

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

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

**Band:** 108 (2001)

**Heft:** 2

**Artikel:** Phase change materials (PCM) : Erfahrungen aus Labor und Probandenversuchen

**Autor:** Weder, Markus

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-678170>

#### 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:** 20.02.2026

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

### Energieumsätze des Körpers beim Skilaufen

Tätigkeit	Mittlerer Energieumsatz in kJ/min.
Stehend am Skilift warten	5 - 7
Sitzend mit dem Skilift fahren	1 - 3
Anstieg mit Tragen der Skier auf der Schulter	32 - 40
Gerade Abfahrt	36 - 50
Slalomabfahrt	90 - 96
Langlauf	77 - 86

#### Auswahl eines geeigneten textilen Trägermaterials

Der dritte Bearbeitungsschritt beinhaltet die Auswahl eines geeigneten Trägermaterials, dass das im ersten Schritt ermittelte PCM in der erforderlichen Menge enthält. Neben den spezifischen Anforderungen an PCM-Typ und PCM-Menge, werden in der Materialauswahl auch textilspezifische Erfordernisse, wie eine ausreichende Atmungsaktivität oder eine geforderte Flexibilität, berücksichtigt. Die Auswahl erfolgt mittels einer in das Programm integrierten Datenbank. Sollte kein Trägermaterial verfügbar sein, das den gestellten Anforderungen genügt, so kann das Programm auch zur Entwicklung eines entsprechenden Materials verwendet werden.

#### Design der Hightech-Bekleidung mit PCM-Ausrüstung

Im letzten Programmschritt erfolgt das Design der Hightech-Bekleidung unter der Zielstellung, die thermische Wirkung des PCM in der Hightech-Bekleidung zu optimieren. Grundlage dafür bilden thermographische Messungen, deren Ergebnisse in das Programm integriert sind. Die Thermographie ermöglicht das Auffinden thermischer Problemzonen, auf die der PCM-Einsatz und das Bekleidungsdesign abzustimmen sind. Das computergestützte Berechnungs- und Simulationsverfahren ermöglicht erstmals eine zielgerichtete Entwicklung von Hightech-Bekleidung mit PCM-Ausrüstung. Erprobungen der Hightech-Bekleidung in Trage-

tests haben gezeigt, dass eine auf diese Weise entwickelte Kleidung mit PCM-Ausrüstung einen effektiven und dauerhaften Thermoregulationseffekt gewährleistet. Die Anwendung des computergestützten Berechnungs- und Simulationsverfahrens verkürzt außerdem die Entwicklungszeit für Bekleidung mit PCM-Ausrüstung erheblich. Darüber hinaus wirkt das Programm als Brücke zwischen der Herstellung von textilen Trägermaterialien mit PCM-Ausrüstung und dem Konfektionieren der Hightech-Bekleidung. Das Verfahren wurde bisher unter anderem bei der Entwicklung von Sport- und Schutzbekleidung erfolgreich angewandt.

#### Informationen

Textile Testing & Innovation, LLC.  
Dr. Barbara Pause  
7161 Christopher Court  
Longmont, CO 80503, USA,  
Tel. 001 303 652 85 60  
Fax 001 303 652 85 59

## Phase change materials (PCM) : Erfahrungen aus Labor und Probandenversuchen

Markus Weder, EMPA St.Gallen, CH

**In den letzten Jahren sind immer häufiger sogenannte intelligente Textilien auf Basis von «Phase Change Materials» (im folgenden nur noch mit PCM gekennzeichnet) auf dem Markt aufgetaucht, die in der Lage sein sollen, sich den ändernden Umgebungsbedingungen anzupassen. Es wurden Untersuchungen an PCM-Textilien vorgenommen.**

Der PCM-Effekt soll darin bestehen, dass Energie beim Wechsel des Aggregatzustandes von kleinen Wachskügelchen (Durchmesser ca. 10 bis 30 µm) gespeichert oder wieder abgegeben werden kann. Diese Kügelchen sind durch eine äußere hauchdünne Kunststoffhülle geschützt, damit das Wachs im flüssigen Zustand nicht auslaufen kann. Dabei wechseln sie in einem

