



Handreichung zu den
Forscherkarten für das Fach
Mensch-Natur-Technik (MNT)
Themenschwerpunkt Körper

Impressum

Forschendes Lernen im Fach Mensch-Natur-Technik – Handreichung und Kartenset

Herausgeber

Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen (STIFT)

Häßlerstraße 8

99096 Erfurt

Telefon: 0361/ 78923 - 50

E-Mail: info@stift-thueringen.de

Internet: www.stift-thueringen.de

Dem Herausgeber sind alle Rechte der Veröffentlichung, Verbreitung, Übersetzung und auch der Einspeicherung und Ausgabe in Datenbanken vorbehalten. Die Herstellung von Kopien und Auszügen zur Verwendung an Thüringer Bildungseinrichtungen, insbesondere für unterrichts- und schulergänzende Zwecke, ist gestattet.

© 2023

ISBN: 978-3-9821193-4-2

Die Entwicklung der Forscherkarten (Themenschwerpunkte 1 - 5) wurde durch die Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen (STIFT) und die AG Biologiedidaktik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, begleitet.

Didaktische Bearbeitung

Dr. Thomas Hoppe, Dr. Claudia Grebe, Ines Vogel, Anna Lange und apl. Prof. Dr. Uwe Hoßfeld

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Fakultät für Biowissenschaften, AG Biologiedidaktik

Am Steiger 3

07743 Jena

Internet: <https://www.biodidaktik.uni-jena.de/bienenhaus>

Ein weiterer Kooperationspartner zur Erstellung der Handreichung und der Kartensets war:

Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (Förderung)

Werner-Seelenbinder-Str. 7

99096 Erfurt

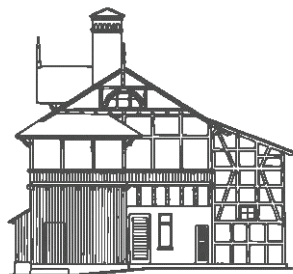
Telefon: 0361/37900

E-Mail: presse@tmwwdg.thueringen.de

Internet: www.tmwwdg.de



**FRIEDRICH-SCHILLER-
UNIVERSITÄT
JENA**



BIENENHAUS

Friedrich-Schiller-Universität
AG Biodidaktik Am Steiger 3 | 07743 | Jena



Ministerium
für Wirtschaft, Wissenschaft
und Digitale Gesellschaft

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	7
1	Informationen zur Handreichung und zu den Forscherkarten	10
2	Forscherkarten	12
2.1	Lehrplanbezug.....	12
2.2	Hinweise zu den Forscherkarten.....	12
3	Kartenset – Atmung	15
3.1	Lehrplanbezug.....	15
3.2	Fachinhalte.....	15
3.3	Kartenübersicht/Kopiervorlagen	16
4	Kartenset – Verdauung und Stoffwechsel	19
4.1	Lehrplanbezug.....	19
4.2	Fachinhalte.....	19
4.3	Kartenübersicht/Kopiervorlagen	20
5	Kartenset – Sinnesleistung.....	22
5.1	Lehrplanbezug.....	22
5.2	Fachinhalte.....	22
5.3	Kartenübersicht/Kopiervorlagen	23
6	Kartenset – Blut und Blutkreislauf	26
6.1	Lehrplanbezug.....	26
6.2	Fachinhalte.....	26
6.3	Kartenübersicht/Kopiervorlagen	28
7	Kartenset – Kraft und Körper	31
7.1	Lehrplanbezug.....	31
7.2	Fachinhalte.....	31
7.3	Kartenübersicht/Kopiervorlagen	32
8	Materialliste	34
9	Quellenverzeichnis	35
10	Abbildungsverzeichnis.....	36

Vorwort

Kinder entdecken, gehen Dingen auf den Grund und wollen sie verstehen. Lehrer:innen muss es gelingen, dieses Interesse aufzugreifen und für den Unterricht zu nutzen. Dabei kommt der MINT-Bildung ein besonderer Stellenwert zu.

Die erarbeiteten Materialien sollen das „forschende Lernen“ im Fach Mensch-Natur-Technik unterstützen. In diesem Projekt wurden Lernmaterialien zum Thema Körper entwickelt, welche die von 2015 und 2021 erschienenen Lernpakete ergänzen.

Das Fach Mensch-Natur-Technik (MNT) in den Klassenstufen 5 und 6 bietet zahlreiche Möglichkeiten für einen experimentell geprägten naturwissenschaftlichen Unterricht.

Es ist darauf ausgerichtet, naturwissenschaftliche Alltagsphänomene zu hinterfragen und in diesem Zusammenhang Schüler:innen mit der Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden und Abläufen von Forschungsmethoden vertraut zu machen. Dabei kann forschendes Lernen in vielen Richtungen aufgefasst werden: experimenteller Nachweis/ Nachvollzug bekannter oder bereits erlernter Fachinhalte bis hin zum eigenständigen Erforschen unbekannter Phänomene (vgl. Bruckmann & Schlüter 2017). Die inhaltliche Spannweite ist hier jedoch sehr weit gefasst. Priemer (2011) definiert diese, ausgehend vom experimentellen Nachvollziehen bereits bekannter Inhalte „bis hin zum Betreten von Wissensneuland“. Es ist jedoch der zeitliche Rahmen des Unterrichts in einer Klassenstufe 5 und 6 sowie der Leistungsstand der Schüler:innen zu berücksichtigen. Daher wurde die Fragestellung häufig vorgegeben und Hinweise zum Erstellen notwendiger Modelle abgebildet (vgl. die Einbindung der Modellmethode in den Erkenntnisprozess, Hager & Hörz 1977), welche als Lernunterstützung gedacht sind. Dies schränkt auf der einen Seite das „freie Forschen“ ein, ermöglicht auf der anderen Seite das Erreichen eines Ergebnisses innerhalb einer Unterrichtsstunde. Insbesondere Schüler:innen, welche die ersten Erfahrungen mit dem Forschungsablauf sammeln, haben neben der fachlichen Ausrichtung noch eine Vielzahl untergeordneter Bereiche zu bearbeiten (Protokoll schreiben, Handhabung von Gerätschaften, fachliche Kommunikation etc.). Ebenfalls finden sich innerhalb einer Schülergruppe immer verschiedene Lernniveaus, Vorinteressen etc. Daher fällt der Lehrkraft, auch bei noch so akribisch ausgearbeiteten Materialien, eine bedeutende Rolle zu. Das forschende Lernen soll es den Lernenden idealerweise ermöglichen, in einem Team zusammenzuarbeiten. Dabei erfüllt die Sozialform eine unterstützende Funktion. Hierdurch sind in erster Linie die Mitglieder einer Gruppe die ersten Ansprechpartner und geben sich im idealen Fall gegenseitig Lernunterstützung. Dem Lehrkörper fällt dann die Aufgabe zu, den Grad der weiteren Lernunterstützung zu wählen und mit dem zu fördernden Kompetenzbereich in Verbindung zu bringen (weiterführende Informationsquellen, vorgegebene Hypothese, etc.).

Bei den hier erstellten Materialien wurde auf eine Durchführbarkeit innerhalb von 45 bis 90 Minuten geachtet (ohne Vorbereitungszeit).

