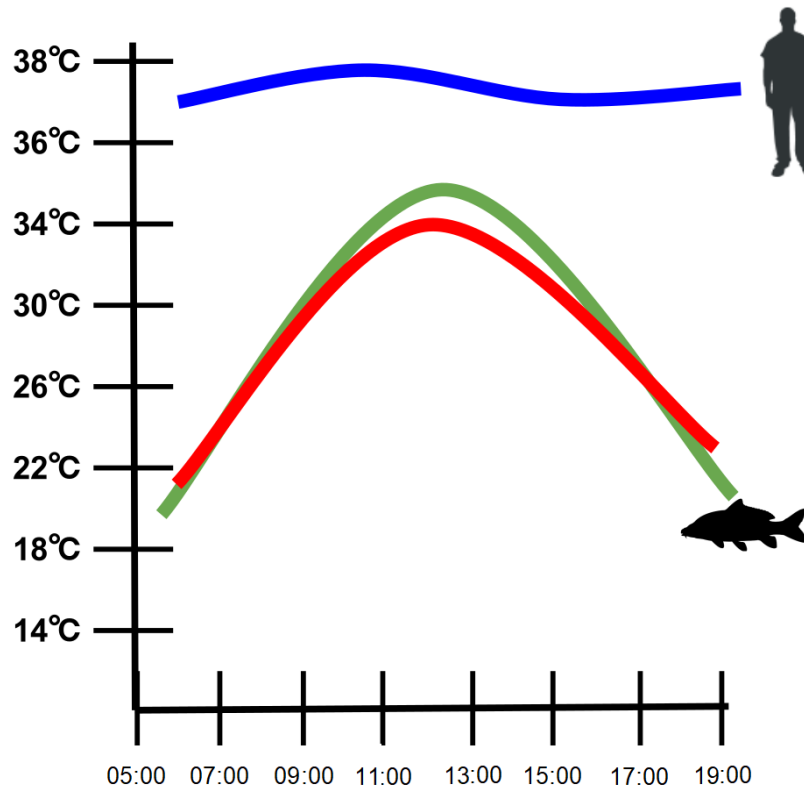


Homöostase digital



Bildquelle: abgeändert nach Wikipedia

Klassenstufe	Oberthemen	Untert Themen	Anforderung	Durchführung	Vorbereitung
Sek I + Sek II	Zellbiologie	Homöostase	•	•	•

Aufgabenstellung

Die Schülerinnen und Schüler lernen, was mit der Temperatur der Hände passiert, wenn sie einem signifikanten Abfall der Außentemperatur ausgesetzt sind und ob der Prozess der Thermoregulation beobachtbar und reproduzierbar ist.

Einleitung

Was passiert, wenn das Gleichgewicht im Körper gestört wird?

Der menschliche Körper ist sehr empfindlich gegenüber Temperaturschwankungen. Dadurch bleibt die Körperkerntemperatur trotz dynamischer Temperaturschwankungen in der Umgebung bei etwa 37,0 °C. Diese Bedingung, eine stabilisierte Innentemperatur aufrechtzuerhalten, wird als Homöostase bezeichnet (*Homöostase, altgriechisch homoiostásis „Gleichstand“* - also auf der gleichen Temperatur stehend). Warmblütige Tiere verfolgen verschiedene Strategien, um die Körpertemperatur auf einem bestimmten Sollwert zu halten. Diese Mechanismen werden zusammenfassend als Thermoregulation bezeichnet.

Das Gehirn und das Nervensystem spielen eine wichtige Rolle bei der Reaktion des Körpers auf äußere Reize und andere Ereignisse, die die inneren Bedingungen in irgendeiner Weise verändern. Der Hypothalamus ist das integrierende Zentrum für Thermoregulation, da er Informationen über die äußere Umgebung empfängt, diese Informationen interpretiert und auf Veränderungen reagiert, indem er Signale an mehrere Organsysteme sendet. So kann der Hypothalamus beispielsweise Signale senden, die den Blutfluss regulieren, um Veränderungen der Körper-Kerntemperatur auszugleichen: Die Vasodilatation (Erweiterung der Gefäße) vergrößert die Oberfläche, die für die Abgabe von Wärme zur Verfügung steht, und die Vasokonstriktion (Verengung der Gefäße) reduziert die Oberfläche für Wärmeverluste. Darüber hinaus kühlt das Schwitzen den Körper, während das Zittern Wärme erzeugt.

In dieser Versuchsanleitung analysieren Sie die Reaktion des Körpers auf einen Kältereiz mit einem Temperatursensor (zur Messung der Oberflächentemperatur) und stellen anschließend die Ergebnisse in Zusammenhang mit der Thermoregulation.

