Hightech Textilien – Physik

Didaktischer Kommentar

1. Untereinheit Physik

In der Untereinheit Physik geht es darum, die Ursachen für die bei Hightech-Textilien beobachteten Phänomene zu verstehen. Dazu ist es wichtig, dass man die Konzepte von Wärmetransport und Dichtigkeit sowie das Zusammenspiel von Hydrophobie und Oberflächenspannung versteht. Die Versuche ermöglichen den Schülerinnen und Schülern einen forschend-entdeckenden Zugang zu den einzelnen Phänomenen. Im Zusammenspiel der beobachteten Phänomene schliesslich erkennen die Schülerinnen und Schüler wiederum die Funktionsweise einer modernen Regenjacke. Zusammen mit den Inhalten aus dem TTG verstehen die Schülerinnen und Schüler die Rolle der einzelnen Komponenten und damit den Aufbau einer Regenjacke.

1. Untereinheit Physik 1: Wärmetransport und Isolation

Inhalt

Die Schülerinnen und Schüler messen die Abnahme der Temperatur einer PET-Flasche mit 37 Grad heissem Wasser, wenn diese in verschiedene Textilien eingepackt ist. Die Schülerinnen und Schüler messen auch den Unterschied zwischen einer trockenen und einer feuchten oder gar nassen Isolation.

Aufbau

* Aufbau
* Periodische Temperaturmessungen

Diskussion der Ergebnisse

Didaktische Hinweise  
Vielen Schülerinnen und Schüler erscheint es anfänglich paradox, dass man «warme Kleider» auch zum Kühlen verwenden kann. Es ist in diesem Zusammenhang interessant zu beobachten, dass eiskaltes Wasser aus dem Kühlschrank länger kalt bleibt, wenn man die Flasche in «warme Kleider» wie Skisocken oder Wollpullover einpackt.

Es ist ebenso erstaunlich, dass warmes Wasser schneller abkühlt, wenn man die Flasche in eine nasse Socke packt, als wenn man die Flasche einfach stehen lässt. Dies erklärt, weshalb wir auch an einem schönen Sommertag kalte Füsse bekommen, wenn die Socken einmal nass werden.

Die SuS lernen, dass feuchte Kleidung ihre Isolations-Eigenschaften verliert. Wasser ist ein nicht allzu schlechter Wärmeleiter. Im Kontext von High-Tech-Textilien bedeutet dies, dass ein gutes Material die Feuchtigkeit schnell wieder loswerden muss. Es gibt noch eine zweite Möglichkeit, die weniger intuitiv ist: Die Kleidung fühlt sich trocken an, obwohl schon viel Wasser darin gespeichert ist.

1. Untereinheit Physik 2: Problem der Dichtigkeit von Regenjacken

Inhalt:

Die Schülerinnen und Schüler messen den intuitiv einzig wichtigen Parameter einer Regenjacke und stellen fest, dass die Sache komplexer ist als erwartet. Die Wasserdichtigkeit soll hoch, die Wasserdampfdichtigkeit hingegen tief sein.

Aufbau:

* Messung der Luftdurchlässigkeit mit einem «Jacken-Ballon»
* Messung der Wasserdichtigkeit frei nach ISO 811 (ISO 811 ist ein gängiges Industrie-Standardverfahren, um die Dichtigkeit von Regenjacken zu quantifizieren.)

Didaktische Hinweise:  
Die Funktion einer Hülle liegt normalerweise in der Dichtigkeit. Regenjacken sollen jedoch für Regenwasser undurchlässig sein, aber den vom Menschen ausgedünsteten Wasserdampf passieren lassen. Die vorliegenden Versuche sollen dieses auf den ersten Blick unlösbare Dilemma aufzeigen.

Die Versuche zur Dichtigkeit sind schlecht reproduzierbar. Es ist nicht ratsam, die Versuche quantitativ mit Messreihen durchzuführen. Im Zentrum soll einerseits die Messmethode stehen und andererseits die Erkenntnis, dass auch teure Jacken eigentlich nicht wirklich wasserdicht sind.

