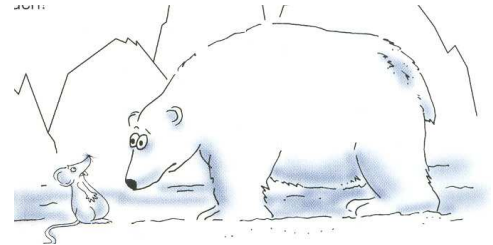


Tiere in Polarregionen

Warum es Eisbären gibt, aber keine Eismäuse Bergmannsche Regel



Verwandte Tiere sind in kalten Regionen generell _____ als in warmen Regionen.

Mit der Größe eines Tieres wächst die _____ im Quadrat, das _____ in der 3. Potenz.

Die **Wärmeabstrahlung** erfolgt über die **Körperoberfläche**:

$$O = 4 \pi r^2$$

Die **Wärmeproduktion** hängt dagegen vom

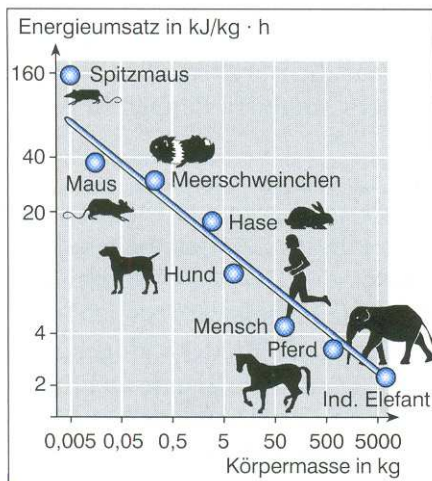
Körpervolumen ab:

$$V = 4/3 \pi r^3$$

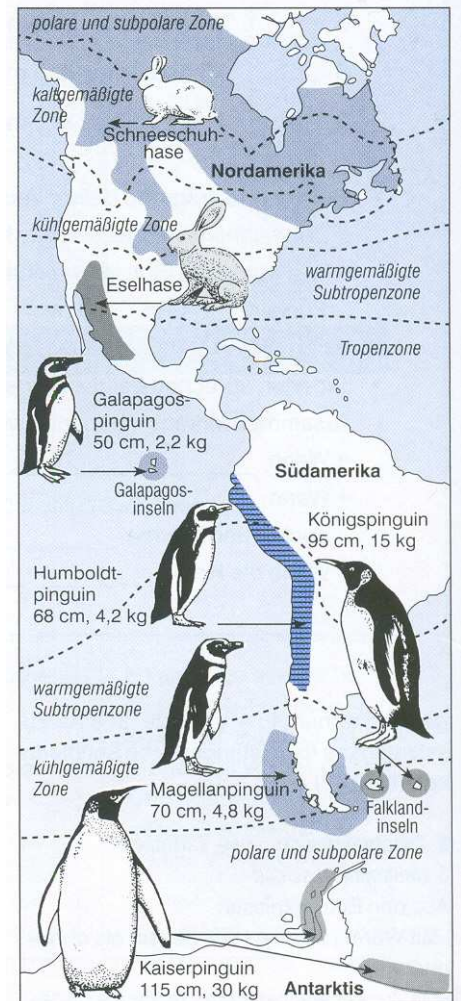
Große Tiere produzieren daher relativ viel Wärme und strahlen relativ wenig ab.

Kleinsäuger kühlen in extrem kalten Regionen schnell aus bzw. können Körperwärme nicht speichern.

Kleinste gleichwarme Tiere wie Spitzmaus haben im Vergleich zu ihrer Körpergröße den größten Energieumsatz.



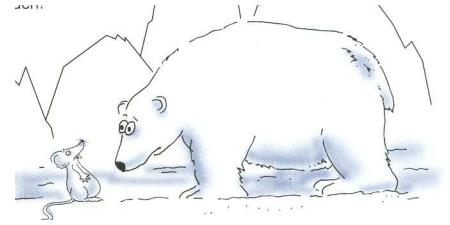
3: Energieumsatz verschiedener Säugetiere



1: Verbreitung von verwandten Tierarten in Übereinstimmung mit der Bergmann'schen und der Allen'schen Regel (oben)

Berechne: Eine 4 g leichte Zwergspitzmaus frisst täglich ungefähr 8 g – das entspricht etwa 200 % ihrer Körpermasse. Dagegen verschlingt ein 250 kg schwerer Tiger pro Tag mit etwa 10 kg nur rund 4 % seiner Körpermasse. Obwohl der Tiger _____ mal schwerer ist als die Spitzmaus, benötigt er nur _____ mal so viel Nahrung wie der Winzling.