Wesentliche Fragestellung

Was passiert mit der Temperatur der Hände, wenn sie einem signifikanten Abfall der Außentemperatur ausgesetzt sind? Ist der Prozess der Thermoregulation beobachtbar und reproduzierbar?

Material & Methoden

Für jeden Schüler oder jede Gruppe werden folgende Materialien benötigt:

- Datenerfassungssystem
- [Smart Temperatursensor](#)
- [Wanne](#) (zum Eintauchen einer Hand in Eiswasser)
- Wasser
- Eis
- Trockene Papierhandtücher
- [Standard-Thermometer](#)

Sicherheit

Beachten Sie neben Ihren gewohnten Sicherheitsvorkehrungen bitte folgende Sicherheitshinweise:

- Tragen Sie immer eine Schutzbrille.
- Wenn Sie starkes Unbehagen verspüren, sollten Sie Ihre Hand aus dem Eisbad nehmen. Obwohl es für einige zu unangenehm sein könnte, sollten die meisten Schülerinnen und Schüler das kalte Wasser 40 Sekunden lang ohne Probleme aushalten können.
- Tauchen Sie ihre Hand niemals länger als 60 Sekunden in Eiswasser. Das Risiko einer Erfrierung ist minimal, aber eine anhaltende Taubheit in der Hand könnte auftreten, sollte diese zu lange im Eisbad bleiben.
- Achten Sie bei der Verwendung von [Einmalhandschuhen](#) auf eine mögliche Allergie (insbesondere bei [Latex](#))

Durchführung der Erstuntersuchung

Führen Sie die folgende Untersuchung durch, bevor Sie Ihr eigenes Experiment konzipieren und durchführen. Notieren Sie alle Beobachtungen, Daten, Erklärungen und Antworten.

1. Setzen Sie Ihre Schutzbrille auf.
2. Verbinden Sie den Temperatursensor mit dem Datenerfassungssystem. Öffnen Sie die Datei Homöostase.

Wenn die Konfigurationsdatei Ihnen nicht zur Verfügung steht, können Sie alternativ eine Tabelle mit Zeit und Temperatur erstellen und sammeln Sie anschließend alle 10 Sekunden Daten.

3. Bereiten Sie das Eisbad vor. Füllen Sie dazu die Wanne mit Wasser bis zu einer Tiefe von ca. 3 cm und fügen Sie das Eis hinzu. Die Wasserhöhe sollte dabei so hoch sein, dass die Handgelenke bedecken sind. Nach 5 Minuten sollte die Temperatur für die Datenerfassung zwischen 4 °C und 8 °C liegen (bei Bedarf Eis hinzufügen oder entfernen). Verwenden Sie ein handelsübliches Thermometer, um die Temperatur zu bestätigen.
4. Bestimmen Sie eine Testperson aus der Gruppe. Bereiten Sie die Testperson auf die Datenerhebung vor, indem Sie die Vorgehensweise vollständig erklären. Lassen Sie die Testperson bequem in einem Stuhl sitzen, dabei beide Hände auf der Oberfläche des Tisches ruhend.
5. Bestimmen Sie die Ausgangstemperatur jeder Hand als Kontrolltemperatur. Platzieren Sie den Metallfühler an der Handfläche und umschließen Sie sie eng mit den Fingern. Zeichnen Sie daraufhin die Temperatur für 3 Minuten auf. Bringen Sie den Fühler wieder auf Raumtemperatur, indem Sie ihn unter lauwarmem Wasser belassen. Trocknen Sie den Fühler vollständig ab. Wiederholen Sie den Vorgang mit der linken Hand. Welche Faktoren bestimmen die Genauigkeit der Temperaturmessung?

Tabelle 1: Kontrollmessungen Temperatur der Hände

Kontrolle	Temperatur (°C) nach 3 Minuten
Rechte Hand	
Linke Hand	

6. Befolgen Sie die in der folgenden Tabelle beschriebene Reihenfolge der Schritte. Beginnen Sie mit dem ersten Eintauchen der experimentellen (rechten) Hand für 40 Sekunden im Eisbad, so dass die Gelenke vollständig mit Wasser bedeckt sind. Beginnen Sie gleichzeitig mit der Aufzeichnung der Temperatur, wobei der Sensor die Raumtemperatur erfasst.

HINWEIS: Voraussichtlich wird die Testperson Unbehagen verspüren. Wird die Kälte jedoch zu schmerzhaft, kann die Testperson ihre Hand aus dem Eisbad nehmen und mit dem nächsten Schritt fortfahren.

