



*Warum friert ein Eisbär nicht? Wäre schwarzen Eisbären wärmer? Die vielen Tricks der Eisbären!*



## Vorversuche: Wärmestrahlung

### Versuch 1: Durchlässigkeit, Reflexion und Absorption von Stoffen

Lege zwei Bücherstapel nebeneinander auf den Tisch. Dazwischen stelle das Strahlungsmessgerät. In etwa 30cm Höhe über den Bücherstapel bringe die Glühlampe an. Verdunkle den Raum und miss die Bestrahlungsstärke ab.

Danach lege das Testmaterial über die beiden Bücherstapel und lies die jeweiligen Werte am Strahlungsmessgerät ab.

Testmaterial	abgelesener Wert
ohne Testmaterial	
Kunststoffolie	
weißes Blatt Papier	
schwarzes Papier	

Ergebnis:.....  
 .....  
 .....

### Versuch 2: Reflexion von Strahlung

Anordnung wie oben. Das Strahlungsmessgerät wird auf das Probenmaterial gerichtet, etwas oberhalb des Lampenschirms, so dass kein direkt einfallendes Licht auf die Empfangsfläche fallen kann. Suche immer die Stellung des größten Ausschlags des Zeigers. verdunkle den Raum und lege verschiedene Probematerialien auf die Bücherstapel.

Testmaterial	abgelesener Wert
Alufolie glatt	
Alufolie zerknüllt	
transparente Abdeckung	
weißes Blatt Papier	
schwarzes Papier	

### Versuch 3: Absorption von Strahlung

Addiere einmal für das weiße Papier, die transparente Abdeckung und das schwarze Papier die Messwerte der durchgelassenen und reflektierten Strahlung. Vergleiche die jeweiligen Summen mit dem Wert für die ungehinderte Lampenstrahlung.

Testmaterial	Summe der Werte	ungehinderte Strahlung
transparente Abdeckung		
weißes Blatt Papier		
schwarzes Papier		

Ergebnis:.....

Lege ein Blatt Papier auf den Bücherstapel und senke die Schreibtischlampe so ab, dass nur 10cm Abstand zwischen Papier und Glühlampe bleiben. Warte etwa eine Minute lang. Berühre danach das Papier von unten, genau an der Stelle, auf die, die Lampe geschienen hat.

Ergebnis:.....

Erkenntnis:.....

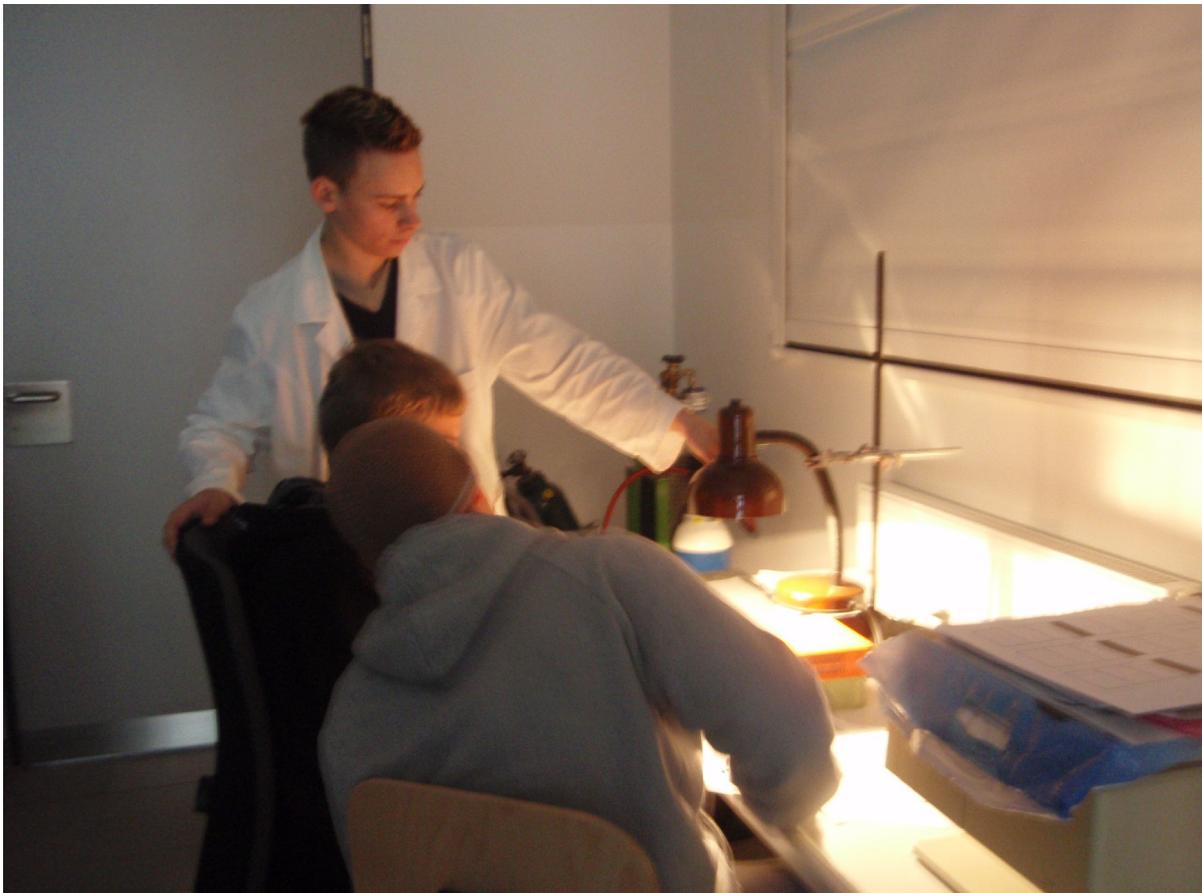
.....  
.....

