

Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Atmung

Dauer: ca. 14 min.



Dieser Film richtet sich an Schülerinnen und Schüler der 7.-9. Klasse¹. Die Schüler lernen in diesen Klassen etwas über die Milieubedingungen und der Ernährung der Tiere. Insbesondere wird auch die Atmung an verschiedenen Beispielen untersucht. Ein Homeotherm (Hamster) und zwei Heterotherme (Frosch und Heuschrecke). Außerdem werden unterschiedliche Energieumsätze von verschiedenen Organismen durch Messen der Atmungsintensität ohne Variation der Temperatur aufgestellt.

Es ist gerade im Schulalltag nicht immer möglich – abgesehen auch von ethischen Fragen – mit Wirbeltieren Schulversuche zu realisieren. Außerdem ist auch nicht jede Schule mit entsprechender Hard- und Software ausgestattet, dass man computergestützte Experimente im Unterricht als Normalfall ansehen kann.

Aus diesem Grund haben wir uns entschieden einige Sequenzen für den Unterricht zusammenzustellen. Wie der Lehrer unser Angebot nutzt, liegt in seiner Verantwortung. Selbstverständlich kann man nur bestimmte Sequenzen für seinen Unterricht nutzen oder auch den ganzen Film zeigen (siehe auch Nutzung des Videoprogramms im Anhang).

Das Videoprogramm besteht aus drei Hauptteilen:

- Der Einfluss der Temperatur auf den Atemrhythmus
- Der Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch
- Übung: Der Einfluss der Temperatur auf die Atemintensität

Hat die Temperatur einen Einfluss auf den Atemrhythmus? [8Min.+40 Sek.]

Alle Filmsequenzen dieses Teils sind auf dem gleichen Schema aufgebaut:

- eine Vorstellung der Versuchsaapparaturen, die die Variierung der Temperatur des Milieus ermöglicht.
- Eine Vergrößerung eines Tieres ermöglicht, dass man die Atembewegungen gut sehen kann.

¹ Da die Lehrpläne in den unterschiedlichen Bundesländer teilweise sehr unterschiedlich sind, konnte die Angabe nur als ungefähre Angabe gemacht werden.

Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Atmung - Best.- Nr. 2022422

- Eine sichtbare Uhr in der oberen rechten Seite des Schirms ermöglicht ein Zeitintervall von 30 Sekunden zu bestimmen, durch das man dann den Atemrhythmus bestimmen kann.

Einfluss der Temperatur auf den Atemrhythmus des Frosches [4Min.+20 Sek.]

Ein Frosch wird in einen zylindrischen Behälter gegeben. Diesen kühlt man mit dem Einbringen von Eiswürfeln ab; man erwärmt ihn wieder mit Hilfe eines Föns. Man kann sehr deutlich die Atembewegungen erkennen, ein Zählen ist sehr gut möglich. Die Einfachheit dieses Falls ermöglicht dem Schüler sich recht schnell mit den Versuchsbedingungen und mit dem Versuchsprotokoll anzufreunden: Das Ablesen der Temperatur und das Messen der Zeit. Vier verschiedene Temperaturen werden vorgeschlagen: 20°C, 10°C, 5°C, und 30°C.

Der Einfluss der Temperatur auf den Atemrhythmus des Hamsters [2 Min.+30 Sek.]

Ein Hamster wird auf eine kleine Barke gesetzt. Das Ganze kühlt man durch Eiswürfel ab, dann erwärmt man. Die Atembewegungen werden mit Hilfe der Brustkorbbewegungen wahrgenommen (man sieht auf den Rücken des Hamsters). Zwei Temperaturen: 20°C und 10°C.

Der Einfluss der Temperatur auf den Atemrhythmus der Heuschrecke [1Min.45 Sek.]

Die Heuschrecke wird in einen zylindrischen Behälter gegeben. Die Temperaturschwankungen entsprechen den vorherigen Schwankungen. Die Atembewegungen werden wieder indirekt diesmal durch die Bewegungen des Fortsatzes notiert. Zwei Temperaturen: 10° C und 30°C.

An dieser Stelle könnte die Schüler eine Tabelle erstellen, in die sie ihre Ergebnisse der Beobachtungen notieren. Die letzte Sequenz dieses ersten Teils präsentiert die Tabelle mit Ergebnissen.

Atemrhythmus auf 30 Sekunden				
	5°C	10°C	20°C	30°C
Frosch	11	23	35	47
Hamster		52	34	
Heuschrecke		10		38

Fazit: Die Temperatur im entsprechenden Milieu beeinflusst direkt den Atemrhythmus der Tiere. Wenn die Temperatur sinkt, geht auch der Atemrhythmus des Frosches und der Heuschrecke zurück. Der Atemrhythmus des Hamsters jedoch beschleunigt sich!