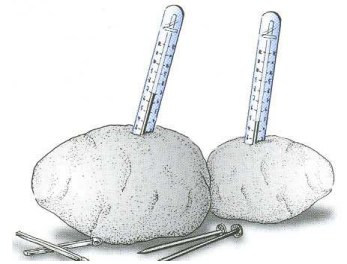
Tiere in Polarregionen



Warum es Eisbären gibt, aber keine Eismäuse
Experimente zur Bergmannschen Regel

Experiment 1:

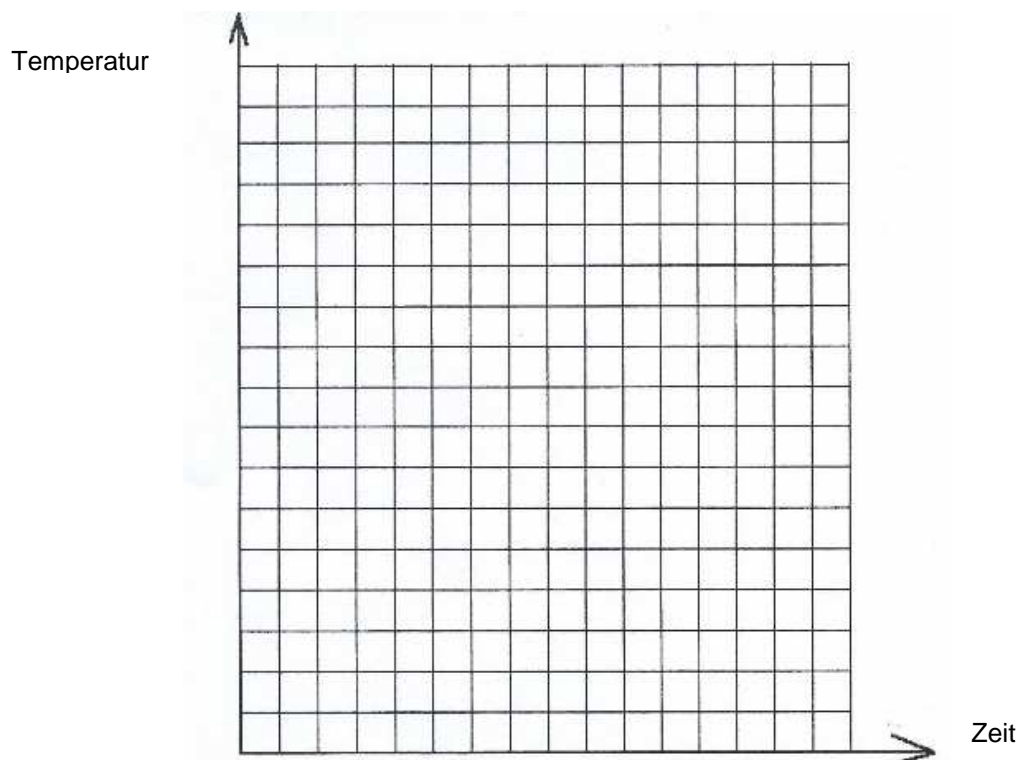
Zwei kleine Kartoffeln (= „Eismaus“ mit und ohne Ohren = Spieße) und zwei große (= „Eisbär“ mit und ohne Ohren = Spieße) Kartoffel im Topf auf der Heizplatte gar kochen. Dann nimmt man die „Modellorganismen“ aus dem Topf und steckt je ein Thermometer in die Kartoffeln und lässt sie auskühlen. Die Temperatur wird in regelmäßigen Abständen (siehe Tabelle) gemessen.



(Beim Kartoffelexperiment bleiben Nahrungsaufnahme und der Stoffwechsel unberücksichtigt.)

	Große Kartoffel		Kleine Kartoffel	
	Ohne Ohren	Mit Ohren	Ohne Ohren	Mit Ohren
Beginn				
Nach 2 Min.				
Nach 5 Min.				
Nach 10 Min.				
Nach 15 Min.				

Stelle die Messwerte grafisch mit 4 Farben dar!