Tabelle 2: Versuchsprotokoll

Zeit	Schritt
0 - 0:40 Minuten	Eiswasser-Tauchgang mit experimenteller (rechter) Hand
0:40 - 1:00 Minuten	Hand trocknen
1:00 - 2:00 Minuten	1-minütige Erholungsphase
2:00 - 2:40 Minuten	Eintauchen in Eiswasser mit der gegenüberliegenden (linken) Hand
2:40 - 3:00 Minuten	Hand trocknen
3:00 - 6:00 Minuten	3-minütige Erholungsphase
6:00 - 9:00 Minuten	Wechseln auf die andere (linke) Hand und messen für 3 Minuten

7. Trocknen Sie die Hand schnell und gründlich ab (erfordert 10-20 Sekunden). Erfassen Sie dann die Temperatur der Hand für 60 Sekunden.
8. Tauchen Sie die experimentelle (rechte) Hand ein zweites Mal für weitere 40 Sekunden in das Eisbad. Trocknen Sie anschließend die Hand schnell und gründlich ab (10-20 Sekunden). Was ist der Zweck eines zweiten Eiswasser-Tauchgangs?
9. Erfassen Sie die Temperatur der Hand während einer 3-minütigen Erholungsphase.
10. Nehmen Sie nun den Temperatursensor in die andere (linke) Hand und messen Sie weitere 3 Minuten.
11. Analysieren Sie das Temperaturprofil auf beobachtbare Trends. Berechnen Sie die Änderungsrate der Temperatur für jedes 20-Sekunden-Intervall. Bilden Sie die Mittelwerte über mehrere Versuche hinweg.

Tabelle 3: Änderungsrate der Temperatur für jedes 20-Sekunden-Intervall

Zeit (Sek)	Schritt	Durchschnittliche Temperatur (n=)	Durchschnittliche Veränderungsrate (n=)
0	Erstes Eintauchen		
20			
40			
60	1-minütige Erholungsphase		
80			
100			
120			
140	Zweites Eintauchen		
160			
180			
200	3-minütige Erholungsphase		
220			
240			
260			
280			
300			
320			
340			
360			
380			
400	Andere (linke) Hand / 3 Minuten messen		
420			
440			
460			
480			
500			
520			
540			

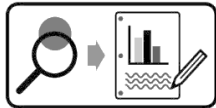
12. Wie beurteilen Sie die Werte der Ausgangstemperaturen im Vergleich zwischen der rechten und der linken Hand?
13. Wichen die Handtemperatur nach dem ersten Eintauchen und dem zweiten Eintauchen in Eiswasser voneinander ab?
14. Hat sich die Temperatur der experimentellen (rechten) Hand nach der 3-minütigen Erholungsphase auf die Ausgangskontrolltemperatur erhöht? Erklären Sie das Temperaturprofil während der 3-minütigen Erholungsphase.

15. Wie hoch war die maximale Temperaturänderungsrate der experimentellen (rechten) Hand im Laufe der 3-minütigen Erholungsphase? Wie hat sich die Veränderungsrate im Vergleich zur anderen (linken) Hand entwickelt?

16. Hat sich die Temperatur der gegenüberliegenden (linken) Hand wieder auf die Ausgangskontrolltemperatur eingestellt?

Gestaltung und Durchführung eines Experiments

Neben der Temperatur werden im Körper weitere Parameter wie Blutdruck und Herzfrequenz sorgfältig reguliert. Der Hypothalamus spielt eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Homöostase für all diese Parameter. Berücksichtigen Sie zusätzliche Variablen, die im Zusammenhang mit der Thermoregulation getestet werden sollen oder konzipieren Sie ein Experiment zur Untersuchung der Homöostase in Bezug auf andere physiologische Parameter.