Hat die Temperatur einen Einfluss auf den Sauerstoffverbrauch? [3 Min.+15Sek.]

Der Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch des Frosches.

[2Min.+20Sek.]

Ein erster Filmabschnitt zeigt den Versuchsaufbau, der mit einem PC verbunden ist. Er besteht aus einem Behälter, in dem sich ein Frosch befindet. Der Behälter ist ausgestattet mit einem Stopfen. Auf der einen Seite des Stopfens ist ein Digitalthermometer befestigt, auf der anderen Seite kann man eine Sauerstoffsonde erkennen. Wenn der Gehalt des Sauerstoffs der eingeschlossenen Luft sich verändert, verändert sich auch der elektrische Strom. Diese

Veränderungen werden auf ein Interface übertragen, welches die Signale dann so umwandelt, dass sie für den Computer verwendbar werden. Die Software des Computers verarbeitet die Informationen und zeigt sie in Funktion der Zeit auf dem Bildschirm an: Eine Kurve(Graph) gibt dann die Veränderungen des Sauerstoffsgehaltes der Luft im Behälter an. Während einer Messung von 4 Minuten werden jede Sekunde Daten übertragen.

Die nachfolgenden Filmabschnitte präsentieren den Sauerstoffverbrauch eines Frosches bei folgenden Temperaturen:

- 20°C während 4 Minuten: Man kann recht gut der Veränderung des Sauerstoffsgehaltes erkennen (mit zehnfacher Beschleunigung). Die Gesamtschau lässt die Kurve gut erkennen als auch die Grenzwerte: 20,8 % und 19,7%
- 30°C während 4 Minuten: Auch hier kann man gut die Veränderung des Sauerstoffsgehaltes anhand des Graphs erkennen genauso wie die Grenzwerte: 20,8 % und 19,7%
- 10°C während 4 Minuten: Auch hier kann man gut die Veränderung des Sauerstoffsgehaltes anhand des Graphs erkennen genauso wie die Grenzwerte: 20,8 % und 20,2%
- Überlagerung der Kurven: Die Beobachtung und der Vergleich der unterschiedlichen Gefälle der Kurven ermöglicht, eine generelle Einschätzung des Sauerstoffverbrauchs in Abhängigkeit der unterschiedlichen Temperaturen. Die nachfolgende Tabelle fasst alle notwendigen Informationen, die für eine präzisere Quantifizierung notwendig sind, zusammen.

Der Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch			
Frosch	10°C	20°C	30°C
% von O ₂ im Behälter zur Zeit 0	20,8	20,8	20,8
% von O ₂ im Behälter zur Zeit 4	20,2	19,7	19,5
% des verbrauchten O ₂	0,6	1,1	1,3

Der Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch beim Hamster. [30Sek.]

Die Versuchsanlage ist in allen Details identisch gegenüber der Apparatur, die wir beim „Froschversuch“ benutzten. Es werden sofort Kurven präsentiert, die übereinanderliegen. Sie entsprechen einer Temperatur von 21°C und 10°C: Der verwendete Hamster zeigt bei 30°C einiges Unwohlsein: Aus diesem Grund wurde der Versuch bei dieser Temperatur unterbrochen; kein Wert wird uns für diese Temperatur vorliegen. Trotzdem liefern uns die gemessenen Werte Kurven, die durch ihren Grad des Sinkens Aussagen über den Sauerstoffverbrauch bei unterschiedlichen Temperaturen erlauben.

Die nachstehende Tabelle liefert alle notwendigen Informationen für eine genauere Untersuchung:

Der Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch			
Hamster	10°C	20°C	30°C
% von O ₂ im Behälter zur Zeit 0	20,8	20,8	
% von O ₂ im Behälter zur Zeit 4	12,2	16,5	
% des verbrauchten O ₂	8,6	4,3	

Der Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch der Heuschrecke [30Sek.]

Die Versuchsanordnung ist in allen Details genau identisch gegenüber der Apparatur, die wir beim letzten Versuch benutzt haben. Es werden sofort übereinander geschobene Kurven präsentiert. Auch hier kann man aufgrund der Kurvenform, d.h. dem Grad des Gefälles oder der negativen Steigung den Verbrauch des Sauerstoffes zu den entsprechenden Temperaturen ablesen.

Die nachfolgende Tabelle ordnet noch einmal alle notwendigen Informationen, um eine sorgfältige Analyse vorzunehmen:

Der Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch			
Heuschrecke	10°C	20°C	30°C
% von O ₂ im Behälter zur Zeit 0	20,8	20,8	20,8
% von O ₂ im Behälter zur Zeit 4	20,2	19,9	19,7
% des verbrauchten O ₂	0,6	0,9	1,1

Fazit: Wir können feststellen, dass die Temperatur einen direkten Einfluss auf den Sauerstoffverbrauch der Tiere hat.