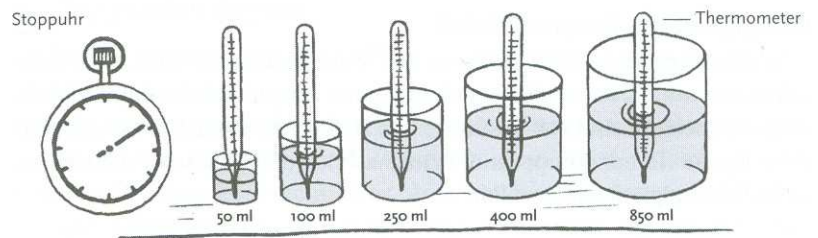
Welchen Bezug hat dieses Experiment zum Körperbau von arktischen Tieren?

Experiment 2:

Das Experiment wird aufgebaut wie in der Versuchsabbildung.

Durchführung:

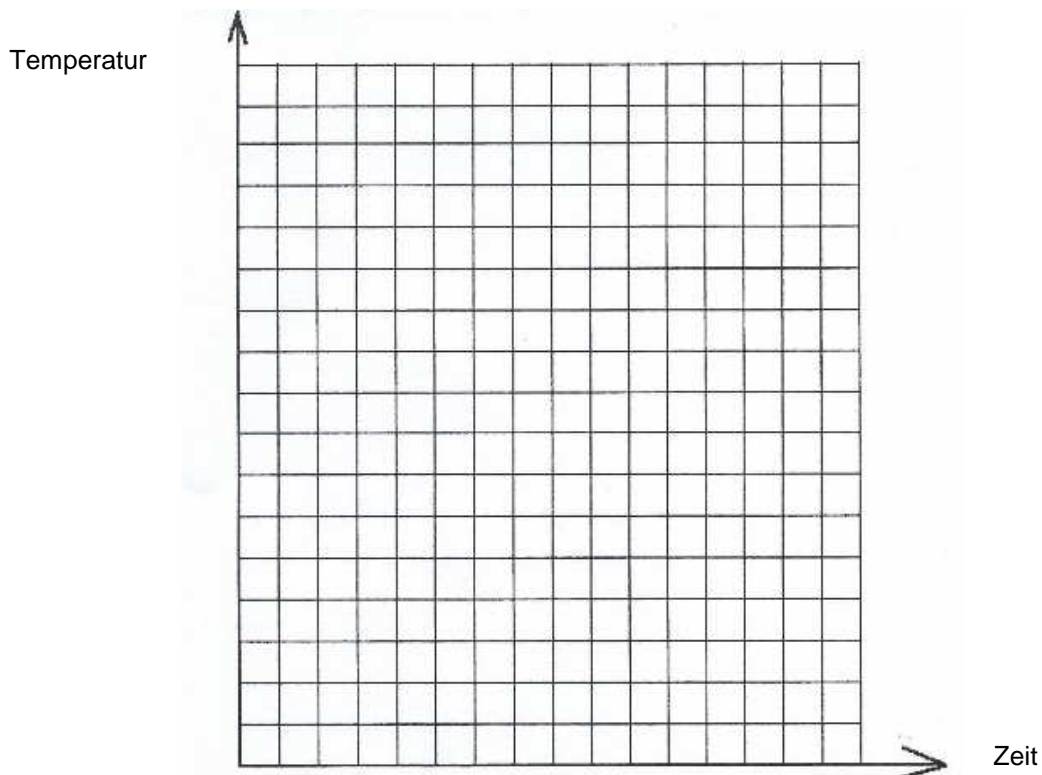
Bechergläser verschiedener Größe, Thermometer, heißes Wasser



Fülle zuerst die Bechergläser mit Wasser derselben Temperatur. Messe dann die Temperaturabnahme in den einzelnen Bechergläsern über einen Zeitraum von 15 Minuten!

	100 ml	300 ml	800 ml
Beginn			
Nach 2 Min			
Nach 5 Min			
Nach 10 Min			
Nach 15 Min			

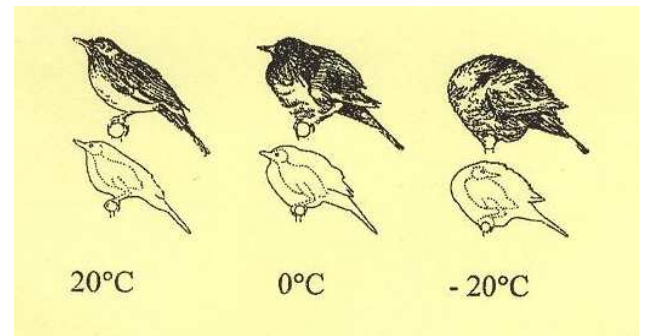
Stelle die Messwerte grafisch mit unterschiedlichen Farben dar!