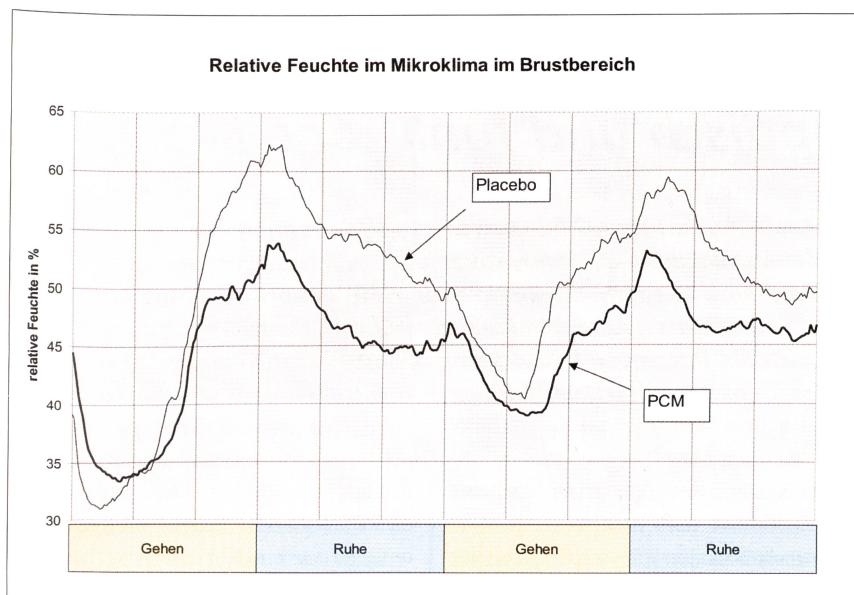
definierten Temperaturbereich den Aggregatzustand: Vom festen Zustand werden sie durch Aufheizen verflüssigt und nehmen dabei eine bestimmte Wärmemenge auf. Umgekehrt beim Herunterkühlen vom flüssigen in den festen Zustand wird eine definierte Menge Wärme wieder abgegeben. Die Kügelchen können in Acrylfasern eingesponnen, in eine Beschichtung ein-

gesetzt, oder in Schäume mit einer Dicke von 2 bis über 5 mm eingebbracht werden.

#### Richtige Anwendung

Ein wichtiger Faktor ist der Ort der Wärmebildung, respektive Wärmefreisetzung. Werden solche Materialien weit weg vom Körper eingesetzt, kann praktisch nur ein Bruchteil der freigesetzten Energie auch wieder dem Menschen zurückgeführt werden. Sind diese Materialien anderseits sehr nahe an der Haut plaziert, verändert sich, insbesondere im Rumpfbereich aufgrund seiner mehr oder weniger konstanten Hauttemperaturen, sehr wenig. Am Anfang kann zwar Energie gespeichert, jedoch nicht wieder dem Körper zurückgeführt werden, wenn die Mikrokapseln permanent flüssig sind. Prinzipiell eignen sich deshalb die Extremitäten besser für den Einsatz von PCM, da die Oberflächentemperatur von Armen und Beinen, je nach Wärmemanko respektive -überschuss, wärmer oder kälter sind.

Die Temperatur einer Jackeninnenseite ist während Ruhephasen, wenn sich der Mensch



kaum bewegt, tief. Bewegt er sich, wird warme Luft vom Achselhöhlenbereich in den gesamten Rumpfbereich verteilt, die Temperatur einer Jackeninnenseite (wo sich das PCM befindet) steigt einige Grade an und kann einen Phasenwechsel bewirken. Um diese Energiespeicherungsmöglichkeit ausnutzen zu können, muss der Temperaturbereich öfters von unten nach oben, und umgekehrt, durchfahren werden, und es müssen genügend PCM für den Phasenwechsel vorhanden sein.

#### **Neue Messungen mit signifikanten Ergebnissen**

Zahlreiche Messungen an diversen Apparaturen, die dynamisch unter möglichst realistischen Praxisbedingungen durchgeführt wurden, zeigen auf, dass ein «Effekt» stattfindet. Es ist jedoch nicht, wie allgemein vermutet, allein der Wechsel des Aggregatzustandes. Die Wachskügelchen haben im flüssigen und im festen Zustand eine unterschiedliche Wärmeisolation: Im warmen (flüssigen) Zustand ist die Wärmeleitung höher, als wenn die Kugeln fest sind. Diese Änderung der Wärmeleiteigen-

schaft dauert im Gegensatz zu der Aggregatzustandsänderung deutlich länger und übt demzufolge einen größeren Einfluss auf den Energietransport aus.

he Abb. 1), wie sie bei folgendem Probandenversuch festgestellt wurde:

Den Probanden wurde die Rektaltemperatur, die Mikroklimatemperatur und Feuchte im Brust-, Bauch-, und Rückenbereich, beim Oberschenkel und an diversen Stellen die Hauttemperatur gemessen. Ebenso wurden die subjektiven Komfortaussagen über den Versuch hinweg protokolliert. Um die Lokalisation der Feuchte zu erhalten, wurden die Probanden, und sämtliche Bekleidungsteile, vor und nach dem Versuch gewogen. Obwohl die Rektaltemperatur während des gesamten Versuches anstieg (um 0.15 °C beim PCM und 0.25 °C beim Placebo), wurden die Ruhephasen subjektiv als etwas kühl empfunden. Die Hauttemperaturen waren beim PCM Muster durchwegs etwas tiefer als beim Placebo Muster.

