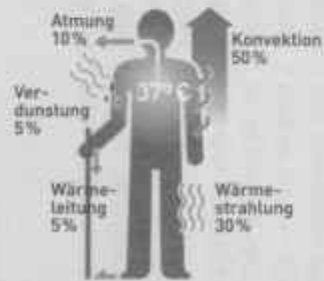


WARM ANZIEHEN!

Ob Kaschmir, Baumwolle oder Kunstfaser: Winterkleidung wärmt nicht, sie hindert nur die Körperwärme am Entweichen – mit unterschiedlichem Erfolg.
Ein Crash-Kurs über die Physik der Textilien



WARUM VERLIERT DER KÖRPER WÄRME?

Als Warmblüter hat der Mensch in seinem Körperinnern ständig für eine Temperatur von 37 Grad Celsius zu sorgen – indem er Nahrung in Energie verwandelt. Doch gerade im Winter geht die Wärme fast

genauso schnell verloren, wie sie produziert werden kann. Fünf Prozesse spielen dabei eine Rolle:

- **Konvektion:** Die Luft, die direkt über der Haut liegt, erwärmt sich, sie steigt auf und wird durch kühlere Luft ersetzt. Wind beschleunigt den Vorgang.

- **Wärmeleitung:** Durch Kontakt mit einem kühleren Gegenstand geht ebenfalls Wärme verloren – besonders über die Fußsohlen, aber auch über einen Wanderstock und teilweise sogar über die Kleidung.
- **Wärmestrahlung:** Auch ohne Luft und direkten

Kontakt gibt die Haut kontinuierlich Wärme an die kühlere Umgebung ab – hauptsächlich in Form von infraroter Strahlung.

- **Verdunstung:** Schweißtropfen, die auf der Haut verdampfen, entziehen dem Körper viel Wärme. Denn um Schweiß vom flüssigen

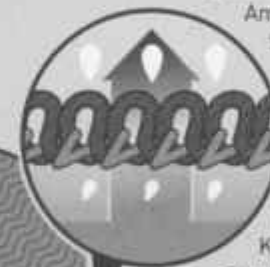
in den gasförmigen Zustand zu versetzen, sind große Mengen Energie nötig.

- **Atmung:** Die ausgeatmete Luft, die tief aus den Lungen kommt, ist feucht und warm. Besonders an kalten, trockenen Tagen verliert der Körper durch Ausatmen einiges an Wärme.

WIE VERHINDERT KONVENTIONELLE KLEIDUNG DEN WÄRMEVERLUST?

Aufgabe der Textilien ist es, den fünf Prozessen, die dem Körper Wärme entziehen, gezielt entgegenzuwirken – indem sie isolieren und den Luftaustausch über der Haut verhindern:

1. **Unterwäsche:** Eng anliegende Baumwollunterwäsche dient vor allem einem Ziel: Sie soll den Luftstrom über der Haut stoppen – und so den Wärmeverlust durch Konvektion unterbinden. Der Naturstoff hat allerdings einen Nachteil: Seine hohlen Fasern saugen sich mit Schweiß voll, sie nehmen bis zu 80 Prozent ihres Gewichts auf. Wasser wiederum leitet Wärme sehr gut (25-mal besser als Luft). Ein feuchtes Baumwollunterhemd entzieht dem Körper somit sehr schnell Wärme.



WAS MACHT MODERNE FUNKTIONSKLEIDUNG ANDERS?

Der größte Nachteil herkömmlicher Winterkleidung ist ihre Anfälligkeit für Feuchtigkeit – und dadurch hervorgerufene Kälte. Hightech-Kleidung bekämpft die Nässe und hält so, obwohl sie nach demselben Prinzip funktioniert, wärmer.