Welchen Bezug hat dieses Experiment zum Körperbau von arktischen Tieren?

Isolierende Wirkung verschiedener Materialien:

Tiere sind durch eine dicke Fettschicht, Federn oder ein wärmendes Fell vor Kälte geschützt.

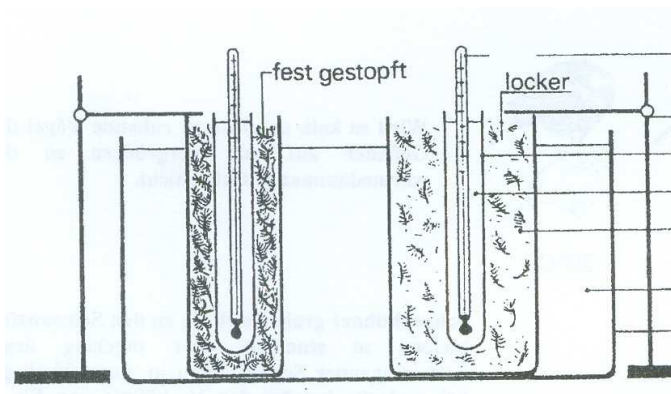


a) Experiment 3: Gefieder

Durchführung:

großes Gefäß mit Kühlwasser,
2 Bechergläser unterschiedlichen Durchmessers, 2 Eproutetten,
Thermometer, Uhr, Daunen, warmes
Wasser (ca. 45°C)

Die Bechergläser werden unterschiedlich dicht mit Daunen gestopft und die Eproutetten mit warmem Wasser gefüllt.



Miss die Temperatur des warmen Wassers über mehrere Minuten und trage die Werte in eine Tabelle ein!

	Temperatur			
	Zu Beginn	Nach 2 Min	Nach 5 Min	Nach 10 Min
Standzylinder mit fest gestopften Federn				
Standzylinder mit locker gestopften Federn				

Erkläre auf Grund des Versuches das Verhalten eines Vogels bei verschiedenen Umgebungstemperaturen!

b) Experiment 4: Moschusochsen: Vergleich der wärmeisolierenden Wirkung von Moschusochsenwolle, Schafwolle, Daunen und Styropor

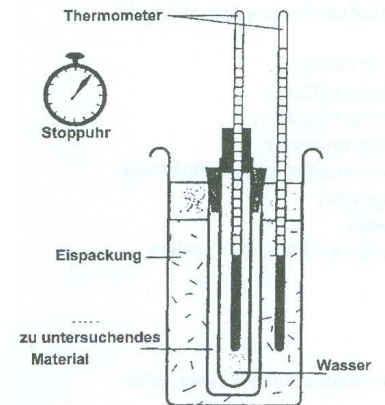


Durchführung:

2 Thermometer, 1 Becherglas, 1 größere und 1 kleinere Epruvette, Stoppuhr, klein gestoßenes Eis, Kochsalz, Moschuswolle.

Das klein gestoßene Eis wird mit Kochsalz gemischt, damit die Temperatur von -10°C erhalten bleibt.