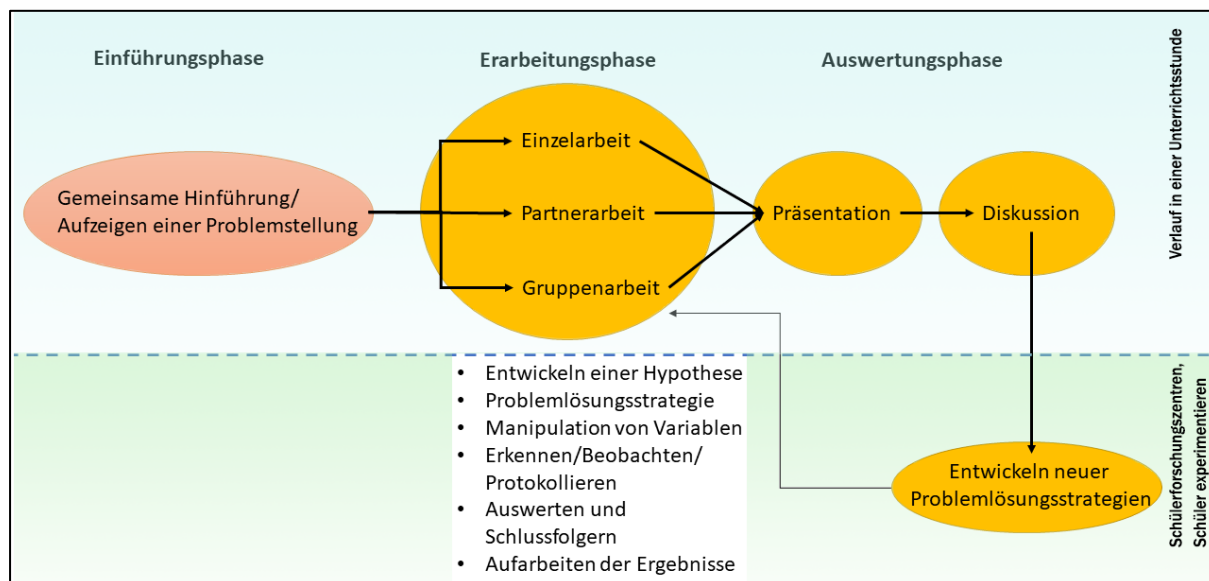


Abbildung 1: Vereinfachter schematischer Aufbau eines Unterrichts beim forschenden Lernen. Neben einer gemeinsamen Einführung in die Stunde und dem Aufzeigen einer Problematik werden alle Schüler:innen auf den gleichen Kenntnisstand gebracht. Es folgt eine Aktivitätsphase der Lernenden. In dieser sollen sie möglichst ohne die Lehrkraft den Unterrichtsinhalt bearbeiten. Anschließend werden die Problemlösungsstrategien und die gewonnenen Ergebnisse präsentiert und mit dem Ziel eines Austausches anderer Schüler:innen verglichen. Hieraus sollen sich neue Ansätze zum Weiterarbeiten ergeben, welche dann jedoch häufig über die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit hinausgehen. An dieser Stelle können und sollen die Schülerforschungszentren anknüpfen.

Forschendes Lernen soll jedem/jeder Schüler:in ermöglichen, mittels seines Vorwissens einen Lösungsweg zu finden und sich neues Wissen anzueignen oder Erlerntes durch Anwendung zu festigen. Dabei werden verschiedene Ebenen des Forschungsprozesses durchlaufen, welche an sich bereits einen Lernprozess darstellen können (vgl. Abbildung 1).

Kinder lernen an verschiedenen naturwissenschaftlichen Sachverhalten zu erkunden, zu beobachten, zu beschreiben, zu vergleichen und zu ordnen. Sie lernen, Fragen und Vermutungen zu formulieren, Experimente zur Überprüfung der Vermutungen zu planen und durchzuführen, Beobachtungen und Messergebnisse zu ermitteln bzw. zu dokumentieren, die Experimente auszuwerten und zu überprüfen (Porges et al. 2020). Weiterhin sind der wissenschaftliche Austausch und das Vertreten der eigenen Ergebnisse ein wichtiger Teil, welcher es den Schüler:innen ermöglicht, im Kompetenzbereich Kommunikation und Bewertung (Reflexion der eigenen Aktivität und nachvollziehen fremder Ergebnisse) aktiv zu werden.

Im MNT-Unterricht lernen Schüler:innen, Methoden der Erkenntnisgewinnung und Kommunikation gezielt einzusetzen und anzuwenden. Diese grundlegenden Kompetenzbereiche sind Voraussetzung dafür, sich selbstständig mit naturwissenschaftlichen Fragen auseinanderzusetzen und mithilfe von Experimenten diese zu beantworten.

Die konzipierten Forscherkarten orientieren sich an den Thüringer Lehrplaninhalten. Sie sind für den Einsatz im Unterricht gedacht, aber in vielen Inhalten auch für die außerunterrichtliche Arbeit in den Klassenstufen 5 und 6 sowie für Projektarbeiten zur Förderung interessierter und begabter Schüler:innen geeignet. Ein Anliegen der Erstellung ist es, Schüler:innen für naturwissen-

schaftliches Forschen zu begeistern. Hier ist dann das Untersuchen eines Phänomens unabhängig einer Zeitbegrenzung möglich.

Zum Themengebiet „Körper“ wurden Forscherkarten für den Präsenzunterricht und eine Handreichung mit ergänzenden Arbeitsblättern und Kopiervorlagen für Lehrer:innen erarbeitet. Begleitend werden in Kooperation mit dem Thüringer Institut für Lehrfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (ThILLM) digitale Aus- und Fortbildungen angeboten.

Das Kartenmaterial und die Handreichung stehen unter folgendem Link kostenfrei zum Download bereit: www.jungforscher-thueringen.de.

1 Informationen zur Handreichung und zu den Forscherkarten

Handreichung

Die Handreichung enthält Hinweise zur Nutzung der Forscherkarten. Weiterhin beinhaltet sie fachliche Hintergründe zu den jeweiligen Themen.

Zu den Themen

- werden generell die Bezüge zu dem MNT-Lehrplan aufgezeigt.
- werden fachliche Grundlagen beschrieben bzw. auf Umfang und Tiefe des in den Klassenstufen 5 und 6 zu erwerbendem Fachwissen hingewiesen.
- sind Kopiervorlagen für Schüler:innen enthalten.
- werden ausgewählte Hinweise zur didaktisch-methodischen Umsetzung gegeben.

Die hier vorgestellten Inhalte ergänzen die bereits 2015 und 2021 erschienenen Veröffentlichungen (Grebe 2015, Hoppe et al. 2021).

Methodenkarte

Die Methodenkarte gibt den Schüler:innen einen Überblick über:

- die Schrittfolge des wissenschaftlichen Arbeitens
- die Denk- und Arbeitsweisen der Biologie

Dokumentation

Zur Dokumentation des Vorgehens der Schüler:innen stehen Kopiervorlagen zur Verfügung:

- Forscherkarten – „Dokumentation deiner Forschung“ (allgemeingültige Vorlage)
- „Arbeitsblätter“ – zu ausgewählten Experimenten

Forscherkarten

- fordern Schüler:innen auf, naturwissenschaftliche Fragen/Phänomene mit Hilfe von Experimenten und Modellen zu beantworten bzw. Aufgaben mittels Experimentierens zu bearbeiten.
- orientieren sich an der Schrittfolge der forschenden Methode.
- berücksichtigen bei den Themen (Atmung, Verdauung und Stoffwechsel, Blut und Blutkreislauf, Sinnesleistung, Kraft und Körper) die Schrittfolge zur Protokollierung von Versuchen in der Biologie.




Hinweis: Für das Experimentieren gelten die Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht GUV-SR 2003 (Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz).

Die Experimente finden generell unter Aufsicht statt. Für Experimente, die von Schüler:innen selbst durchgeführt werden, gilt: Vor dem Experimentieren wird mit der Betreuungsperson vereinbart, welche Experimente durchzuführen sind. Die Betreuungsperson weist auf mögliche

Gefahren und Verhaltensweisen hin. Dem „Ausprobieren“ sollen, soweit aus o. g. Sicht möglich, Freiräume zur Verfügung gestellt werden.

Eine Farbcodierung (oben links auf der Karte) ermöglicht es dem Benutzer, einen Überblick über die Anforderungen des Karteninhalts zu erhalten. Dennoch muss sich der tatsächliche Schwierigkeitsgrad entsprechend an dem Lernenden orientieren.

Legende

-  - Einsteiger und Einsteigerin
-  - Fortgeschrittener und Fortgeschrittene
-  - Experte und Expertin

Zudem sind weitere Verwendungshinweise der Karte zu anderen biologischen Themengebieten markiert.



- Körper

2 Forscherkarten

2.1 Lehrplanbezug

Entsprechend den Lehrplananforderungen lernen Schüler:innen sich Fachinhalte möglichst eigenständig anzueignen und die dazu erforderlichen Methoden einzuüben bzw. anzuwenden. Die vorliegenden Forscherkarten konzentrieren sich insbesondere auf die Anwendung der experimentellen Methode:

- Fragen formulieren
- Vermutungen begründet aufstellen
- Experimente zur Überprüfung der Vermutungen planen und durchführen
- Beobachtungen und Ergebnisse dokumentieren
- Auswertungen vornehmen und formulieren
- die sachgerechte Handhabung von Hilfsmitteln und Geräten
- das Vornehmen einfacher Fehlerbetrachtungen
- das Erstellen von Modellen
- die Nutzung von Modellen zur Problemlösung

Die Inhalte der Forscherkarten sollen den Präsenzunterricht ergänzen. Auf den Karten sind auf einer informierenden Kartenseite eins und einer dazugehörigen Kartenseite zwei mit der Arbeitsanweisung notwendige Informationen zur Lösung gegeben. Dadurch soll es dem Lernenden ermöglicht werden, sich weiteres Wissen anzueignen. Für die Mehrzahl der Versuche können handelsübliche Materialien verwendet werden, um dadurch von einem Fachraum unabhängig zu sein.

2.2 Hinweise zu den Forscherkarten

Die Methodenkarte zeigt die Schrittfolge ausgewählter Methoden auf:

- Forschendes Lernen
- Protokollieren

Die Methodenkarte ist bei verschiedenen Themen in vielfältiger Weise einsetzbar. Die Schrittfolge „Forschendes Lernen“ orientiert sich an der experimentellen Methode.