Zusammenfassung:.....

.....  
.....  
.....  
.....

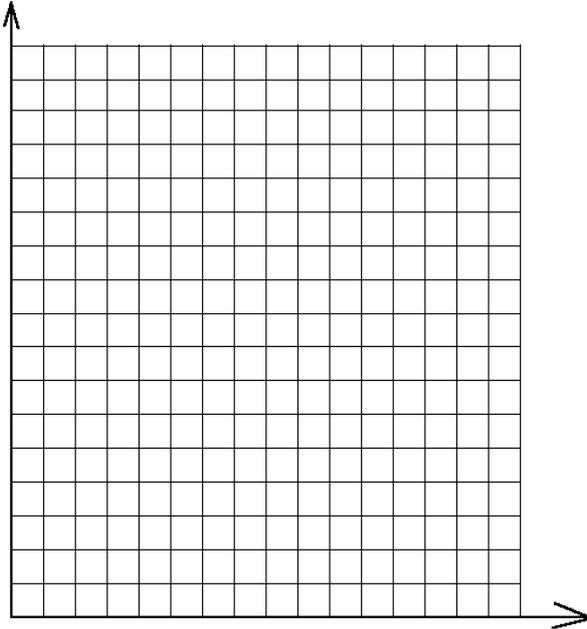


Absorption und Reflexion von Strahlung



#### Versuch 4: Stagnationstemperatur

Welcher Kaffee kühlt schneller aus? Der mit Milch oder der ohne Milch?  
Nimm zwei Häferl. Fülle in eines mit 200mL heißem Kaffee. In das andere werden 150mL heißer Kaffee und 50mL kalte Milch gegeben. In beide Häferl kommt ein Thermometer. Miss alle 2 Minuten die Temperatur der beiden Thermometer ab und trage diese in die Tabelle ein.



Stefan und Boltzmann'sches Gesetz: Die Strahlungsleistung eines schwarzen Strahlers mit der Oberfläche A und der Temperatur T beträgt:

$$P = \sigma T^4 A \quad \sigma \dots 5,67 \cdot 10^{-8} \text{W/m}^2\text{K}^4$$

Interpretiere dieses Gesetz! Stimmt dieses Gesetz mit deinen Messungen überein?

.....  
.....  
.....

#### Versuch 5: Ausnützung der absorbierten Wärme

Wer friert, zieht einen Pullover an. Dabei erzeugen wir ein Gebilde aus kleinen luftgefüllten Kammern.

Lege das Absorberblech in die Testkollektorbox hinein und bestimme wieder die Stagnationstemperatur bei einem Abstand von ca. 40cm.