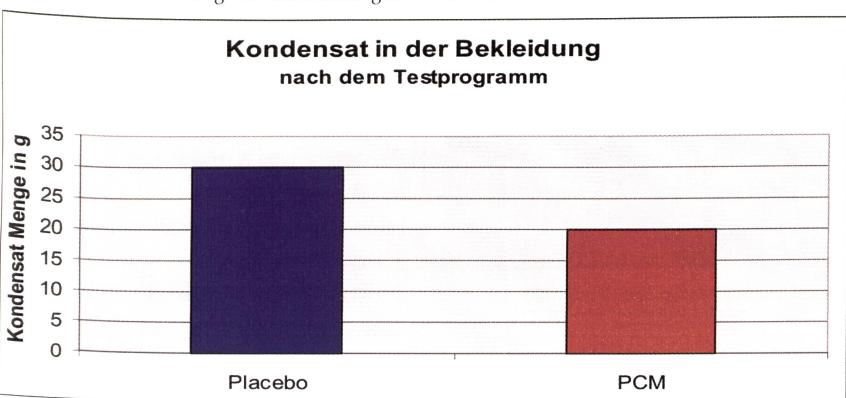
Praktisch bei allen 4 Positionen der Abbildung 1 wurden im Mikroklima bei den PCM Mustern 2 bis 10 % tiefere Feuchtigkeiten gemessen. Da der Feuchteabtransport bei beiden

Probandenversuch	Bekleidungsaufbau	Bedingungen:
6 männliche Testteilnehmer Alter +/- 25 Jahre	Unterwäsche PES Langarm und Langhose  Testkleidung mit PCM und einmal exakt gleich jedoch ohne PCM  Handschuhe (ohne PCM)  Stirnband  Laufschuhe	Kabinentemperatur 0°C  Windgeschwindigkeit +/- 2m/s  Laufband-Steigung von 4%  Laufbahn-Geschwindigkeit von 5 km/h  Laufprogramm: 15 min. Gehen 15 min. Ruhe 15 min Gehen 15 min. Ruhe  Jeder Versuch wurde zweimal gemessen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Reduktion der relativen Feuchte im Mikroklima (sie-

hie Bekleidungen identisch war, deutet auch die geringere Schwitzwassermenge in der Unterwäsche (Abb. 2) auf eine deutlich geringere Schweißproduktion in der PCM Bekleidung hin.

Das PCM reduziert die relative Feuchte im Mikroklima signifikant, was zu einem höheren Komfortempfinden führen kann. Gemäß Studien von Scheurell et al. (1985), ist der Mensch in der Lage, bereits kleine Änderungen der rel. Feuchte von 3 bis 5 % wahrzunehmen. Es ist jedoch wichtig, dass die Schmelz- und Erstarzungstemperaturen richtig ausgelegt sind. Eine zu tiefe oder zu hohe Schmelztemperatur kann



nicht nur den Effekt verhindern, sondern es kann sogar eine Komfortverschlechterung gegenüber dem Placebomaterial eintreten.

#### Fazit

PCM ist also nicht einfach nur ein Material, das man irgendwo in eine Bekleidungskombination zu stecken braucht und dann bereits eine Komfortverbesserung liefert. Soll das PCM auch tatsächlich Vorteile erbringen, so müssen folgende Fragen beantwortet sein:

- In welcher Schicht soll das PCM eingesetzt werden (Empfehlung: möglichst nahe beim Körper)?
- Welche Kapseln mit welchem Schmelzpunkt braucht es?
- Wieviel PCM muss pro m<sup>2</sup> reingepackt werden (mehr PCM verlängern die Funktion)?
- Welche zu erwartenden Temperaturen werden an dieser Stelle eintreten?
- Bei welchen Umgebungsbedingungen soll das PCM wirksam sein und wo nicht?
- An welchen Körperstellen soll PCM eingesetzt werden (vollflächig oder nur partiell)?
- Was für Aktivitäten fallen an und wie hoch ist die Wärmebildung?

All diese und noch weitere Fragen sollten exakt definiert sein, um einen wirkungsvollen Einsatz des PCM zu erhalten.