So geht Forschen



Methodenkarte



Forschungsfrage

Formuliere eine Frage, die du mit Hilfe von Modellen oder Experimenten beantworten kannst.



Vermutung

Stelle eine Vermutung auf und begründe sie.



Material und Vorgehensweise

Entwickle eine Möglichkeit zur Überprüfung deiner Vermutung. Lege fest, ob du das Experiment zu Hause oder in der Schule durchführen kannst. Beschreibe den Ablauf des Experiments oder das Modell. Nenne benötigte Materialien und Geräte. Fertige eine Skizze zum Versuch an.



Beobachtung

Beobachte zielgerichtet bzw. nimm die erforderlichen Messungen vor. Notiere die Ergebnisse.



Auswertung

Werte die Ergebnisse aus. Ziehe aus ihnen eine Schlussfolgerung. Entscheide, ob deine Vermutung richtig war und beantworte deine Forschungsfrage. Welche neuen Fragen könnten nun gebildet werden?



© Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen (STIFT) als Hrsg. In Kooperation mit dem Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft und der AG Biologie/Didaktik der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Download unter: www.jungforscher-thueringen.de (1. Auflage 2022, Verwendung nur für unterrichts- und schulgänzende Zwecke)

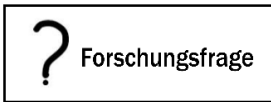
Schüler:innen lernen, Fragen zu formulieren, begründet Vermutungen aufzustellen, Experimente zu planen, Experimente durchzuführen, Vermutungen überprüfen zu können, aus Modellen Sachverhalte abzuleiten, Beobachtungen und Messergebnisse zu dokumentieren sowie die Ergebnisse auszuwerten und zu reflektieren.

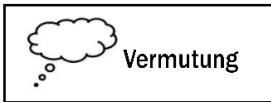
Mit der Erstellung dieses Kartenmaterials wurde das Anliegen verfolgt, Schüler:innen an ein selbstständiges Arbeiten nach dieser Schrittfolge heranzuführen. Entsprechend der Lernvoraussetzungen kann auch gemeinsam nach der Schrittfolge gearbeitet und Hilfestellung gegeben werden.

Zur besseren Umsetzung sollte der Schüler:innen die Forscherkarte als Farbabbildung erhalten (alternativ in Form einer Farbfolie, Farbkopie oder auf dem Smartboard). Optimal ist die einzelne Kartenaufgabe (mit Stundeneinstieg und Ergebnissicherung) innerhalb einer regulären Schulstunde zu bearbeiten. Bei einigen Versuchen empfiehlt sich eine weitere Auswertung zu einem späteren Zeitpunkt.



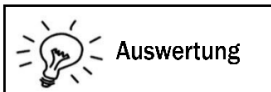
Dokumentation deiner Forschung











3 Kartenset – Atmung

3.1 Lehrplanbezug

Das Kartenset „Körper“ bezieht sich auf das Modul vier des Thüringer Lehrplans für das Fach MNT.

Schüler:innen lernen,

- Diffusion als Prozess der Atmung (Gasaustausch) zu beschreiben.
- Adhäsion als Phänomen zur Aufrechterhaltung Lunge (Bau der Atmungsorgane) zu erklären.
- Experimente zum Atmungsprozess anzuwenden und diese zu hinterfragen.

3.2 Fachinhalte

Als Atmung wird der Gesamtprozess des Gaswechsels bezeichnet, welcher für den weiteren Stoffwechsel benötigt wird. Dabei sind unter diesem Oberbegriff verschiedene Formen bekannt (aerobe und anaerobe Atmung). In diesem Kartenset wird die Atmung der Wirbeltiere (vorwiegend des Menschen mit der Lungenatmung) behandelt. Es kann weiterhin zwischen der äußeren Atmung (Gasaustausch, Nase – Bronchien – Lunge – Lungenbläschen – Rotes Blutkörperchen, Abb. 2a) und der inneren Atmung (Zellatmung, Mitochondrium – mit und ohne Sauerstoff) unterschieden werden (Campbell et al., 2015). In dieser werden organische Verbindungen oxidiert, um Energie (ATP) für körpereigene Prozesse zu gewinnen (Abb. 2b und 2c).

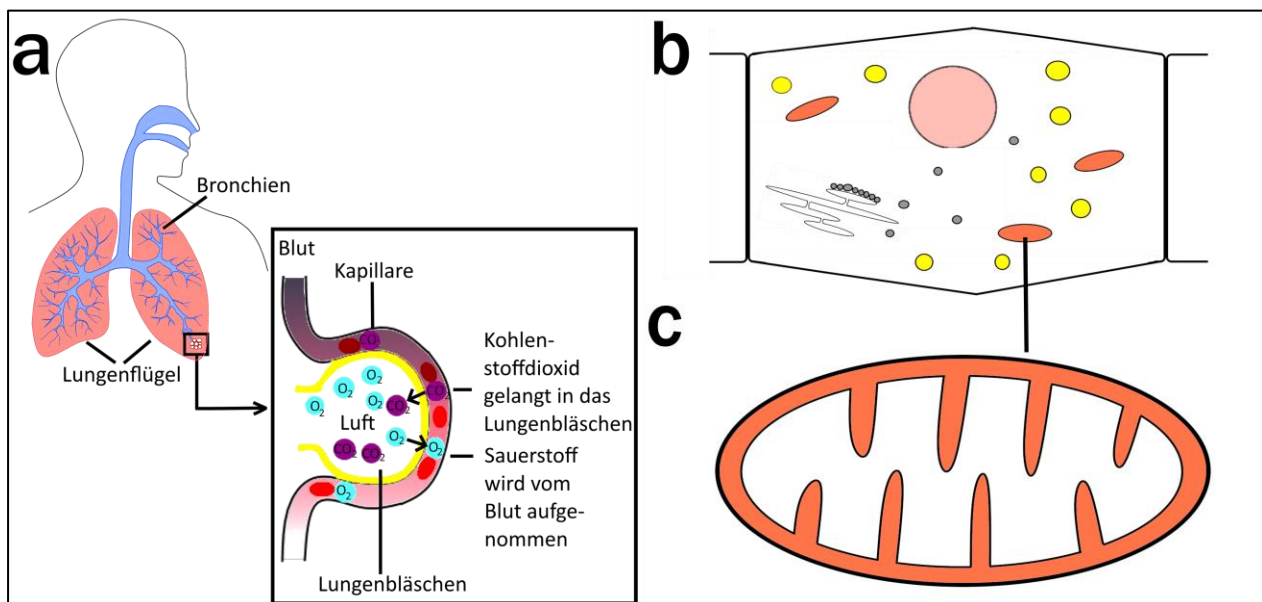


Abbildung 2: Der Weg der Luft. 2a) Ausgehend von der Nase wird die Luft über die Bronchien auf die Lungenflügel verteilt. In den Lungenbläschen findet der Gasaustausch durch die Membran hin zu den Blutkapillaren statt. Während die Affinität der Blutkörperchen (noch mit Kohlenstoffdioxid angereichert) zum Sauerstoff höher ist als wie zum Kohlenstoffdioxid, findet ein Gaswechsel statt. 2b) Das Blut dient als Transportmittel und führt den Zellen den gebundenen Sauerstoff zu, welches in das Cytoplasma übergeht 2c). Hier gelangt es zu den Mitochondrien, dem Ort der Zellatmung und Energiebereitstellung.

Dem Lernenden in der 5. oder 6. Klassenstufe sollte der Prozess der inneren Atmung bewusst gemacht werden. In diesen Lernmaterialien werden der Einatmungsprozess (Brust- und Bauchatmung) und die Atmungsorgane/-bestandteile (Lunge und Lungenbläschen) behandelt.

3.3 Kartenübersicht/Kopiervorlagen

Tabelle 1: Übersicht über die Forscherkarten „Atmung“.

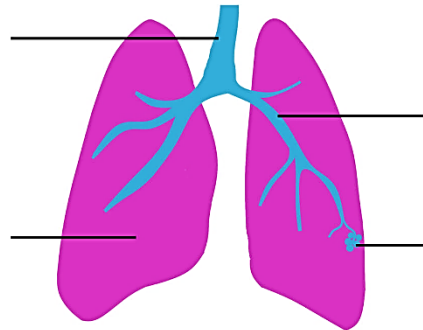
Forscherkarte	Schwerpunkt	Forschungsfrage/ Aufgabe
Atmung 1	Lungenvolumen	Bestimme die Menge der Luft pro Atemzug.
Atmung 2	Adhäsion	Untersuche die Adhäsion und erkläre dadurch die Bedeutung des Lungenfells.
Atmung 3	Diffusion	Untersuche die Funktionsweise der Diffusion.