Wenn die Temperatur sinkt:

- nimmt der Sauerstoffverbrauch bei den Heterothermen ab.
- steigt der Sauerstoffverbrauch bei den Homothermen.

Übung: Der Einfluss der Temperatur auf die Atemintensität. [3 Min.]

Die vorhergehenden Untersuchungen bzw. Messungen liefern wertvolle Werte und Erkenntnisse. Allerdings sollte man bei einem Vergleich aufpassen, denn die Tiere waren in morphologischer Hinsicht sehr unterschiedlich. Eine andere Möglichkeit des Vergleichs bietet sich, wenn man einen anderen Wert miteinander vergleicht: Wir vergleichen das Volumen an verbrauchtem Sauerstoff in Funktion der Zeit miteinander. Dies bringt uns zu einem Wert den man als Atemintensität bezeichnet.

Das Ziel dieses Versuchs bzw. der Versuchsreihe ist es, dass der Schüler mit Hilfe der experimentell gefundenen Werte die Atemintensität errechnet.

Die Schwierigkeiten beim Schüler liegen darin begründet, das Volumen des verbrauchten Sauerstoffes zu bestimmen und bei dem Umgehen mit den verschiedenen Einheiten.

Diese Übung besteht aus drei Teilen:

1) Der Fall des Froschs gilt als Beispiel. Hier werden die unterschiedlichen Etappen präsentiert, die für eine Bestimmung der Atemintensität entscheidend sind:

- wie die Bestimmung des Volumens des verbrauchten Sauerstoffs...
- und die Bestimmung der Masse des Tieres
- und das Durchführen der Rechnung zur Bestimmung der Atemintensität

2) Beim Hamster wird wiederum die Bestimmung des Volumens des verbrauchten Sauerstoffs präsentiert, aber hier obliegt es dem Schüler, die Masse des Tieres zu bestimmen und die Errechnung der Atemintensität durchzuführen.

3) Am Beispiel der Heuschrecke soll der Schüler alle „Operationen“ selbstständig durchführen.

Beispiele einer pädagogischen Verwendung

Der Einfluss der Temperatur auf den Atemrhythmus

- 1 Für jede Temperatur sollen während eines Zeitraums von 30 Sekunden die Atembewegungen für die Tiere gezählt werden. Die Schüler solle ihre Resultat in die folgende Tabelle notieren:

Atemrhythmus auf 30 Sekunden				
	5°C	10°C	20°C	30°C
Frosch				
Hamster				
Heuschrecke				

- 2 Diskutieren die einzelnen Werte zu jedem Tier und versuche dann eine allgemeine Aussage (oder Gesetzmäßigkeit) zu machen.

Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch

Verbrauch des Sauerstoffs beim Hamster

Dessin: %Sauerstoff im Behälter

Sauerstoffverbrauch beim Frosch

Sauerstoffverbrauch bei der Heuschrecke

- 1 Diskutiere die Kurve.
- 2 Wie entwickelt sich die Sauerstoffkurve in allen drei Fällen?
- 3 Wie kann man die Entwicklung, wenn man die Temperatur außer acht lässt, erklären?
- 4 Wie variieren die einzelnen Kurven in Zusammenhang mit der Temperatur?
- 5 Welche Beziehung besteht zwischen dem Sauerstoffverbrauch und dem Atemrhythmus?

Dokument, welches von den Schülern zu vervollständigen ist.

Einfluss der Temperatur auf die Atemintensität			
Frosch (Heterotherm)	10°C	20°C	30°C
Volumen des Behälters in ml	360ml	360	360
O2 verbraucht	0,6%	1,1%	1,3%
verbrauchter Sauerstoff in ml	2,24	3,96	4,68
Dauer in Minuten	4	4	4
Masse in Gramm	75	75	75
Atemintensität (ml/min/g)	0,007	0,013	0,016
Hamster (Homootherm)	10°C	20°C	
Volumen des Behälters	360	360	
O2 verbraucht	8,6%	4,3%	
Volumen des verbrauchten O2 in ml	30,96	15,48	
Dauer in Minuten	4	4	
Masse in Gramm			
Atemintensität (ml/min/g)			
Heuschrecke	10°C	20°C	30°C
Volumen des Behälters in ml	360	360	360
O2 verbraucht	0,3%	0,9%	1,1%
Volumen des verbrauchten O2 in ml			
Dauer in Minuten	4	4	4
Masse in Gramm			
Atemintensität (ml/min/g)			

Die zu ergänzende Tabelle kann natürlich in unterschiedlicher Art und Weise im Unterricht genutzt werden. Man kann z.B. nur eine Temperatur betrachten und dann die Tiere miteinander vergleichen. Sinn macht es auch, erst ein Tier bei bestimmten Temperaturen durchzugehen und dann die Atemintensität zu errechnen. Es bestehen aber noch eine Menge mehr Variationsmöglichkeiten in der Verwendung.