Stagnationstemperatur:.....

#### Versuch 6: Strahlungsdurchlässige Abdeckung

Bei einem Fell muss die Strahlung auf die Haut kommen. Der Pullover muss also aus strahlungsdurchlässigen Material bestehen. Lege eine Folie über die Testkollektorbox und miss die Stagnationstemperatur.

Stagnationstemperatur:.....



Versuche zur Stagnationstemperatur





*Warum friert ein Eisbär nicht? Wäre schwarzen Eisbären wärmer? Die vielen Tricks der Eisbären!*



## Die Tricks der Eisbären

### Trick Eins: Die schwarze Haut

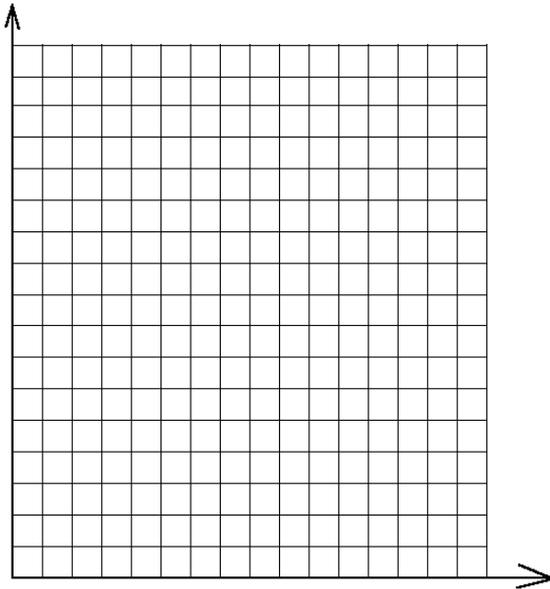
Versuch: In eine weiße und schwarze Dose wird je ein Temperaturfühler gesteckt und mit einer Bestrahlungslampe bestrahlt.

Ergebnis:.....  
.....

Die diffuse Sonnenstrahlung der Arktis liefert bei bewölktem Himmel dem Eisbären durch Absorption immerhin schon eine Energiestromdichte von  $70-130\text{W/m}^2$ . Diese kompensiert in etwa den Wärmeverlust. Der Verlust steigt bei Wind erheblich an. Dann wird zur Reduzierung von Energieverlusten die Temperatur an der Hautoberfläche deutlich abgesenkt.

### Trick Zwei: Das gelblich weiße Fell

Versuch: In zwei schwarze Dosen werden Temperaturfühler gesteckt. Eine schwarze Dose wird mit Verpackungsfolie, die andere mit schwarzer Folie umwickelt. Danach wird wieder mit der Bestrahlungslampe bestrahlt. Die Werte werden in das untere Diagramm mit verschiedenen Farben eingetragen.