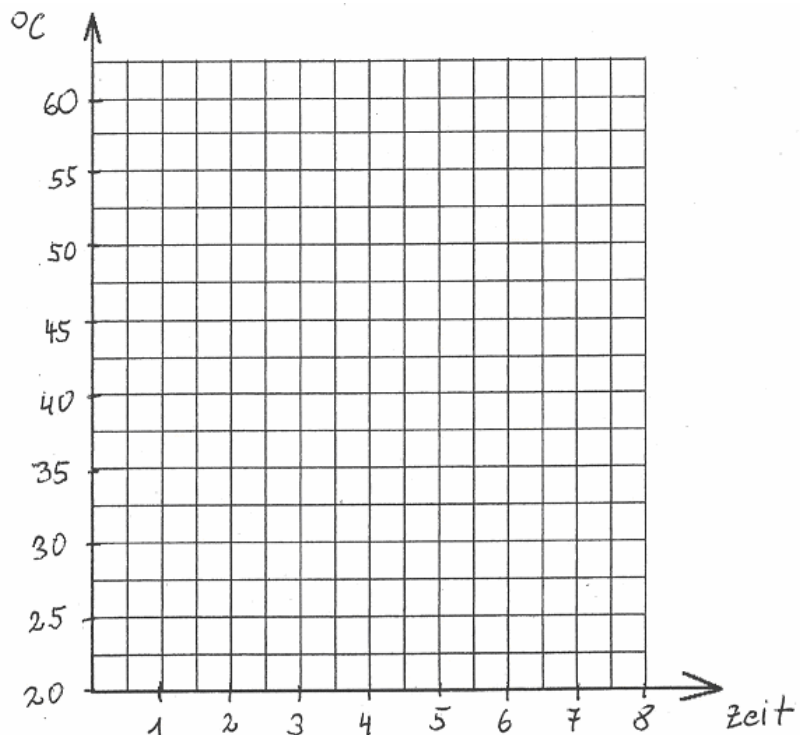
Fülle in die innere Epruvette warmes Wasser (ca. 40°C bis 50°C). in der äußeren Epruvette befinden sich Moschusochsenwolle, Schafwolle, Daunen und Styropor.



Notiere die Messergebnisse in der Tabelle!

Wassertemperatur						
	zu Beginn	nach 1 Min	nach 2 Min	nach 5 Min	nach 10 Min	nach 15 Min
Moschuswolle						
Daunen						
Schafwolle						
Styropor						

Grafische Darstellung

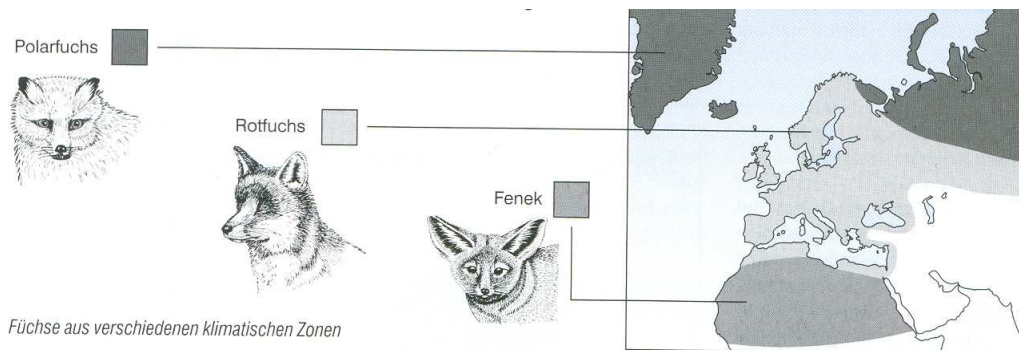


Welches Material isoliert am besten?

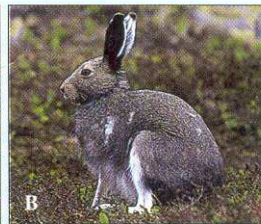
Zeig mir deine Ohren und ich sage dir wo du lebst Allensche Regel

Tiere mit dichtem Pelz oder Gefieder müssen beispielsweise nach körperlicher Anstrengung Stoffwechselwärme abgeben können. Dazu dient oft im Mundbereich erzeugte Verdunstungskälte. Hunde nutzen beim Hecheln ihre große Zunge. Auch über Körperteile wie abstehende Ohren, Schwanz, Hautlappen und die Extremitäten kann Wärme abgegeben werden.

Vergleicht man verwandte Tierarten aus verschiedenen Klimazonen, so kann man beobachten, dass die Ohren in **kalten Klimaten** _____ und weitgehend von Fell bedeckt sind. In **warmen Regionen** sind sie dagegen _____.