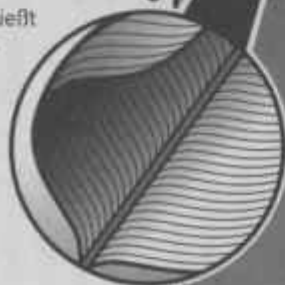
Am besten klappt das mit drei Schichten:

1. **Schicht: Feuchtigkeitstransport**
Funktionsunterwäsche soll Schweiß möglichst schnell vom Körper wegtransportieren. Eine Kombination mehrerer Mikrofasern macht das möglich: Die extrem dünnen Chemiefasern nehmen keine Feuchtigkeit auf, sondern leiten diese zur nächsten Textilschicht. Indem innen feine Garne aus gröberen Einzelfasern und außen gröbere Garne aus feineren

2. Pullover: Der Wollpulli soll vor allem isolieren und den Wärmeverlust durch Strahlung unterbinden. Möglich wird das durch große Hohlräume zwischen den einzelnen, stark gekräuselten Fasern: Hier wird – wie in der Wand einer Thermoskanne – Luft gefangen. Und Luft ist, wenn sie nicht entweichen kann, noch immer einer der besten Isolatoren. In dieser Hinsicht funktioniert Wolle genauso gut wie Kunstfasern, wenn nicht sogar besser. Allerdings gilt sie als nicht besonders strapazierfähig.