Lehrermaterial:

Einfluss der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch			
	10°C	20°C	30°C
Frosch			
% Sauerstoff zur Zeit 0	20,8	20,8	20,8
% O ₂ zur Zeit 4	20,2	19,7	19,5
% des verbrauchten O ₂	0,6	1,1	1,2
Hamster			
% Sauerstoff zur Zeit 0	20,8	20,8	
% O ₂ zur Zeit 4	12,2	16,5	
% des verbrauchten O ₂	8,6	4,3	

Einfluss der Temperatur auf die Atemintensität			
	10°C	20°C	30°C
Frosch (Heterotherm)			
Volumen des Behälters in ml	360ml	360	360
O ₂ verbraucht	0,6%	1,1%	1,3%
verbrauchter Sauerstoff in ml	2,24	3,96	4,68
Dauer in Minuten	4	4	4
Masse in Gramm	75	75	75
Atemintensität (ml/min/g)	0,007	0,013	0,016
Hamster (Homootherm)	10°C	20°C	
Volumen des Behälters	360	360	
O ₂ verbraucht	8,6%	4,3%	
Volumen des verbrauchten O ₂ in ml	30,96	15,48	
Dauer in Minuten	4	4	
Masse in Gramm	60,6	60,6	
Atemintensität (ml/min/g)	0,128	0,064	
Heuschrecke	10°C	20°C	30°C
Volumen des Behälters in ml	185	185	185
O ₂ verbraucht	0,3%	0,9%	1,1%

Volumen des verbrauchten O ₂ in ml	0,555	1,665	2,035
Dauer in Minuten	4	4	4
Masse in Gramm	2,5	2,5	2,5
Atemintensität (ml/min/g)	0,056	0,166	0,203

Der Gebrauch des pädagogischen Videofilms:

Der moderne naturwissenschaftliche Unterricht gebraucht seit einigen Jahren Bilder und Filme als Substitut des Realen. Dies ist eine Möglichkeit, Beobachtungen und „Realitäten“, die die Schüler im Klassensaal² kaum machen können, näher zu bringen. So ist es heute möglich, einen Unterricht gerade durch Videofilme zu bereichern und zu beleben. Oft wird der angewandten Schulpädagogik der Vorwurf gemacht, der Unterricht sei zu praxisfern und zu abstrakt.

Videofilme, wenn sie auf die Schüler abgestellt sind, sollen und können nicht den Lehrer ersetzen! Der Film soll nicht ein Ersatz für eine Schulstunde sein (Nach dem Motto: Heute weiß ich nicht, was ich machen soll, also lege ich die Kassette rein!), sondern er bildet mit anderen gebräuchlichen Medien eine sinnvolle Ergänzung für einen guten, anschaulichen und praxisnahen Unterricht.

- Mit dem Video hat man natürlich auch die Möglichkeiten, nur bestimmte Passagen in seinen Unterricht zu integrieren. Die Verwendungsmöglichkeiten im Unterricht sind vielfältig. Man kann nur bestimmte Sequenzen für den Unterricht nutzen. Gerade für einen forschend-entwickelnden Unterricht kann es von großer Bedeutung sein, wenn man Abschnitte und Sequenzen gezielt – je nach Unterrichtsfortschritt – einsetzt.
- Es ist aber auch möglich, den kompletten Film als Zusammenfassung einer Reihe zu zeigen; er eignet sich jedoch auch zu einer Wiederholung oder zur Einführung in ein Thema, um die Schüler für die Thematik zu sensibilisieren.
- man kann auch bestimmte Passagen verlangsamen oder beschleunigen, um spezielle Sequenzen besser beschreiben zu können.
- Auch ist es möglich, den Ton komplett abzuschalten....

Jeder Videofilm ist als ein „Werkzeug“ konzipiert worden. Die Gebrauchsanweisung oder Notiz schlägt lediglich – ohne den Lehrer oder die Lehrerin „gängeln“ zu wollen – eine mögliche pädagogische und fachliche Nutzung vor. Dies sind Anregungen. Letztendlich entscheidet der Lehrer allein, wie er die Bilder und Sequenzen in seinen Unterricht integriert.

² Natürlich ist es unter gewissen Umständen schon besser, mit den Schüler z.B. direkt ins Klärwerk zu gehen, als sich darüber ein Film anzuschauen, aber leider haben wir heute nicht immer die Möglichkeiten (zeitlich aber auch von der Gegebenheit).