Weitere Forscherkarten zum Thema Atmung wurden in den bisher erschienenen Materialien „Forscherkarten für Jungforscher Thüringen“ bereits veröffentlicht:

Forschendes Lernen im Fach Mensch-Natur-Technik - Wirbeltiere: Thema Atmung (Hoppe et al., 2021)

Arbeitsblatt Atmung 1

Aufgabe: Beschrifte die Abbildung mit den bereits gelernten Fachbegriffen.



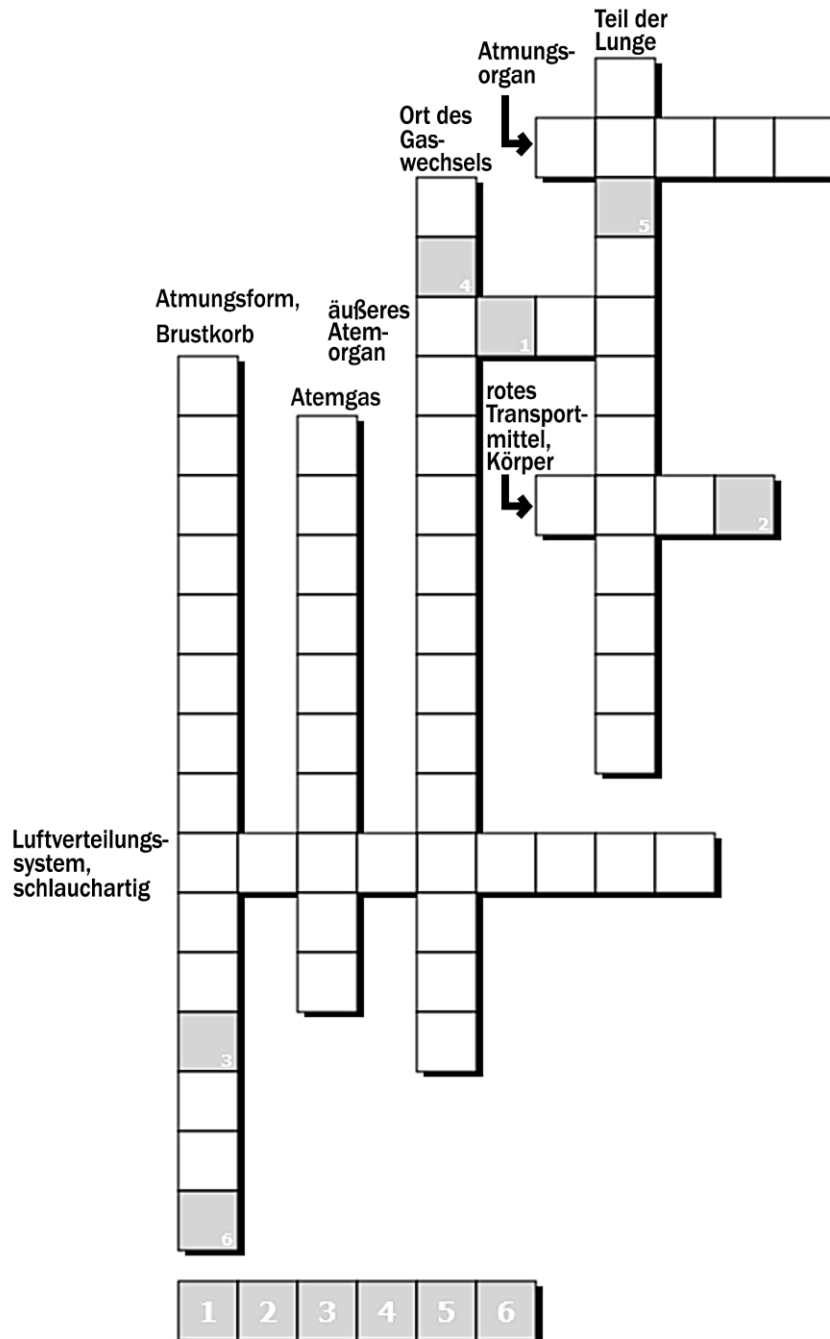
Aufgabe: Vervollständige den Lückentext mit Hilfe folgender Begriffe:

Luftröhre	Nase	Lungenflügel
Zelle	Brustkorbatmung	Bronchien
Zwerchfellatmung	Lungenbläschen	Blut (2x)

Bei der Atmung unterscheidet man zwischen der _____ und der _____. Dabei wird der Brustraum vergrößert und die Lunge wird dadurch gedehnt. Es ist nun genügend Raum vorhanden, um ihn mit Luft zu füllen. Dies geschieht über die _____. Von dort aus gelangt die sauerstoffreiche Luft in die _____, welche sie in die _____ verteilt. Dort verteilt sie sich weiter innerhalb des rechten und linken _____. Am Ende sind die Luftkapillaren sehr dünn und bilden die rundlichen _____. In diesem Bereich kommt das kohlenstoffdioxidreiche _____ mit der sauerstoffreichen Luft in Kontakt. Es kommt zu einem Gaswechsel. In der Folge wird das nun sauerstoffreiche _____ zu jeder _____ transportiert.

Arbeitsblatt Atmung 2

Aufgabe: Löse das Kreuzworträtsel und finde das Lösungswort.



Atmungsform, Brustkorb

äußeres Atemorgan

Atemgas

rotes Transportmittel, Körper

Luftverteilungssystem, schlauchartig

Atmungsorgan

Ort des Gaswechsels

Teil der Lunge

1

2

3

4

5

6

1 2 3 4 5 6

Erstellt mit XWords
(<https://www.xwords-generator.de/de>)

© Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen (STIFT) als Hrsg. gefördert vom Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft und der AG Biologiedidaktik der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Download unter: www.jungforscher-thueringen.de (1. Auflage 2022, Verwendung nur für unterrichts- und schülergänzende Zwecke)

4 Kartenset – Verdauung und Stoffwechsel

4.1 Lehrplanbezug

Das Kartenset „Verdauung und Stoffwechsel“ bezieht sich auf einen Schwerpunkt des Moduls vier des Thüringer Lehrplans für das Fach MNT.

Schüler:innen lernen,

- die Bedeutung der Ernährung zu erläutern.
- die Zerlegung der aufgenommenen energiereichen Nahrung durch Verdauungssäfte (Enzyme) nachzuweisen.
- Stärke und Fett in Nahrungsmitteln zu identifizieren.
- die Beziehung zwischen Struktur und Funktion am Beispiel Zahnform oder Schnabelform abzuleiten.

4.2 Fachinhalte

Unter Verdauung ist der Aufschluss der aufgenommenen Nahrung zwecks Aufbaus/Ersatz körpereigener Stoffe zu verstehen. Dieser Aspekt kann in einem Teil der Nahrungsaufnahme, in Form des Nahrungserwerbs und -konsums (Aufnahme in den Mund) und die Zerlegung in niedermolekulare, resorbierbare Bestandteile betrachtet werden (vgl. Campbell et al., 2015).

Das Kartenmaterial bezieht sich auf die Verdauung bei Wirbeltieren (vorwiegend Säugetiere). Beim Aufschluss der Nahrung kann zwischen einer mechanischen und enzymatischen Zerkleinerung unterschieden werden, welche in Kombination miteinander zur Bereitstellung resorbierbarer Bestandteile führt. Die eigentliche Nutzung in Form der Energiebereitstellung findet innerhalb der Zellen statt und ist vielfach verbunden mit der Zellatmung in den Mitochondrien. Die zelluläre Aufnahme von Mineralstoffen erfolgt an der Zellmembran und ist mit dem Prozess der Diffusion im Zusammenhang zu setzen.

Da viele Nahrungsbestandteile nicht direkt in das Blut aufgenommen werden können (entweder weil sie hochmolekular oder wasserunlöslich sind), kommt den Enzymen eine wichtige Funktion zu. Diese katalysieren eine Reaktion und liegen nach der Substratumsetzung in ihrer ursprünglichen Struktur wieder vor. Dabei spielen pH-Wert und Umgebungstemperatur eine wichtige Rolle.

Überblick über die Funktion und die Verdauung der einzelnen Abschnitte des Verdauungstraktes:

Mund – mechanischer und enzymatischer Aufschluss (Kohlenhydratverdauung und Lipide)

Magen – vorwiegend enzymatischer Aufschluss (Peptide)

Dünndarm mit Gallenblase – Neutralisation der Magensäure, enzymatischer Aufschluss und Resorption (Kohlenhydratverdauung, Fettverdauung, Wasserentzug)

Dickdarm – Resorption des Wassers und gelöster niedermolekularer Stoffe

4.3 Kartenübersicht/Kopiervorlagen

Tabelle 2: Übersicht über die Forscherkarten „Verdauung und Stoffwechsel“.