Schneeschuhhase



Schneehase

Kalifornischer Eselhase



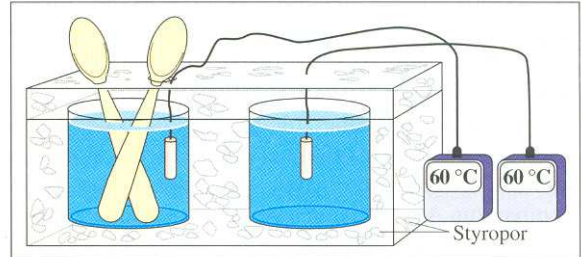
Europ. Feldhase

Zeig mir deine Ohren und ich sage dir wo du lebst! Allensche Regel

Experiment zur Allenschen Regel:

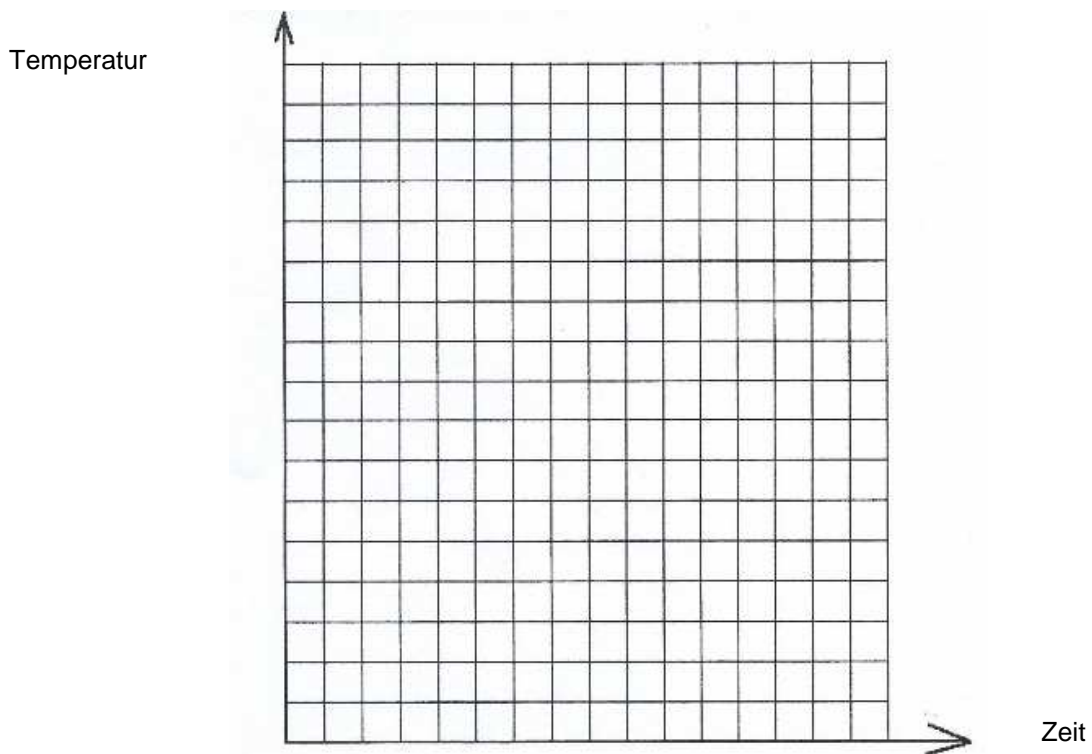
Durchführung:

- 2 Filmdöschen
- 2 Spieße
- 2 Thermometer
- Styroporbox



Befülle die Filmdöschen mit gleich heißem Wasser und messe in den unten angegebenen Abständen den Temperaturverlauf. Erstelle eine Grafik!

Wassertemperaturen					
	zu Beginn	nach 2 Minuten	nach 5 Minuten	nach 10 Minuten	Nach 15 Minuten
Filmdöschen mit Spieß					
Filmdöschen ohne Spieß					



Welchen Zusammenhang kannst du zwischen deinen Versuchsergebnissen und dem Körperbau von Tieren in kalten Lebensräumen herstellen?

PINGUINE

Zusammenrücken/Nähe schützt vor Kälte

Besonders bei Kälte und starkem Wind rücken Pinguine nah zusammen.

Überlegt, welcher Vorteil mit diesem Verhalten verbunden ist!
In folgendem Modellexperiment sollt ihr eure Vermutung überprüfen!

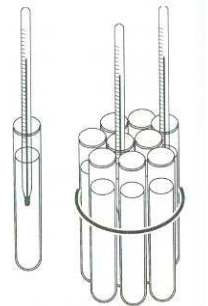


Ihr braucht dafür:

- 10 Eprouvetten
- 2 Thermometer
- Warmes Wasser
- Eprouvettenständer

Durchführung:

Jedes Reagenzglas soll einen Pinguin darstellen. Füllt jedes Reagenzglas mit warmem Wasser (40-50 °C). Stellt ein Reagenzglas allein in einen Eprouvettenständer. Bindet nun die restlichen 9 Eprouvetten mit einem Gummiband zusammen.