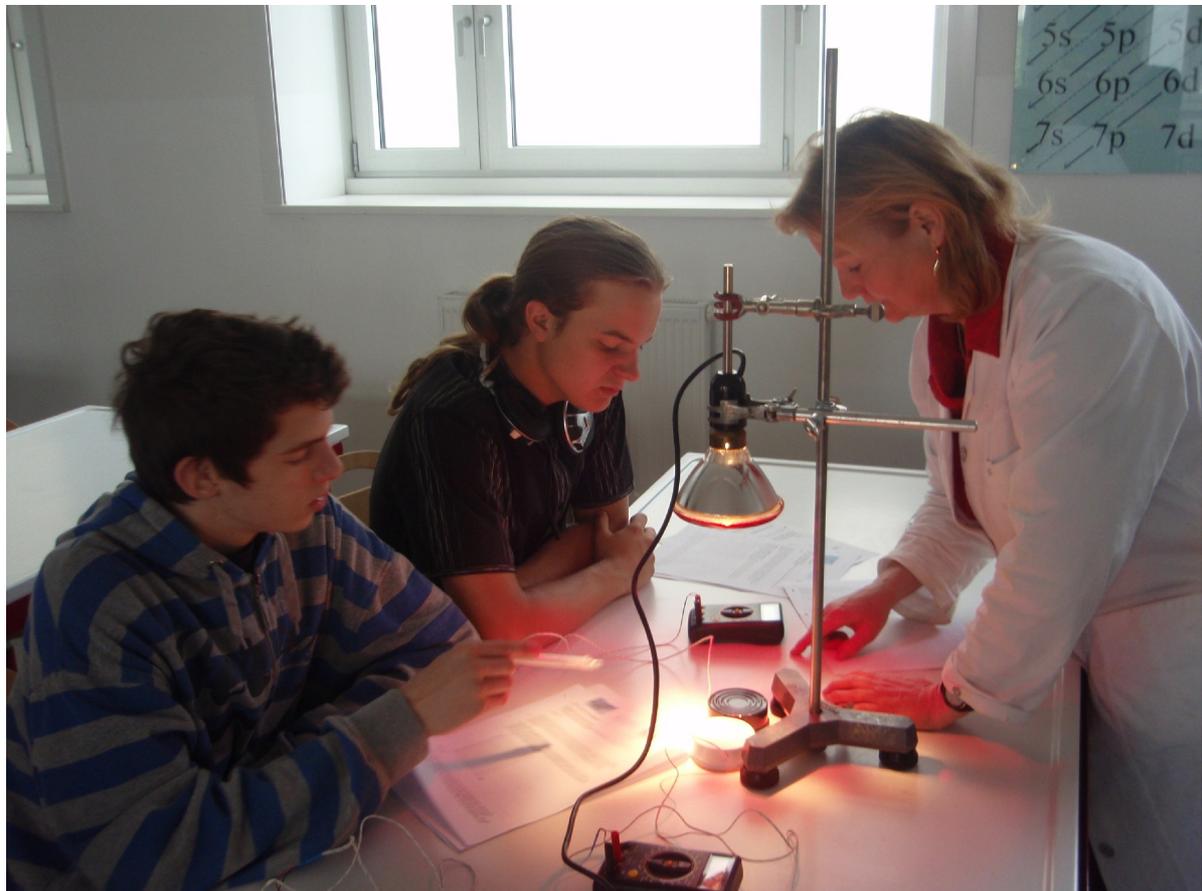


Ergebnis:.....  
.....

Ein dunkles Fell würde das Ganze Licht an der Oberseite absorbieren und sich dort erwärmen. Dabei erwärmt sich hauptsächlich die oben liegende Luft im Fell. Beim Eisbären gelangen Teile der Sonnenstrahlung (vorwiegend der infrarote Anteil), die auf die Haare des Eisbären treffen, bis auf die schwarze Haut, werden dort absorbiert und erwärmen die Haut.

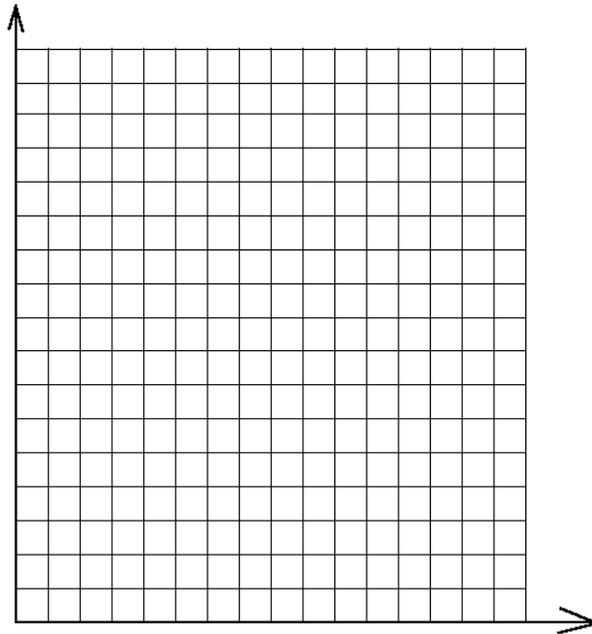
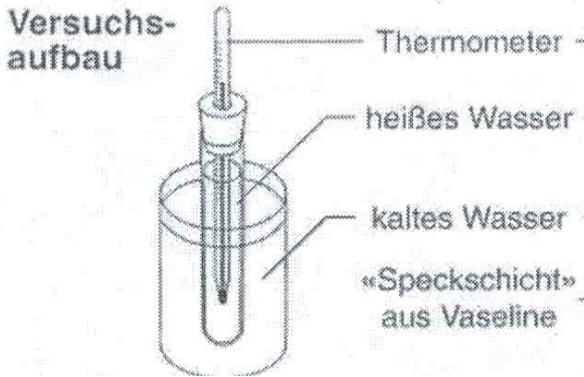


