. 2 dargestellt.

Im Messverfahren wird zunächst der Wärmedurchgangswiderstand des textilen Trägermaterials ermittelt. Die hierbei verwendete Messmethode basiert auf einem instationären Messprinzip, bei dem die Materialprobe einer nur impulsartigen Wärmezufuhr ausgesetzt ist, was zu einer Temperaturerhöhung von maximal zwei Grad führt. Dadurch soll vermieden werden, dass das PCM bereits in dieser Phase des Messablaufes thermisch wirksam wird und der gemessene Wärmedurchgangswiderstand nicht mehr ausschliesslich die Wärmeisolationswirkung des textilen Trägermaterials charakterisiert. Um den Phasenübergang des PCM während dieser Messung unbedingt zu vermeiden, wird die Materialprobe, wenn notwendig, vor der Messung auf eine Temperatur abgekühlt, die um einige Grad unterhalb der Schmelztemperatur des verwendeten PCM liegt. Der Wärmedurchgangswiderstand des textilen Trägermaterials wird aus der zugeführten Wärmemenge, der Dicke der Materialprobe sowie Temperaturmesswerten, die während der Messung an verschiedenen Messstellen erhalten wurden, ermittelt.

Anschliessend erfolgt in zwei getrennten Schritten die Ermittlung der Barrierefunktion des PCM im textilen Trägermaterial. Im ersten Schritt wird der dynamische Wärmedurchgangswiderstand bestimmt, der durch die Wärmeabgabe des PCM verursacht wird. Im Messverfahren wird die mit PCM ausgerüstete Materialprobe auf eine Ausgangstemperatur erwärmt, die oberhalb der Kristallisationstemperatur des PCM liegt. Danach wird die Materialprobe mit einer vorgekühlten Metallplatte in Kontakt gebracht und der Temperaturverlauf an der Rückseite der Materialprobe gemessen. Die Messung wird beendet, wenn der Phasenübergang des PCM vollständig vollzogen ist. Der gleiche Messablauf wird dann an einer ähnlichen Materialprobe ohne PCM-Ausrüstung wiederholt. Aus dem Vergleich der Messzeiten, die an der Rückseite beider Materialproben für das Durchlaufen des gleichen Temperaturintervalls erhalten wurden und unter Bezugnahme auf die Wärmedurchgangswiderstände beider Materialproben erfolgt dann die Berechnung des dynamischen Wärmedurchgangswiderstandes durch Wärmeabgabe des PCM, der die Barrierewirkung des PCM unmittelbar charakterisiert (Abb. 3).

Der Gesamtwärmedurchgangswiderstand, den ein Textil mit PCM-Ausrüstung dem Wärmefluss durch die Textilschicht maximal entgegensetzen kann, ist dann die Summe aus dem Wärmedurchgangswiderstand des Textils

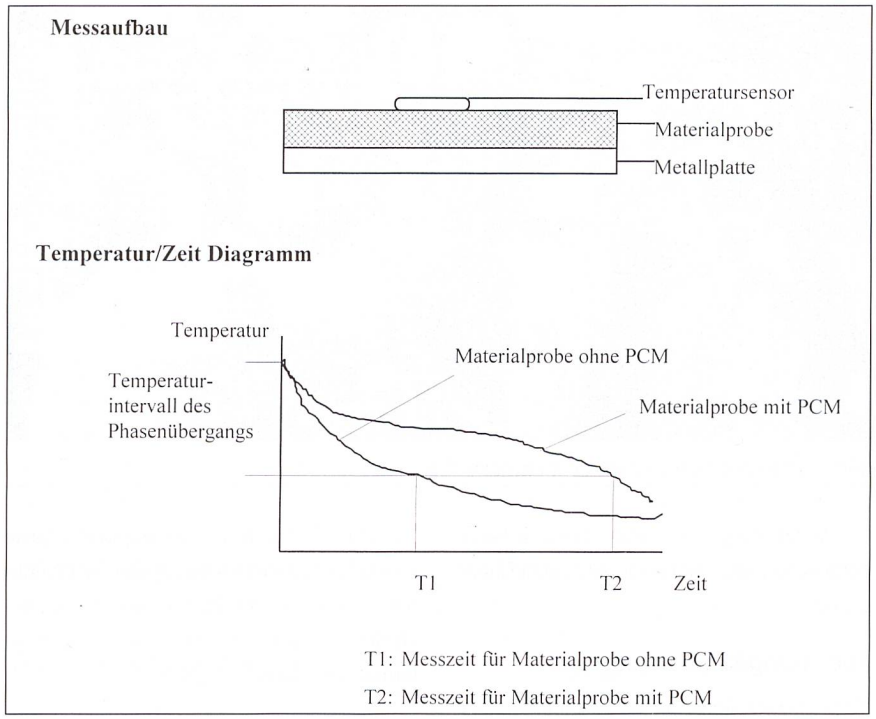



*Abb. 3: Ermittlungen der aktiven thermischen Barrierefunktion des PCM im textilen Trägermaterial*