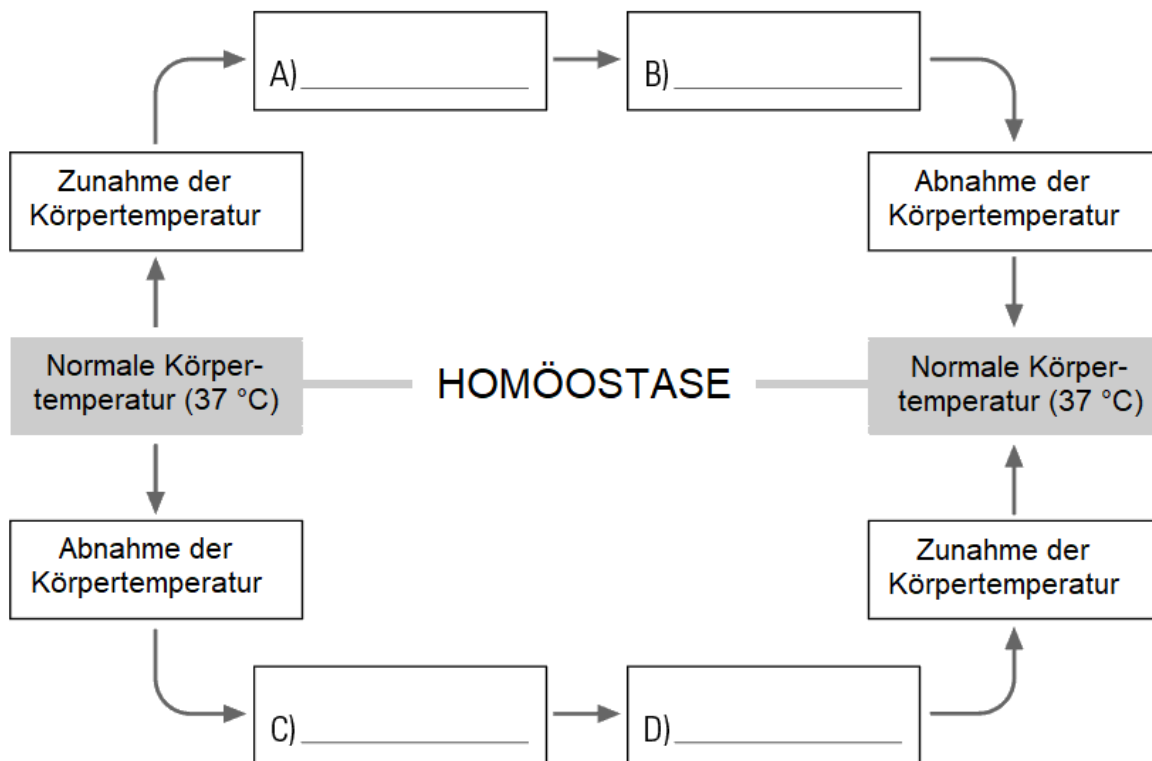
Gestalten und führen Sie Ihr Experiment entweder gemäß „Durchführung der Erstuntersuchung“ oder dem „Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt durch. Füllen Sie dann die Fragen zur Datenanalyse und die abschließenden Fragen aus.

Gestaltung und Durchführung Experiments: Datenanalyse

1. Gemäß Ihren Beobachtungen und Daten:
 - a. Beschreiben Sie, wie die von Ihnen manipulierte unabhängige Variable die abhängige Variable Ihres Experiments beeinflusst hat. Unterstützen die Daten Ihre Hypothese? Begründen Sie Ihre Behauptung mit Daten aus Ihrem Experiment.
 - b. Erklären Sie die Ergebnisse anhand der von Ihnen gesammelten Daten.
2. Gibt es Hinweise in Ihren Daten oder aus Ihren Beobachtungen, dass experimentelle Fehler oder andere unkontrollierte Variablen Ihre Ergebnisse beeinflussen? Falls ja, sind die Daten zuverlässig genug, um Ihre Hypothese zu unterstützen?
3. Bestimmen Sie alle neuen Fragen, die sich aus Ihren Untersuchungen ergeben haben.

Abschließende Fragen

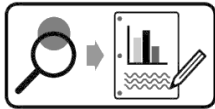
1. An welcher Stelle ist die Wahrscheinlichkeit einer Erfrierung am größten, wenn jemand über einen längeren Zeitraum der Kälte ausgesetzt ist? Begründen Sie Ihre Behauptung mit Daten aus Ihrem Experiment.
2. Nachfolgend ist ein Diagramm der Thermoregulation im menschlichen Körper dargestellt. Der Körper erkennt eine Veränderung der normalen Körpertemperatur und reagiert darauf, um die Homöostase aufrechtzuerhalten. Kopieren und vervollständigen Sie das Diagramm, indem Sie A, B, C und D identifizieren. Mit anderen Worten, welche Reaktionen können helfen, die Körpertemperatur wieder auf Normalniveau zu bringen?