#### Informationen

EMPA St.Gallen.  
Markus Weder  
Lerchenfeldstrasse 5  
CH-9014 St.Gallen  
Tel. +41 71 274 74 74  
Fax +41 71 274 74 99

**E-mail-Adresse Inserate**  
**inserate@mittex.ch**



## Wäschestoffe und Activewear – modisch und funktionell

**Die Christian Eschler AG hat sich seit ihrer Gründung der «Masche» verschrieben. Bekannt als innovativer und zuverlässiger Lieferant für die Wäsche- und Miederhersteller in aller Welt, gehört die Firma auch weltweit zu den besten Adressen für Active-Sports-Hersteller, schliesslich ließen sich die intensiven Entwicklungsarbeiten am Skianzug [1] zur Weltmeisterschaft zweifach vergolden.**

Bei der trendgerechten Antwort auf bestehende Marktbedürfnisse nach noch mehr Elastizität konnten die Schweizer Wäschestoff-Spezialisten auf ihre jahrelange Erfahrung im Bereich Sportstoffe zurückgreifen. Die neugeschaffenen Qualitäten belegen überzeugend, dass sich optimierte Funktion und modische Aussage ideal verbinden lassen.

#### Schwerpunkte im Rundstrick-Bereich

Bei der weiterentwickelten «Space-Gruppe» handelt es sich um formgebende, nahtlose Moldings für den Miederbereich. Eine neue Micro-Qualität in Ripp-Struktur (Micro-Garn beidseitig) besticht durch besonders hautfreundliches, softiges Touché. Die glatte Oberfläche mit ed-

rent und trotzdem stabil. Crêpe- und Satin-Optik dominieren das Angebot. Dank Einsatz neuer Garne wurde eine bi-elastische Qualität in Matt-Glanz-Effekt entwickelt, die höchsten Trag-Komfort verspricht.

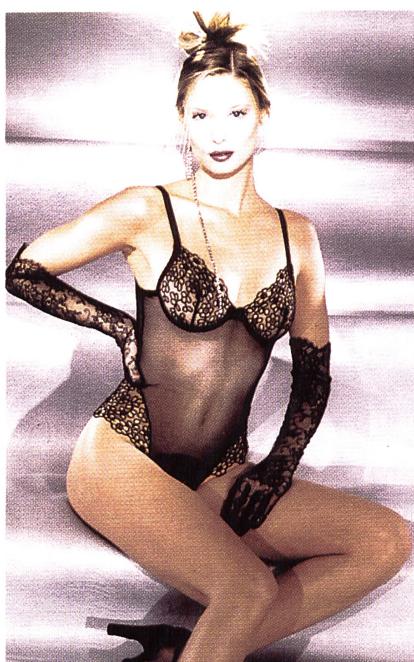
Im Sinne von noch mehr Funktionalität wurde der Anteil bi-elastischer Qualitäten ausgebaut. Die wichtigsten Merkmale: Kurzer und langer Zug, Glamour- und strukturierte Optik, betont feminine Mèche-Qualitäten mit Lycra. Ganz neu sind feine florale Drucke und Butterfly-Motive im Wäschebereich, die sich auf jeder Qualität realisieren lassen. Transferdrucke auf Polyester-Qualitäten sind als eine Art «Impulsprogramm» gedacht, da im Bereich Druckfarben und Uni-Colorierungen firmenspezifische Wünsche und Anregungen exklusiv realisiert werden sollen.

#### Kettwirk-Qualitäten mit optimierter Elastizität

Dem Wunsch nach noch mehr Funktionalität und Tragkomfort mit betont femininer Note folgend, haben die Schweizer Wäschestoff-Spezialisten aus Bühler in der Sommer-Kollektion auf hoch- und bi-elastische, feine und transparente Tüll- und Voile-Qualitäten (Abb. 1) gesetzt, die sich durch ein besonders markantes Rücksprungvermögen auszeichnen, und damit auch die Basis für ein angenehmes Körgefühl und komfortable Bewegungsfreiheit beim Tragen der daraus hergestellten Wäsche legen.

#### Paragon® im Aufwind

Das Paragon® Schweiß-Transport-System [2] baut sich weder durch Tragen noch durch Waschen oder Reinigen ab – dies im Gegensatz zu den bisher bekannten Systemen (Abb. 2). «Das Echo ist weltweit positiv, und in der Schweiz fand Paragon® eine sensationell gute Aufnahme», erklärte Peter Eschler, Vorsitzender der



Modell aus hochelastischem Wirk-Voile

lem Glanz-Effekt unterstreicht das Feminine. Die Stickböden sind besonders leicht, transpa-