Versuche zur Haut und zum Fell des Eisbären



**Trick Drei: Die Fettschicht**

Baue den Versuch 3x auf. Um eine Eprovette wird eine Fettschicht aus Vaseline, um die andere eine aus Speck gewickelt. In Abständen von einer Minute wird die Temperatur gemessen und die Werte in das untere Diagramm mit verschiedenen Farben eingetragen.



Ergebnis:.....

**Trick Vier: Die hohlen Haare**

Eisbärenhaare sind hohl. Ein Teil des Lichtes wird von den Haaren aufgefangen und wie durch eine Glasfaser direkt auf die Haut geleitet.

Versuch: Licht einer Reuterlampe wird durch einen Glasstab geschickt.

Ergebnis:.....

Erkenntnis:.....

**Trick Fünf: Die Fluoreszenz**

Versuch: Ein Eisbärenfell wird unter die UV-Lampe gelegt und betrachtet.

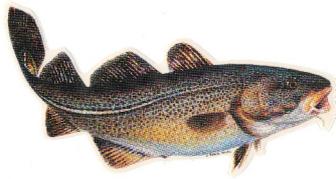
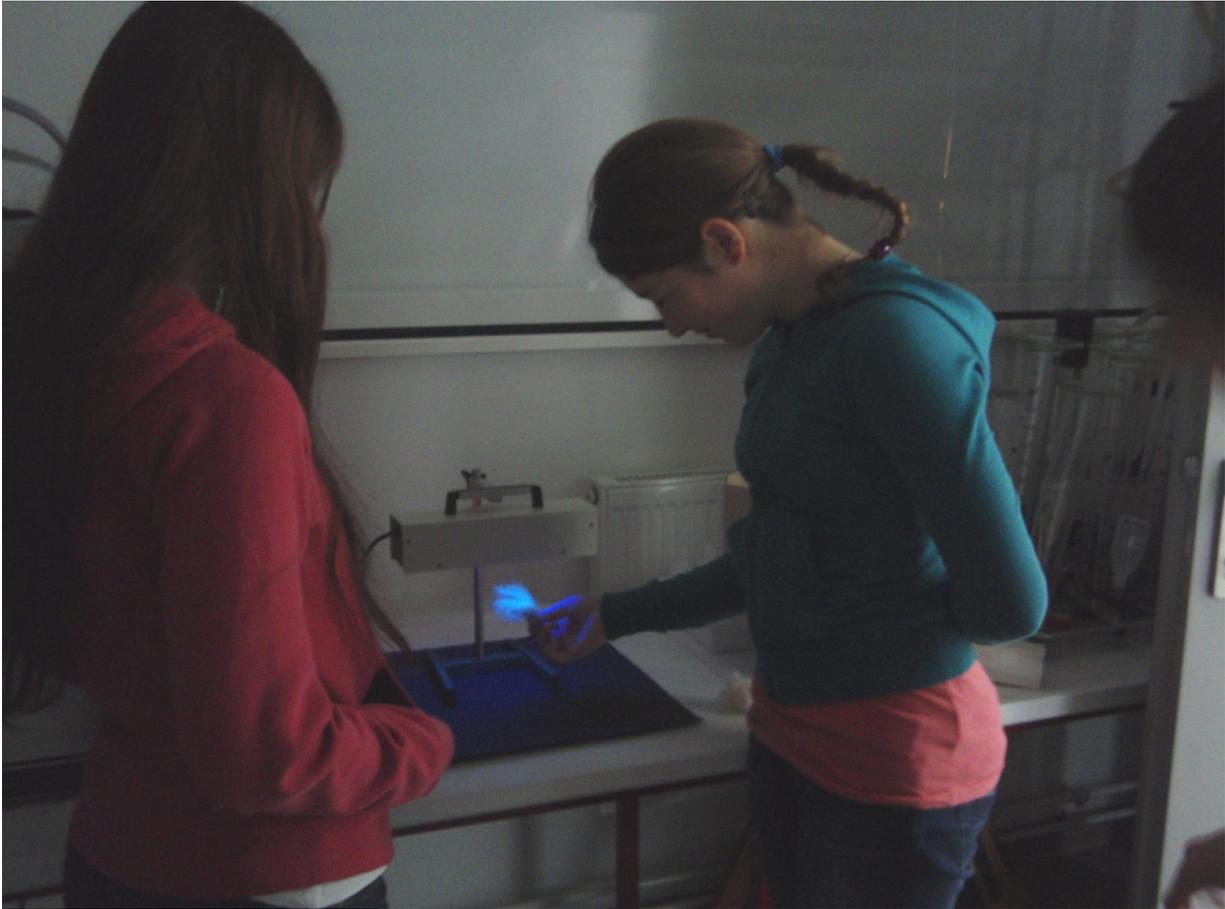
Ergebnis:.....