selbst und dem dynamischen Wärmedurchgangswiderstand des PCM. Für Textilien ohne PCM-Ausrüstung entspricht der Gesamtwärmedurchgangswiderstand dem Wärmedurchgangswiderstand des Textils. Auf dieser Basis ist ein einfacher und effektiver Vergleich der thermischen Wirksamkeit von Textilien mit und ohne PCM-Ausrüstung möglich.

Der dynamische Wärmedurchgangswiderstand durch Wärmeaufnahme des PCM wird in analoger Weise ermittelt. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Materialprobe vor der Messung auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des PCM abgekühlt wird und diesmal mit einer vorgewärmten Metallplatte in Kontakt gebracht wird. Der dynamische Wärmedurchgangswiderstand durch Wärmeaufnahme des PCM charakterisiert eine Art thermischen Komfort, mit dem u. a. eine Überhitzung im Mikroklima und eine erhöhte Schweissproduktion vermieden werden soll. Für Bewertungszwecke wird daher oft ein Komfortfaktor verwendet, der einen bestimmten Wertebereich der dynamischen Wärmedurchgangswiderstände klassifiziert. Beispielsweise wird dem Wertebereich bis 0,05 $m^2K/W$ der Komfortfaktor 1 zugeordnet.

Neben Vergleichs- und Bewertungszwecken werden die dynamischen Wärmedurchgangswiderstände dazu verwendet, die Dauer der Barrierewirkung des PCM unter gegebenen Anwendungsbedingungen abzuschätzen. Dies erspart oftmals die Ausführung langwieriger Trage- und Praxistests.

Mit der oben beschriebenen Messmethode wurden bereits Messungen an über tausend Textilien mit PCM-Ausrüstung ausgeführt. Darüber hinaus basiert die Entwicklung einer Vielzahl der derzeit erhältlichen Textilien mit PCM-Ausrüstung auf der Anwendung dieser Messmethode. Die Messmethode hat sich bei ihrer Anwendung als zuverlässig und genau erwiesen. Die Ermittlung der einzelnen Messwerte dauert nur wenige Minuten. An einer Standardisierung der Messmethode wird derzeit gearbeitet.

*Information:*
*Textile Testing & Innovation,*
*Dr. Barbara Pause,*
*7161 Christopher Court,*
*Longmont, CO 80503, USA*
*Tel. 001 303 652 8560*
*Fax 001 303 652 8559*

# IMB 2000 – die weltweit grösste Messe für Bekleidungsmaschinen

***In wenigen Wochen beginnt in Köln die IMB 2000. Vom 30. Mai bis 3. Juni 2000 wird die IMB 2000 zukunftsweisende Lösungen aufzeigen. Neben der Vorstellung technischer Innovationen gehören dazu auch der Austausch von Managementwissen und der Auf- und Ausbau neuer Handelsbeziehungen. Chefredakteur Dr. Roland Seidl erläutert auf der Basis einer Pressekonferenz, die die KölnMesse kürzlich in Wien veranstaltete, das aktuelle Umfeld für die Bekleidungsindustrie und den Bekleidungsmaschinenbau.***

### Auslandsbeteiligung weiter steigend

Die IMB hat sich kontinuierlich zur Leitmesse entwickelt. Zur IMB 2000 werden über 700 Unternehmen aus rund 40 Staaten – darunter alle nationalen und internationalen Marktführer – das Weltangebot an Maschinen, Anlagen, Logistik und Fertigungstechnologie für die Bekleidungsindustrie und die Textilverarbeitung vorstellen. Die starke Präsenz ausländischer Anbieter – ca. 65% der Unternehmen kommen aus dem Ausland – unterstreicht die internationale Dimension der IMB 2000. Insgesamt wird die IMB 2000 eine Fläche von rund 100 000 $m^2$ belegen.

Zuwächse werden insbesondere aus den ostasiatischen Ländern und hier vor allem aus Japan, der Republik Korea und Taiwan verzeichnet. Allein aus diesen Ländern haben sich bis zum jetzigen Zeitpunkt rund 30 Unternehmen mehr angemeldet als zur letzten IMB. Auch aus Italien kann bereits heute ein leichtes Plus vermeldet werden.

### Erweitertes Angebot

Zum Jahrtausendwechsel sind die Erwartungen, dass die IMB nachhaltige Impulse und Perspek-