3. Das Nervensystem spielt eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Homöostase eines Organismus. Das System erkennt äußere Reize, überträgt und integriert Informationen über die Reize und erzeugt eine oder mehrere Reaktionen.
 - a. Beschreiben Sie die Grundstruktur der Neuronen, die das Nervensystem bilden und erklären Sie, wie Neuronen Reize erkennen und Informationen an verschiedene Körperteile weitergeben.
 - b. Zeichnen Sie ein Diagramm, um den Zusammenhang zwischen den folgenden Strukturen während der Reaktion des Körpers auf einen Kältereiz zu veranschaulichen:
 - Hypothalamus
 - efferente und afferente Nerven
 - glatte Muskeln, die Arterien umgeben
 - Thermorezeptoren.
 - c. Eine Vasokonstriktion tritt auf, wenn sich die glatten Muskeln um die Arterien zusammenziehen. Wie verursachen Nerven eine Muskelkontraktion?
4. Wirbeltiere haben eine Vielzahl von Strategien entwickelt, um mit der Thermoregulation (die Fähigkeit, die Homöostase in Bezug auf die Körpertemperatur aufrechtzuerhalten) umzugehen.
 - a. Ektothermie und Endothermie sind zwei verschiedene Ansätze zur Thermoregulation. Definieren Sie jeden Ansatz und beschreiben Sie die mit jedem einzelnen verbundenen Vorteile und Kosten.
 - b. Säugetiere sind endotherm und haben eine Vielzahl von Anpassungen entwickelt, um den unterschiedlichen Herausforderungen der Thermoregulation in den Biomen der Welt zu begegnen. Identifizieren Sie drei Biome mit deutlich unterschiedlichen Klimazonen. Benennen Sie für jedes Biom ein Säugetier, das dort lebt, und listen Sie mindestens zwei Anpassungen auf, die das jeweilige Säugetier hat und sich auf die Thermoregulation beziehen.
 - c. Kleinere Säugetiere haben einen höheren Grundumsatz (BMR) als größere Säugetiere. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Körpergröße, BMR und Thermoregulation.

„Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt

Neben der Temperatur werden im Körper weitere Parameter wie Blutdruck und Herzfrequenz sorgfältig reguliert. Der Hypothalamus spielt eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Homöostase für all diese Parameter. Berücksichtigen Sie zusätzliche Variablen, die im Zusammenhang mit der Thermoregulation getestet werden sollen oder planen und führen Sie ein Experiment zur Untersuchung der Homöostase in Bezug auf andere physiologische Parameter durch.



Gestalten und führen Sie Ihr Experiment anhand der folgenden Anleitung durch.

1. Welche Umweltfaktoren (abiotisch oder biotisch) könnten die Homöostase im menschlichen Körper beeinflussen, basierend auf Ihrem Wissen über die Homöostase?
2. Erstellen Sie eine Kernfrage: Wählen Sie einen der von Ihnen identifizierten Faktoren, die überprüft werden können und entwickeln Sie eine überprüfbare Frage für Ihr Experiment.
3. Wie begründen Sie Ihre Kernfrage? Warum ist es biologisch bedeutsam, relevant oder interessant?
4. Was wird die unabhängige Variable des Experiments sein? Beschreiben Sie, wie diese Variable in Ihrem Experiment manipuliert wird.
5. Was ist die abhängige Variable des Experiments? Beschreiben Sie, wie die Daten im Experiment gesammelt und verarbeitet werden.
6. Stellen Sie eine überprüfbare Hypothese auf (Wenn...dann...).
7. Welche Bedingungen müssen im Experiment konstant gehalten werden? Quantifizieren Sie diese Werte, wenn möglich.
8. Wie viele Versuche werden für jede Versuchsgruppe durchgeführt? Begründen Sie Ihre Wahl.
9. Was werden Sie vergleichen oder berechnen? Welche Analyse werden Sie durchführen, um Ihre Ergebnisse und Hypothesen zu bewerten?
10. Beschreiben Sie mindestens 3 potenzielle Fehlerquellen, die die Genauigkeit oder Zuverlässigkeit der Daten beeinträchtigen könnten.

11. Verwenden Sie den nachfolgenden Platz, um eine Übersicht über das Experiment zu erstellen. Schreiben Sie die Schritte für die Vorgehensweise auf. (Jemand anderes oder eine andere Gruppe sollte in der Lage sein, den Vorgang zu wiederholen und ähnliche Ergebnisse zu erzielen.)

Literaturverzeichnis:

- [PASCO Digital Library](#)

Bilderverzeichnis:

<https://qsep.pasco.com/>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Endotherm_vs_Ectotherm_Graph.svg (Stand August 2019)

Diese Versuchsanleitung wurde im August 2019 erstellt.

Bitte beachten Sie, dass die Versuchsanleitung lediglich als Orientierung dient. Sie wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt. Dennoch können wir keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernehmen und bitten Sie, die jeweiligen Aussagen und Quellen vor Verbreitung zu überprüfen.