Erklärung: Ultraviolettes Licht wird absorbiert, ein Teil der Energie wird in Wärme umgewandelt, der Rest wird als Licht mit größerer Wellenlänge (sichtbares Licht) wieder ausgesandt.

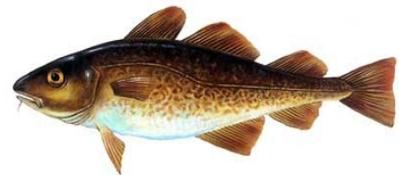
***Eisbären geben so wenig Wärme ab, dass man sie mit einer Infrarotkamera nicht wahrnehmen kann. Der Eisbär ist im wahrsten Sinn ein wirklich „cooles“ Tier!***



Die hohlen Haare und die Fluoreszenz



*Warum friert die  
Körperflüssigkeit von  
Fischen nicht, obwohl  
die Wassertemperaturen  
unter 0° C liegen?  
Warum friert das Wasser  
selbst nicht?*



### **Versuche zur Gefrierpunktserniedrigung**

In zwei Bechergläsern wird eine Kältemischung (zerstoßenes Eis und Kochsalz im Verhältnis 4:1) bereitet. Ihre Temperatur wird mit einem der Thermometer kontrolliert: Sie sollte wenigstens -15 °C betragen (Das Thermometer wird anschließend mit Leitungswasser abgespült und getrocknet). Zwei Reagenzgläser werden beschriftet (je ein Glas mit „Zucker“ Z und mit „Salz“ S) und anschließend mit 3%iger Salz- und Zuckerlösung ca. 3cm hoch gefüllt. In jedes Reagenzglas wird ein Thermometer gegeben. Beide Eproutetten werden in die Kältemischung gesteckt. Bei 0° wird nachgeschaut, ob die Lösungen gefroren sind.

Welche der beiden Lösungen gefriert bei tieferen Temperaturen?

Ergebnis:.....

.....

---

---

Erklärung: Das Gefrieren ist nichts anderes, als das Kristallisieren des Wassers, d.h. die Wassermoleküle ordnen sich regelmäßig in einem Kristallgitter an. Diese Anordnung wird durch das Vorhandensein von gelösten Stoffen behindert. Da in einer 3%igen Salzlösung erheblich mehr Teilchen vorhanden sind ist der Gefrierpunkt der Salzlösung deutlich niedriger als der der Zuckerlösung.

Die Körperflüssigkeit von Arktisfischen gefriert erst unterhalb  $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . In Ihrem Blut befinden sich jedoch nur wenig mehr gelöste Ionen als im Blut von Fischen gemäßigter Breiten. Durch diese Ionen wird eine Gefrierpunktverringerng auf etwa  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  erreicht. Zusätzlich besitzen diese Fische Glykopeptide, die eine weitere Senkung des Gefrierpunktes um  $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  bewirken. Ausschlaggebend ist hier nicht die Menge der Teilchen, sondern ihre Struktur. Glykopeptide bestehen jeweils aus einem Zweifachzucker, der mit drei miteinander verbundenen Aminosäuren verknüpft ist. Es wird vermutet, dass sich diese Moleküle an die Eiskristalle anlagern und so ein weiteres Wachstum verhindern.



## Versuche zur Gefrierpunktniedrigung