Messt nun im Abstand von 5 Minuten die Wassertemperatur in dem einzelnen Reagenzglas und

in den zusammengebundenen Reagenzgläsern und zwar

- in einem aus der Mitte
- in einem randständigem

Notiert die Temperaturwerte in einer Tabelle:

Zeit	Einzelne Eprouvette	Eprouvetten im Bündel	
		Randbereich	Mitte
Versuchsbeginn			

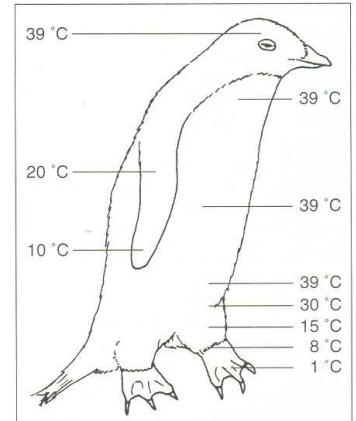
Beobachtung:

Wärmeaustausch im Gegenstrom

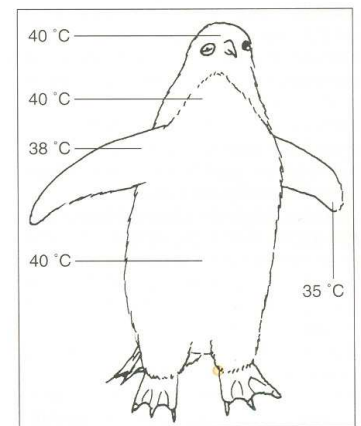
Flossen und Füße des Pinguins sind von Blutgefäßen durchzogen. Die Arterien liegen tiefer als die Venen. Es gibt Venen, die direkt neben den Arterien entlang ziehen und solche, die unter der Haut liegen. In den Arterien strömt warmes Blut, vom Körperkern kommend in die Flosse.

Bei niedriger Umgebungstemperatur ziehen sich die Hautvenen zusammen. Dann fließt das kalte Blut aus der kalten Flosse in jenen Venen zum Herzen, die mit den Arterien Kontakt haben. Das warme Blut fließt in den Arterien strömt also dem kalten Blut in den Venen entgegen. Auf dem Weg in die Flosse gibt das warme arterielle Blut einen Teil der Wärme an das kalte venöse Blut ab. Es erfolgt ein Wärmeaustausch im Gegenstrom. Dabei wird das arterielle in Richtung Flossenspitze allmählich kälter, das venöse Blut in Richtung Körperkern immer wärmer. Beim Herzen angelangt, hat es schließlich die Temperatur des Körperkerns angenommen.

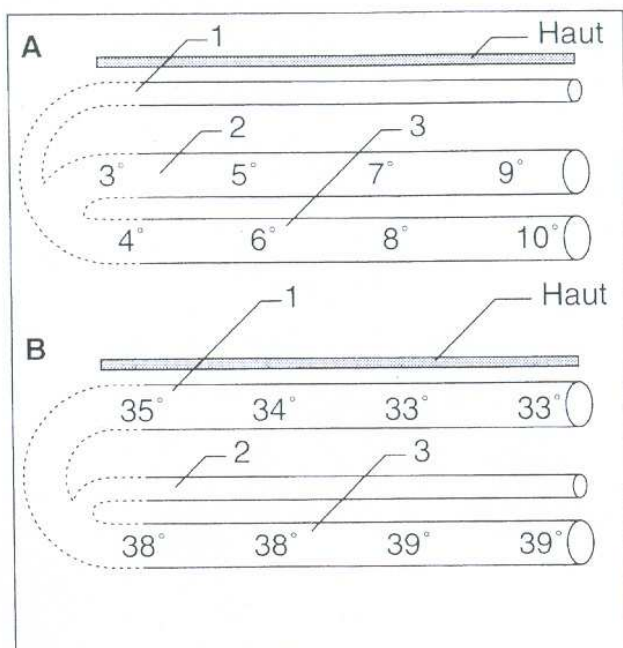
Bei starker Bewegung oder Sonneneinstrahlung erhitzt sich der Körperkern des Pinguins und damit steigt auch die Temperatur des Blutes. Eine Erhöhung der Bluttemperatur auf mehr als 42 °C schädigt das Tier und kann zum Hitze tod führen. Die dicke Speckschicht und das Gefieder verhindern eine starke Wärmeabgabe. Sie erfolgt beim Pinguin hauptsächlich über die Innenseiten der Flossen, die nur wenig Federn besitzen. Beim erhitzten Körper spreizt der Pinguin die Flossen ab. Es weiten sich die Hautvenen. Das warme Blut fließt nun in den Hauptvenen zurück. Dabei wird die überschüssige Körperwärme durch die Haut nach außen abgegeben.