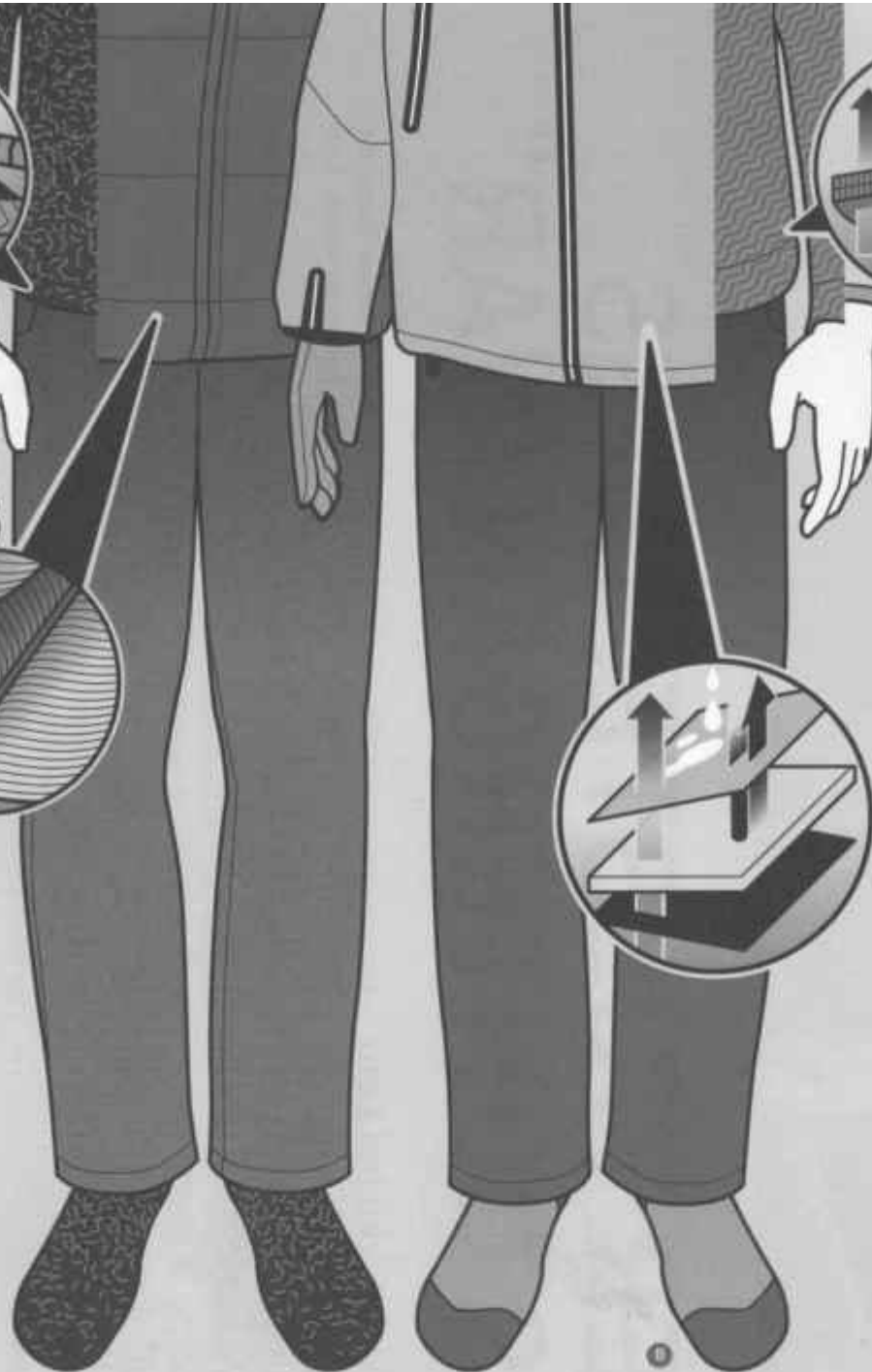


3. Daunenjacke: Kaum ein Stoff schließt Luft besser ein als Daunen, entsprechend warm (und teuer) sind gute Daunenjacken. Konvektion, Wärmestrahlung und -leitung werden gestoppt. Daunen trocknen allerdings schlecht, in der dicken Füllung kann Wasser gefrieren.



EISKALTE FAKTEN

- Über den Kopf verliert der Mensch mehr Wärme als über jeden anderen Körperteil (40 Prozent). Zum Schutz des Gehirns zieht der Körper als Erstes Wärme aus Händen und Füßen ab und schiebt sie in den Kopf.
- Wird es dem Körper zu kalt, beginnt er, die Muskeln rhythmisch zusammenzuziehen. Dieses Kältezittern erzeugt Wärme.
- Indem sich die Härchen am Körper bei Kälte aufstellen („Gänsehaut“), verhindern sie, dass der Wind die dünne wärmende Luftschicht wegbläst – ähnlich wie ein Fell.
- Ohne Isolation oder Kleidung ist der Körper bei einer Temperatur unter 27 Grad Celsius auf Dauer nicht überlebensfähig.
- Am Hals entweicht wie bei einem Kamin leicht Wärme. Ein Schal oder eine Jacke mit dichtem Kragen wirkt dem entgegen.
- Jeder Gegenstand aus Metall, der den Körper berührt (auch Uhren und Schmuck), entzieht der Haut große Mengen Wärme.



Fasern eingesetzt werden, entsteht ein Kapillareffekt, der Feuchtigkeit anzieht.

2. Schicht: Isolation
Genauso wie Wolle schließen auch die röhrenförmigen Polyesterfasern in Fleecejacken Luft ein. Da sie relativ steif sind, bewahren sie selbst unter Druck ihr wärmendes Luftpolster. Zwischen den dünnen Fäden wirken Kapillarkräfte: die den Transport von Wasserdampf beschleunigen. Eine zusätzliche Membran aus Polyurethan zwischen zwei Fleece-schichten schützt bei Bedarf vor Wind von außen, lässt aber Wasserdampf von innen durch.



3. Schicht: Regen- und Windschutz
Die äußere Schicht muss nicht wärmen, sondern nur Nässe und Wind abhalten. Hierzu haben sich Membrane bewährt: Poröses Teflon, wie es in Gore-Tex eingesetzt wird, hat 1,4 Milliarden Öffnungen pro Quadratzentimeter – eine jede kleiner als ein Mikrometer. Das ist groß genug, um die Wasserdampfmoleküle des Schweißes durchzulassen, die noch 700-mal kleiner sind. Wassertropfen von außen, 20.000-mal so groß wie die Poren, kommen dagegen nicht durch die Membran hindurch.



A Wärmeverlust durch Atmung
In modernen Sturmhauben entzieht eine durchlässige, mit einem Trockenmittel beschichtete Plastikfolie der ausgeatmeten Luft die Wärme. Die gespeicherte Energie wärmt beim anschließenden Einatmen die kalte Luft auf.

B Wärmeleitung durch die Socken
Die Unterseite von Socken muss nicht nur dick genug sein, um die Wärmeleitung mit der Schuhsohle zu verhindern, die Socken müssen auch Feuchtigkeit schnell aus dem Schuh befördern. Hierzu setzen Hersteller auf Kapillarkräfte.