Forscherkarte	Schwerpunkt	Forschungsfrage/ Aufgabe
Verdauung und Stoffwechsel 1	Verdauung	Untersuche die Abhängigkeit des Pepsins von der Temperatur. Bestimme die optimale Temperatur.
Verdauung und Stoffwechsel 2	RGT-Regel	Untersuche die Umgebungsbedingungen von Enzymen.
Verdauung und Stoffwechsel 3	Verdauung	Überprüfe, ob es tatsächlich feste Bereiche für bestimmte Geschmacksrichtungen auf der menschlichen Zunge gibt.

Weitere Forscherkarten zum Thema Verdauung wurden in dem bisher erschienenen Teil „Forscherkarten für Jungforscher Thüringen“ bereits veröffentlicht:

Forschendes Lernen im Fach Mensch-Natur-Technik - Wirbeltiere: Thema Ernährungsformen (Hoppe et al., 2021)

Tabelle 3: Übersicht zur Herstellung von pH-Pufferlösungen.

pH-Wert						
2	5,88 g	Citronensäure	3,58 g	NaCl	82 mL	Salzsäure (0,1 mol/l)
3	7,74 g	Citronensäure	3,49 g	NaCl	206 ml	NaOH (0,1 mol/l)
4	10,75 g	Citronensäure	2,57 g	NaCl	68 ml	NaOH (0,1 mol/l)
5	18,52 g	Citronensäure	196,4 ml	NaOH (0,1 mol/l)		

Alle Ansätze mit destilliertem Wasser auf 1 Liter auffüllen.

Arbeitsblatt Verdauung und Stoffwechsel

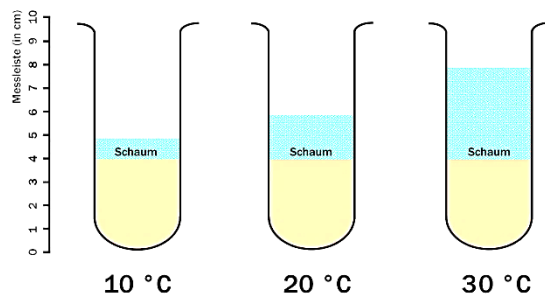
Energie kann in einem biologischen Körper nicht erzeugt, sondern nur aufgenommen und umgewandelt werden. Auch wenn wir umgangssprachlich keine Arbeit durchführen, verbraucht unser Körper Energie. Diese muss durch energiereiche Nahrung regelmäßig aufgenommen und für die Aufnahme in den Körper verdaut werden.

Aufgabe 1: Nenne die Organe, welche für die Nahrungsaufnahme und Nahrungsverdauung maßgeblich verantwortlich sind.

Aufgabe 2: Werte folgendes Experiment aus und formuliere einen Merksatz, welcher das Phänomen erklärt.

Drei Versuchsansätze mit Apfelsaft und Hefe wurden für fünf Tage bei drei verschiedenen Temperaturen kultiviert. Bei allen drei Versuchen bildeten die Enzyme der Hefen aus dem Zucker im Apfelsaft verwertbare körpereigene Stoffe und Kohlenstoffdioxid. Dieses Gas entsteht bei der Verdauung und bleibt zunächst in Form von Schaum auf dem Apfelsaft bestehen.

Warum sehen aber alle Versuchsansätze immer anders aus?



5 Kartenset – Sinnesleistung

5.1 Lehrplanbezug

Das Kartenset „Sinnesleistung“ orientiert sich an verschiedenen physikalischen und chemischen Fachinhalten. Es bezieht sich auf das Modul eins des Thüringer Lehrplans für das Fach MNT.

Schüler:innen lernen,

- dass Sinne zur Beobachtung der Umwelt dienen.
- dass Reize von Sinneszellen aufgenommen werden.
- dass Sinneszellen spezifisch für verschiedene Reize sind.

5.2 Fachinhalte

Ein Merkmal der lebendigen Natur ist die Wahrnehmung und Reaktion auf äußere Einflüsse (Reize). Dies geschieht im menschlichen Organismus durch spezialisierte Zellen (Rezeptorzellen oder Sinneszellen genannt), welche spezifisch für visuelle, akustische, olfaktorische, haptische und gustatorische Reize (Sinne) sind. Im Tierreich finden sich weitere Sinnesleistungen bei Tieren wie z. B. elektrische Felder oder Magnetismus. Allen gleich ist die Wahrnehmung von Veränderungen von Umwelteinflüssen und einer Änderung in der Transmembranspannung bei hoch spezialisierten Nervenzellen. Die entstandene Erregung wird anschließend weitergeleitet und verarbeitet.

Im Folgenden soll die Entstehung für ein olfaktorisches Signal erläutert werden.

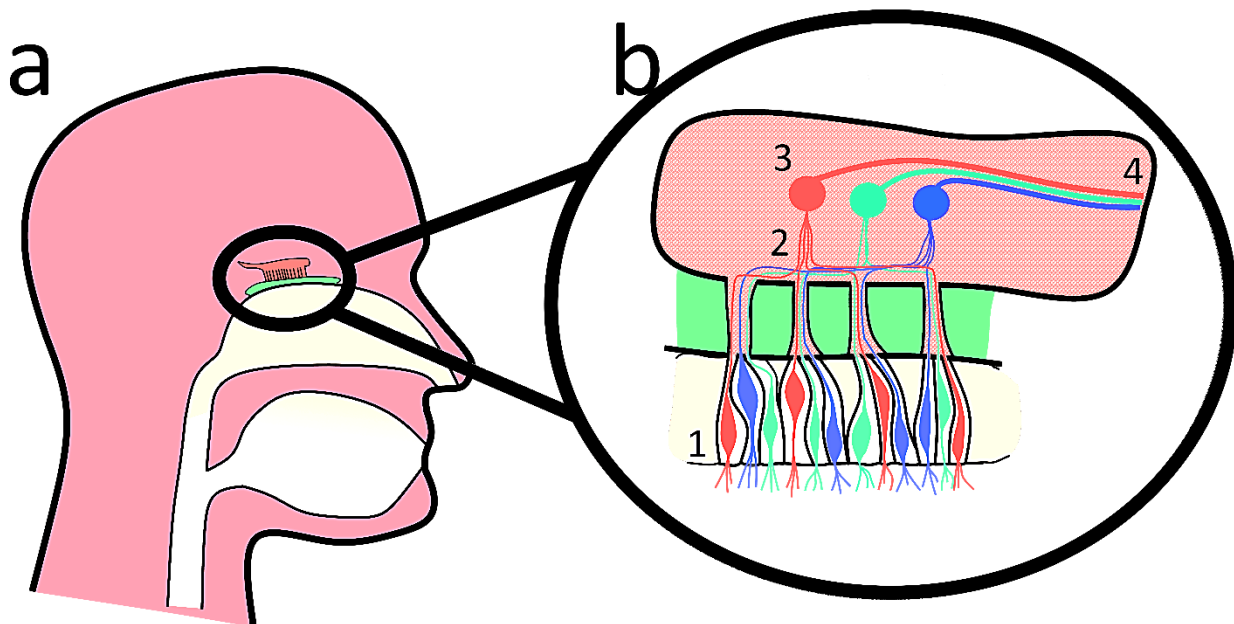


Abbildung 3: Schematischer Aufbau des Sinnesorgans Nase: 3a) die Position der Riechzellen innerhalb des Riechkolbens, 3b) Zellulärer Aufbau der Riechzelle. Ausgehend von den reizwahrnehmenden Zilien, b1) der Zellen werden elektrische Signale in Gliazellen nach ihrer Reizart gebündelt (b2) und an Verschaltungsregionen (Mitralzellen, b3) weitergeleitet. Diese Nervenzellen leiten die Signale weiter an das Gehirn (b4).

Das Sinnesorgan Nase gliedert sich in einen äußeren Teil (Nasenflügel, -rücken und -scheidewand) und einen inneren Teil (z. B. Nasenvorhof, -haupteöhle, -siebbeinhöhle, Stirnhöhle und Kiefernhöhle). Die Nasenmuscheln haben die Funktion den Luftstrom zu regulieren und zu lenken. Der Sitz der Rezeptorzellen befindet sich im Innern der Nase (Abb. 3a). In der Nasenhaupteöhle (Abb. 3b) ragen drei Riechkolben von den Nasenaußenwänden in die Nasenhaupteöhle hinein. Der Riechkolben enthält die spezialisierten Sinneszellen zur Wahrnehmung der Riechstoffmoleküle. Jede Sinneszelle enthält dabei Rezeptoren eines bestimmten Geruchstyps (ca. 400 unterschiedliche Geruchsrezeptoren werden beim Menschen unterschieden).