Körpertemperaturen des Adeliepinguins bei einer Umgebungstemperatur von -20 °C



Körpertemperaturen des Adeliepinguins nach starker Bewegung



1 = Hautvene

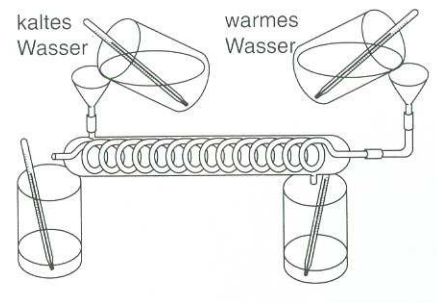
2 = Vene

3 = Arterie

- 1) Zeichne an die offenen Enden der Blutgefäße durch rote Pfeile die Fließrichtung des Blutes ein.
- 2) Deute durch schwarze Pfeile an, in welche Richtung die Wärme fließt.
- 3) Gib an, welche der beiden Zeichnungen (A oder B) die Verhältnisse beim Pinguin bei kalter Umgebung bzw. nach starker Bewegung darstellt. Begründe deine Aussage!

Modellexperiment zum Gegenstromprinzip:

Wenn eine warme und kalte Flüssigkeit aneinander vorbei strömen, in gleicher oder in entgegengesetzter Richtung, dann erfolgt Wärmeaustausch. Die warme Flüssigkeit gibt Wärme an die kalte Flüssigkeit ab. Beim Gegeneinanderströmen der Flüssigkeiten ist der Wärmeaustausch größer.



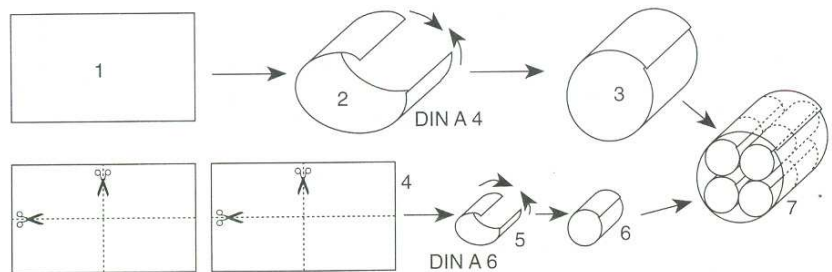
Von welchen Faktoren hängen die Abkühlung der warmen und die Erwärmung der kalten Flüssigkeit ab?

Die Temperaturen des warmen und kalten Wassers werden gemessen und notiert. Danach werden beide Wassermengen gleichzeitig in je einen Trichter geschüttet. Das Wasser sollte möglichst langsam durchlaufen. Wenn das Wasser wiederum aus dem Kühler heraus in die Auffanggefäße läuft, werden wiederum die Temperaturen gemessen.

	Anfangstemperatur	Endtemperatur
Warmes Wasser		
Kaltes Wasser		

Demonstration:

Betrachte den großen Papierzylinder mit den 8 kleinen Papierrollen! Die große Rolle ist ein Modell für ein großes arktisches Tier, die kleinen Rollen stellen beispielsweise Lemminge, also kleine arktische Tiere dar. Die 8 kleinen Tiere haben dasselbe Volumen wie das große. Vergleiche nun die OBERFLÄCHE der 8 kleinen Tiere mit der des großen! Löse dafür die Büroklammern und lege die Papierblätter nebeneinander auf.



Vergleiche die Größe der Papierblätter (= Oberfläche der Tiere)!

Beobachtung: 8 kleine Tiere haben _____
 Körperoberfläche, wie ein großes Tier von gleich großem Volumen.

Quellen:

Unterricht Biologie 304, Mai 2005, Friedrich Verlag

Unterricht Biologie 169, November 1991, Friedrich Verlag

Unterricht Biologie

Überleben in der Kälte