Die SuS lernen ein normiertes Verfahren kennen, um eine schlecht formulierbare Grösse zu messen. Sie erkennen die Notwendigkeit der genauen Definition des Verfahrens und können kritische Fragen zu den Qualitätslabel formulieren. (NT1.1. NT1.2)

Beispielsweise hat eine Plastikfolie vermutlich Dichtigkeitswerte von mehreren tausend, ist aber nicht atmungsaktiv und sehr schwer zu tragen.

1. Untereinheit Physik 3: Hydrophobie und Oberflächenspannung als Lösung

Inhalt

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Materialeigenschaften unterschiedlicher Oberflächen und erkennen das Verhalten von Wassertropfen darauf, insbesondere erkennen sie den grundlegenden Unterschied zwischen benetzenden und nicht-benetzenden Oberflächen.

Aufbau

1. Büroklammer auf reinem Wasser
2. Büroklammer auf Seifenwasser
3. Kontaktwinkel auf verschiedenen Geweben
4. Oberflächenspannung von Wasser, Seifenlauge und Alkohol

Didaktische Hinweise  
Die Versuche dienen einerseits der Vertiefung der bereits gemachten Erkenntnisse und andererseits sollen sie das Feld von Verknüpfungen in andere Bereiche öffnen – einerseits in die Biologie und andererseits in die Verfahrenstechnik.

Mit diesen Experimenten soll den Schülerinnen und Schülern klar werden, nach welchem Prinzip Gore-Tex-Jacken funktionieren. Durch kleine Löcher in einer superhydrophoben Oberfläche kann Dampf ungehindert austreten. Wasser im flüssigen Aggregatszustand wird aber aufgrund der Tropfenbildung nicht durch die kleinen Löcher hindurchkommen. Damit ist das Wunder geklärt, weshalb der Schweiss zwar hinausgehen, das Regenwasser aber nicht hineinkommen kann.

Die Einheiten machen den Schülerinnen und Schülern bei der Auswertung dieses Versuchs bestimmt Schwierigkeiten. Es ist ratsam, das Tropfen-Volumen im m3 umzurechnen. Das gibt natürlich verschwindend kleine Zahlen. Ein typischer Tropfen hat ein Volumen von 0,05 ml, das sind dann 5 **.** 10-2 ml, 5 **.** 10-5 l oder 5 **.** 10-8 m3.

Auch das Verständnis der Kraft, welche den Tropfen nach oben zieht, bereitet den Schülerinnen und Schülern oftmals Probleme. Es ist einfacher, sich vorzustellen, dass eine Vergrösserung der Oberfläche Arbeit braucht, und dann mit W = F . s zu argumentieren. Ist wohl immer noch nicht wirklich einsichtig.

1. Bezugsquellen

Die meisten zu verwendeten Materialien finden sich in den Physik- und Chemiesammlungen der Sekundarschulen oder können günstig im Supermarkt gekauft werden. Die Wärmebild-Kamera bildet die einzige Ausnahme.

* Aus der Physik- und Chemie-Sammlung: Thermometer, Bürette, Druckluft
* Aus dem eigenen Kleiderschrank: Socken, Pullover und Regenjacken in unterschiedlicher Qualität
* Aus der PET-Sammlung: PET-Flaschen
* Eigens für die angegebenen Versuche zu besorgen sind folgende Materialien:  
  Nano-Imprägnierspray aus Migros, Denner oder Coop  
  Wärmebild-Camera-Aufsatz Flir One Pro für Smart Phones von Flir CHF 399.-  
  Kapillar-Glasröhrchen (z. B. von Schott, 100 Stück für 5.48 CHF))

Wasserdichtigkeitsmessgerät nach ISO 811 im Eigenbau:

Für den Eigenbau eines Wasserdichtigkeitsmessgeräts genügt es, ein Plexiglasrohr mit Stativmaterial senkrecht aufzustellen und von unten mit dem Laborboy ein weiteres Stück Rohr anzupressen. Zwischen die beiden Plexiglasstücke wird die zu testende Membran eingeklemmt.

* Plexiglasrohr mit Durchmesser ca. 10 cm: ein langes (150 cm) und ein kurzes (40 cm) Stück aus dem Baumarkt (Obi, Hornbach, etc. )
* Laborboy, Stativmaterial aus der Physik- und Chemie-Sammlung