Die Reizübertragung erfolgt mittels des Riechnervs. Zunächst wird nur ein kleiner Teil der Luftmenge analysiert und in der Folge gezielt die Menge erhöht (aktives Riechen).

Die Riechzellen sind spezialisierte Nervenzellen. Diese besitzen einen dendritischen Fortsatz zur Reizwahrnehmung (Auslösen des Aktionspotentials). Dieser Fortsatz ragt in die Riechschleimhaut hinein und verzweigt sich nochmals (Zilien). Eingelagert in die Membran der Riechschleimhaut kommen sie dann in Kontakt mit den Riechstoffen und verändern durch Anbindung die Rezeptorproteine. Durch diese Strukturänderung erfolgt die Bildung von cAMP und in der Folge die Öffnung von Ionenkanälen. Dadurch wird dann ein Aktionspotential erzeugt. Dieses Aktionspotential wird anschließend über den neuritischen Zellfortsatz an zentral liegende Nervenzellen weitergeleitet.

Die Axone der Riechzellen liegen gebündelt vor und durchziehen in bestimmten Bereichen die Schädelhöhle. Dadurch gelangt das Aktionspotential in den Riechkolben, wird verarbeitet und an das Zentralnervensystem weitergegeben (Braun et al., 2006).

5.3 Kartenübersicht/Kopiervorlagen

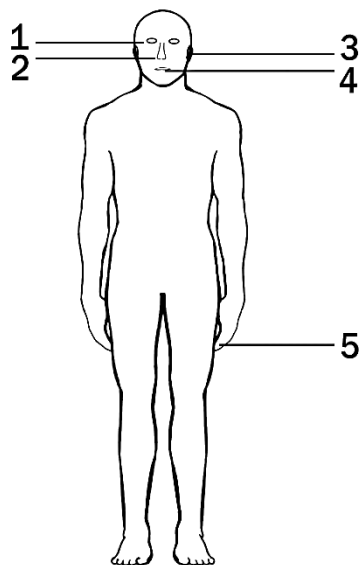
Tabelle 4: Übersicht über das Forscherkarten „Sinnesleistung“.

Forscherkarte	Schwerpunkt	Forschungsfrage/ Aufgabe
Sinnesleistung 1	Temperaturwahrnehmung	Überprüfe die Funktion des Temperaturempfindens.
Sinnesleistung 2	Tastsinn	Erforsche die Druckrezeptoren der Haut.
Sinnesleistung 3	Hörsinn 1	Erforsche die Weiterleitung des Schalls.
Sinnesleistung 4	Sehvorgang 1	Untersuche das Gesichtsfeld.
Sinnesleistung 5	Hörsinn 2	Überlege dir weitere Möglichkeiten, um Schallwellen sichtbar zu machen.
Sinnesleistung 6	Geruchssinn 1	Prüfe die Geruchsempfindlichkeit deiner Nasenhälften.
Sinnesleistung 7	Geruchssinn 2	Untersuche den Geruchssinn. Achte dabei auch auf Intensität, Temperatur und Gewöhnung.
Sinnesleistung 8	Geschmackssinn 1	Untersuche, den Einfluss der Temperatur auf die Geschmackswahrnehmung.

Sinnesleistung 9	Hörsinn 3	Untersuche diese Hörfunktion bei dir und deinen Gruppenmitgliedern.
Sinnesleistung 10	Geschmackssinn 2	Untersuche die Möglichkeit den Geschmackssinn zu beeinflussen.
Sinnesleistung 11	Sehvorgang 2	Untersuche den Sehvorgang.
Sinnesleistung 12	Nervensystem	Untersuche die Reaktionsgeschwindigkeit.
Sinnesleistung 13	Geschmackssinn 3	Überprüfe, ob es tatsächlich feste Bereiche für bestimmte Geschmacksrichtungen auf der menschlichen Zunge gibt.

Arbeitsblatt Sinnesorgane des Menschen

Aufgabe: Beschrifte die Skizze mit der richtigen Bezeichnung der menschlichen Sinnesorgane.



Nummer	Funktion

Aufgabe: Ordne dem richtigen Sinnesorgan die korrekte Funktion zu.

6 Kartenset – Blut und Blutkreislauf

6.1 Lehrplanbezug

Die Materialien zu „Blut und Blutkreislauf“ orientieren sich an dem Modul vier des Thüringer Lehrplans für das Fach MNT.

Schüler:innen lernen,

- die Bedeutung des Blutes für den Transport kennen.
- die Beziehung zwischen Struktur und Funktion am Beispiel von Körperbau und Ernährung abzuleiten.

6.2 Fachinhalte

Blut ist ein flüssiges Gewebe. Es ist aus Blutzellen, dem zellulären Bestandteil sowie einer flüssigen Substanz, dem Blutplasma zusammengesetzt und erfüllt vielfältige Funktionen (z. B. Transport- und Regulationsfunktionen). In diesem Kapitell beziehen sich die erstellten Forscherkarten auf den Blutkreislauf der Säugetiere. Das Blutvolumen eines erwachsenen Menschen beträgt durchschnittlich ca. fünf bis sechs Liter. Zur Aufrechterhaltung des Blutkreislaufs wird Blut hauptsächlich mittels der Herzbewegung, aber auch Gefäß-umgebende Muskulatur durch das Gefäßsystem gepumpt. Dem untergeordnet sind die flussrichtungsgebenden Gefäßklappen und eine druckaufbauende Muskeltätigkeit. Blutgefäße, welche das Blut vom Herzen ausgehend wegführen, werden Arterien und die dem Herzen zuführenden Blutgefäße als Venen bezeichnet. Der zelluläre Bestandteil des Blutes beträgt ca. 44 %, der Bestandteil des flüssigen Anteils ca. 55 %. Die Farbe des Blutes wird durch den Sauerstoffakzeptor, das eisenhaltige Hämoglobin der roten Blutkörperchen bestimmt. Menschliches Blut besitzt dadurch eine rote Färbung (Betz et al., 2001).

Das Blutgefäßsystem kann in einen Lungen- und einen Körperkreislauf eingeteilt werden (Abb. 4). In dem Lungenkreislauf ist die Lunge als „Gasaustauschsystem“ eingebunden. Hier wird innerhalb der Lungenbläschen das im Blut angereicherte CO_2 gegen O_2 ausgetauscht. Dabei ändert sich ebenfalls die Farbe des Blutes von dunkelrot zu hellrot. Grundlage des Austausches ist die unterschiedliche Affinität des Hämoglobins zum O_2 als zum CO_2 . Im Körperkreislauf erfolgt ebenfalls ein Gasaustausch zwischen dem sauerstoffreichen Blut und den Körperzellen. Grundlage dieses Prozesses ist der vorherrschende Partialdruck.

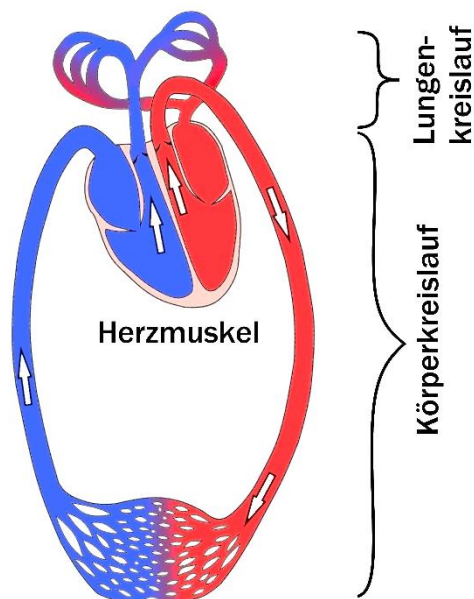


Abbildung 4: Die Abbildung zeigt eine grobe Übersicht über den geschlossenen doppelten Blutkreislauf bei Wirbeltieren. Es wird zwischen dem Lungenkreislauf (kleiner Kreislauf), mit der Einbindung der Lunge/ Kieme zum Gaswechsel und dem Körperkreislauf (großer Kreislauf), in welchem die Organe des Körpers mit sauerstoffreichem Blut versorgt und Stoffwechselprodukte abgeführt werden, unterschieden.

Neben dem Transport der verschiedenen Blutzellen erfüllt das Blut die wichtige Funktion des Nährstofftransportes, der Abbauprodukte und der Verteilung von Wärmeenergie (insbesondere bei Säugetieren und Vögeln).

Der zelluläre Anteil des Blutes besteht aus den weißen Blutkörperchen (Leukozyten) und den Blutplättchen (Thrombozyten).

Die weißen Blutkörperchen stellen einen bedeutenden Teil des Immunsystems dar. Es wird zwischen den B-Zellen, T-Zellen, Monozyten, Granulozyten, dendritischen Zellen und Mastzellen unterschieden. Der Bildungsort der Ursprungszellen (Stammzellen) befindet sich im Knochenmark, wobei bei einigen Zelltypen die Vermehrung auch im Blut erfolgen kann. Die Reifung zu funktionsfähigen Leukozyten erfolgt bei B-Zellen im Knochenmark und bei T-Zellen in der Thymusdrüse. Die Entwicklung bei den Monozyten erfolgt im Knochenmark (später entwickeln sich aus diesen sog. Makrophagen oder auch dendritische Zellen), Mastzellen reifen ebenfalls im Knochenmark heran und Granulozyten differenzieren sich je nach Zelllinie im Knochenmark oder in der Blutbahn heraus.

Die Blutplättchen (Thrombozyten) spielen eine Rolle bei der Wundheilung. Ihr Bildungsort ist das Knochenmark. Die zellkernlosen Zellen werden hier von Megakaryozyten gebildet. Ihre Form kann als sternförmig-flach, mit mehreren Pseudopodien (Scheinfüßchen) beschrieben werden. Durch hormonelle Steuerung erfolgt mittels der Blutplättchen ein schneller Wundverschluss. Dabei heften sie sich schnell an das um die Wunde vorhandene Gewebe an. Durch in der Folge stattfindende weitere Bindungsereignisse, mit anderen Blutplättchen, kommt es zu einem ersten Stadium der Wundheilung.

In der Zellmembran der roten Blutkörperchen sind Antigene vorhanden, welche zur Bildung einer bestimmten Gruppe von Blut führen. Diese führen bei Kontakt mit einer anderen Blutgruppe zu

Wechselwirkungen (Verklumpung). Man unterscheidet die Blutgruppen A, B, AB und 0. Ein weiterer Aspekt, welcher die Blutübertragung beeinflusst, ist der Resus-Faktor (Rh⁺ und Rh⁻). Bei diesem Antigen gibt es verschiedene relevante Proteingruppen. Daher kann eine Blutübertragung nicht ohne die Kenntnis der Blutgruppe und des Rhesusfaktors durchgeführt werden (Müller et al., 2001).

6.3 Kartenübersicht/Kopiervorlagen

Tabelle 5: Übersicht über die Forscherkarten zum Thema „Blut und Blutkreislauf“.

Forscherkarte	Schwerpunkt	Forschungsfrage/ Aufgabe
Blut und Blutkreislauf 1	Blutkreislauf	Konstruiere ein einfaches Modell des Blutkreislaufes.
Blut und Blutkreislauf 2	Herz	Erforsche die Rhythmik des Herzschlages bei unterschiedlicher Belastung.
Blut und Blutkreislauf 3	Venenklappen	Untersuche den Aufbau und die Funktion von Venenklappen.

Arbeitsblatt Blut und Blutkreislauf 2

Aufgabe: Beschrifte die Skizze eines Herzens und markiere die Richtung des Blutflusses.



Aufgabe: Beschreibe den Blutkreislauf eines Menschen. Verwende dabei folgende Fachbegriffe: Herz, Vene, Lunge, Kapillare, Lungenbläschen, Arterie, Venenklappen und Muskel.

7 Kartenset – Kraft und Körper

7.1 Lehrplanbezug

Die Materialien zu „Kraft und Körper“ orientieren sich an den Modulen drei und vier des Thüringer Lehrplans für das Fach MNT.

Schüler:innen lernen,

- Beispiele für das Wirken von Auftriebskräften aus dem Alltag zu nennen.
- Auswirkungen von Strömungsverläufen (Stromlinienkörper, Flügel, Verwirbelung) zu beschreiben.
- das Ermitteln des Volumens von Körpern zu beschreiben.
- Wissen über das Hebelgesetz an einfachen Beispielen anzuwenden.

7.2 Fachinhalte

Kraft ist notwendig, um Arbeit zu verrichten. In der Biologie wirken molekulare Mechanismen zusammen, um eine Kraft ausüben zu können. Dabei ist sie gerichtet. Auch wenn ein biologischer Körper sich nicht betätigt, übt er ständig eine Kraft gegenüber seiner Umwelt aus.

Umgangssprachlich wird der Begriff jedoch auch für die Überzeugung und Vorhaben verwendet und sollte daher mit den Lernenden zunächst definiert werden, insbesondere vor dem Hintergrund der scheinbar fließenden Übergänge verschiedener Kräfte.

In der Physik bezeichnet eine Kraft ebenfalls eine gerichtete Wirkung gegen einen Körper (Bewegung oder Verformung). Diese läuft jedoch nicht in Form molekularer Prozesse ab (z. B. innerhalb einer Muskelfaser).

Kräfte können auf verschiedene Weisen bestimmt werden. Die Kraft ist z. B. über den zurückgelegten Weg innerhalb einer bestimmten Zeit zu berechnen.

$$1\text{N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Eine andere Möglichkeit ist die Messung der ausgeübten Kraft durch eine entsprechende, gleichgroße Gegenkraft. Dabei kommt die Bewegung, nach Eintreten des Kräftegleichgewichts, zum Erliegen. Dieses Prinzip ist beispielsweise bei einem Federkraftmesser oder einer Schraubenfeder (Hängewaage) verwirklicht.

Die offizielle Krafteinheit (SI-Einheit) ist das Newton (N). Sie beschreibt die Abhängigkeit des Gewichtes (kg) von der zurückgelegten Entfernung (m) und der Zeit (s).

Körper in der Physik

Als „Körper“ in der Physik wird ein Raum mit einer definierten Masse bezeichnet. Ein Körper liegt in einem der Aggregatzustände vor: fest, flüssig oder gasförmig, oder er ist aus mehreren Bestandteilen mit möglicherweise unterschiedlichen Aggregatzuständen zusammengesetzt.

Körper in der Chemie

Der Begriff „Körper“ wird in der Chemie als Begriff für ein Element, eine Verbindung oder ein Gemisch verwendet.

Körper in der Biologie

Der Begriff „Körper“ wird in der Biologie als Begriff für ein Lebewesen (Form) verwendet. Dieser Körper steht in Wechselwirkungen mit seiner Umwelt (anderen Körpern und abiotischen Einflüssen).

7.3 Kartenübersicht/Kopiervorlagen

Tabelle 6: Übersicht über die Forscherkarten zum Thema „Kraft und Körper“.

Forscherkarte	Schwerpunkt	Forschungsfrage/ Aufgabe
Kraft und Körper 1	Hebelgesetz	Untersuche den Zusammenhang zwischen dem Drehpunkt und der Hebelarmlänge.
Kraft und Körper 2	Volumen	Überprüfe das Volumen verschiedener Körper.

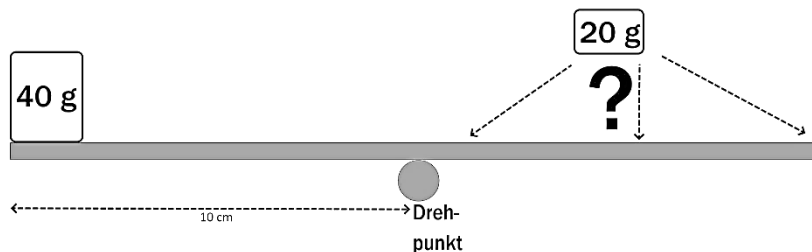
Weitere Forscherkarten zum Thema Kraft und Körper wurden in den bisher erschienenen Materialien „Forscherkarten für Jungforscher Thüringen“ bereits veröffentlicht:

Forschendes Lernen im Fach Mensch-Natur-Technik - Thema Erwärmen und Abkühlen von Luft (Grebe, 2015)

Forschendes Lernen im Fach Mensch-Natur-Technik - Wirbeltiere: Thema Bauplan (Hoppe et al., 2021)

Kraftumwandlung

Erforsche den Zusammenhang zwischen den richtigen Positionen (jeweiliger Abstand zum Drehpunkt) für zwei Körper (Masse), um die Wippe im Gleichgewicht zu halten.



Aufgabe: Wende die gefundene Formel dazu an, um die richtigen Positionen berechnen zu können. Bestimme die richtige Platzierung für einen 85 g schweren Körper auf einer Wippe (gesamte Länge: 20 cm), wenn auf der gegenüberliegenden Seite ein anderer Körper von 20 g aufgelegt ist. Der Abstand zum Drehpunkt beträgt bei diesem 9 cm.

Skizze

8 Materialliste

Um den Umgang mit den Karten zu erleichtern, findet sich in Tabelle 7 eine Übersicht der benötigten Materialien für die entsprechende Kartenaufgabe (bezogen auf einen Versuch).

Tabelle 7: Materialliste zu den einzelnen Forscherkarten.

Thema: Atmung

Forscherkarte	Material
Lungenvolumen	1 große Schale mit Wasser, 2 l PET-Flasche, flexibler Schlauch (1 m), wasserfester Stift, Forscherkarte Lungenvolumen
Adhäsion	2 Objektträger, Trinkhalme verschiedenen Durchmessers, Forscherkarte Adhäsion
Diffusion	Kleines Aquarium (20 l Inhalt, Boden mit 5 cm Sand füllen), Zuckerlösung (100 g/1 l), Salzlösung (100 g/1 l), Lebensmittelfarbe (blau, rot), Trennrahmen, Klebeband, Frischhaltefolie, Gaze, Pergament, Diffusionsschlauch, Forscherkarte Diffusion

Thema: Verdauung und Stoffwechsel

Forscherkarte	Material
Proteinverdauung	5 Reagenzgläser, Pipette, Ei (Eiklar), Pepsinlösung (1 %), pH-Pufferlösungen 2 bis 5), Forscherkarte Proteinverdauung
RGT-Regel	Trockenhefe, naturtrüber Apfelsaft (1 l), 4 Bechergläser (250 ml), 4 Trichter, 4 Reagenzgläser, Forscherkarte 2
Stärkeverdauung	Brot (eingeweicht in Wasser), Iodlösung, Fehling'sche Lösung I und II, 50 ml Amylase-Lösung, 50 ml Pepsinlösung, 50 ml Lipase-Lösung, 3 Bechergläser (100 ml), Wasserbad, 3 Pipetten, Forscherkarte Verdauung und Stoffwechsel 3

Thema: Blut und Blutkreislauf

Forscherkarte	Material
Blutkreislauf	Gummischlauch (2 m), Rückschlagventile (mindestens 4 Stück), Gummiball mit Anschlussmöglichkeit, 2 große Bechergläser, Wasser, Forscherkarte Blutkreislauf
Venenklappen 1	2 PET-Flaschen ohne Boden und Deckel, 2 kleine Luftballons, Strick/Garn, Klebeband, Schere, Forscherkarte Venenklappen 1
Venenklappen 2	Stethoskop, Blutdruckmesser, Stoppuhr, (Arm eines Erwachsenen), Forscherkarte Venenklappen 2

Thema: Sinnesleistung

Forscherkarte	Material
Temperaturwahrnehmung	Thermometer, Plastiktüte, Wasser (kalt/lauwarm/warm), Ventilator, 3 Schüsseln (ca. 1 l), Forscherkarte Temperaturwahrnehmung
Tastsinn	Zirkel, Filzstifte, Lineal, Forscherkarte Tastsinn
Hörsinn 1	Stimmgabel, Luftballon, Holzbrett, Metallplatte, Forscherkarte Hörsinn 1

Hörsinn 2	Stimmgabel, Weinglas (200 ml), Wasser, Plastikröhre (ineinander steckbar), Luftballon, Teelicht, Feuerzeug, Gummiband, Forscherkarte Schall
Hörsinn 3	Wasserschlauch (ca. 2 cm Durchmesser, 1 - 2 m lang), Bleistift, Taschenlampe, Arbeitspartner, Tischplatte, Augenbinde, Forscherkarte Hörsinn 2
Geruchssinn 1	4 Reagenzgläser mit Stopfen, Reagenzglasgestell, Ethanol (50 ml), Parfüm (50 ml), Waschbenzin (50 ml), Sirup (Erdbeere, Himbeere etc., je 50 ml), Forscherkarte Geruchssinn 1
Geruchssinn 2	6 Filmdosen oder Ähnliches, Zitronenschale, Vanille, Bittermandelaroma, Pfefferminzöl, Wärmequelle (z. B. Schreibtischlampe), Stoppuhr, Forscherkarte Geruchssinn 2
Geschmackssinn 1	Zuckerlösung (5 %, 10 %), Salzlösung (5 %, 10 %), Forscherkarte Geschmackssinn 1
Geschmackssinn 2	Apfelsaft, Kaffee, Milch, Mineralwasser, Birne, Zwiebel, Möhre, Soja-Soße, Salz-Lösung (1 %), Bitter-Lemon, Rote Beete, 4 Bechergläser, 4 Pipetten, 5 Petrischalen, Pinzette, Augenbinde, Nasenklammer, Thermometer, 3 Wasserbäder, Kühlfach, Forscherkarte Geschmackssinn 2
Geschmackssinn 3	50 ml Zuckerlösung (ca. 10 %), 50 ml Balsamicoessig (weniger als 2 % Säure), 50 ml Salzlösung (3 - 5 %), 50 ml Bittermandelaroma, 50 ml Sojasoße, 5 Pipetten, 1 Glas Mineralwasser, Forscherkarte Geschmack
Sehvorgang 1	Pappe (A3), Lineal, Zirkel, Bleistift, Schere, Papprolle, Kleber, eine Versuchsperson, Forscherkarte Gesichtsfeld
Sehvorgang 2	Taschenlampe, Figur (max. 5 cm hoch), Lupe, Goldfischglas oder Rundkolben (1000 ml), weißes Papierblatt, Forscherkarte Sehvorgang
Nervensystem	Lineal (min. 30 cm lang), helfende Hand, Stoppuhr, Forscherkarte Reaktionsgeschwindigkeit

Thema: Kraft und Körper

Forscherkarte	Material
Hebelgesetz	Lineal (mind. 40 cm), verschiedene Gewichte (10 g, 20 g, 50 g) Kugelschreiber, Forscherkarte Hebelgesetz
Körpervolumen	1 Überlaufgefäß (250 ml), 1 Messgefäß (50 ml), Wasser, verschiedene Muttern gleicher Größe (unterschiedliche Hersteller), Forscherkarte Körpervolumen

9 Quellenverzeichnis

Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Mayerhofer A, Mense S, Reißig D, Salvetter J, Schmidt W et al.: Duale Reihe Anatomie, Thieme-Verlag, 2014, Stuttgart.

Müller TH, Hallensleben M, Schunter F, Blasczyk R (2001): Molekulargenetische Blutgruppendiagnostik: Grundlagen und klinische Anwendungen. In: Deutsches Ärzteblatt, 98(6), S. A-317 / B-253 / C-241.

Bauer EW (Hrsg.): Biologie 1A. Cornelson-Verlag, 1989, Berlin.

Betz E, Reuter K, Mecke D & Ritter H: Biologie des Menschen. Quelle & Meyer Verlag, 2001, Wiebelsheim.

- Braun T, Röhler gen. Riemer A, Weber F: Kurzlehrbuch Physiologie. Elsevier, Urban und Fischer, 2006, München.
- Bruckmann T & Schlüter S (Hrsg.): Forschendes Lernen im Experimentalpraktikum Biologie. Springer-Verlag GmbH Deutschland, 2017, Berlin.
- Campbell NA, Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB: Campbell *Biologie*. 10. Auflage. Pearson, 2015, Hallbergmoos.
- Grebe C IN: Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen (Hrsg.): Forschendes Lernen im Fach Mensch-Natur-Technik. Blue print, 2015, Weimar.
- Hager N & Hörz H (1977): Modelle und Modellmethode in der wissenschaftlichen Erkenntnis. DZPh: 25:164-179.
- Hoppe T, Grebe C, Vogel I, Lange A, Hoßfeld U. IN: Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen (Hrsg.): Forschendes Lernen im Fach Mensch-Natur-Technik Themenbereich Wirbeltiere. BUZ-Druck, 2021, Kulmbach.
- Porges K, Hoffmann C, Scheidemann M, & Hoßfeld U (Hrsg.): Biologie und Bildung im Jenaer Modell., Druckzentrum der Friedrich-Schiller-Universität, 2020, Jena.
- Priemer B (2011) Was ist das Offene beim offenen Experimentieren? Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 17:315–337.

Vorlagen zu den Experimenten und Modellversuchen finden sich in verschiedenen Experimentier- und Lehrbüchern in ähnlicher Form wieder:

- Biologie heute 1 (1996): Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover.
- Hedewig R: Experimente zur Menschenkunde. Universität Kassel, 1998, Kassel.
- Eschenhagen D, Hedewig R & Krüger B: Menschenkunde – Untersuchungen und Experimente. Kallmeyer Verlag, 1976, Göttingen.

Weiterführende Literatur

- PHYNA (Phywe-Nachrichten) – Zeitschrift der Firma Phywe, Göttingen.
- Faller A & Schünke M: Der Körper des Menschen: Einführung in Bau und Funktion. Thieme-Verlage, Stuttgart, 2020, New York.

10 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Vereinfachter schematischer Aufbau eines Unterrichts beim forschenden Lernen. Eigene Zusammenstellung.
- Abbildung 2: Der Weg der Luft. eigene Grafik.
- Abbildung 3: Schematischer Aufbau des Sinnesorgans Nase. Eigene Grafik nach mikroskopischen Vorlagen.
- Abbildung 4: Übersicht über den geschlossenen Blutkreislauf. Grafik nach Vorlage Aumüller et al. 2014.