

Naturwissenschaftliche Bildung

Interaktive Forschung für Schülerinnen
und Schüler in der Grundschule

**Methodische Materialien
für Lehrerinnen
und Lehrer der Primarstufe**

Dr. Josef Raabe Slovensko, s.r.o.

Professional Publishing
Mitglied der KLETT
Heydukova 12 – 14
811 08 Bratislava

Telefon: 00421/232 66 18 50

E-Mail: raabe@raabe.sk

www.raabe.sk, www.skolskyportal.sk

Geschäftsleiter: Mgr. Miroslava Bianchi Schrimpelová

Copyright:

© 2019 Dr. Josef Raabe Slovensko, s. r. o. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright-Informationen

Der Inhalt dieses methodischen Leitfadens ist mit Ausnahme der Abbildungen und Illustrationen lizenziert Creative Commons Attribution Non-Commercial 3.0 Unported (CC BY-NC 3.0), weitere Informationen unter <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Im Rahmen dieser Lizenz darf jeder für seine eigenen Zwecke eine unbegrenzte Anzahl von Kopien für Veröffentlichungen, Aufführungen oder Offenlegungen, für die Verbreitung, Änderung und Übersetzung weiterverwenden, kopieren, ganz oder teilweise reproduzieren. Der Nutzer ist stets verpflichtet, die Quelle und das Urheberrecht anzugeben. Im Falle der Änderung und Übersetzung des methodischen Leitfadens ist der Urheber nicht verantwortlich für das so geänderte Werk. Der Nutzer darf die Werke nicht für kommerzielle Zwecke nutzen. Jedes Bild und jede Illustration unterliegt in unterschiedlichem Maße dem Urheberrechtsschutz von verschiedenen Eigentümern und sollte in keiner Weise aus dem methodischen Leitfaden ausgeschlossen und in irgendeiner Weise verwendet werden.

Autoren:

doc. PaedDr. Kristína Žoldošová, PhD.; Mgr. Michaela Bielíková, PhD.;
RNDr. Mgr. Zdenka Chocholoušková, Ph.D.; PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.;
PhDr. Václav Kohout, Ph.D.; PhDr. Pavel Kratochvíl, Ph.D.; prof. RNDr. Michal Mergl, CSc.;
doc. PaedDr. Ladislav Podroužek, Ph.D.; RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.; PhDr. Jana Rejlová;
PhDr. Petr Simbartl, Ph.D.; PhDr. Dagmar Šafránková, Ph.D.; Mgr. Alena Šrámová;
Mgr. Petra Vágnerová; Dr. Katrin Hille; Dr. Petra Arndt; Maren Hauber; Sabrina Braunert

Übersetzung:

Mgr. Lucia Augustínová; MUDr. Svetlana Žuchová, PhD.

Grafiker:

Lucia Horineková; M7 s.r.o.

Das Projekt gibt ausschließlich die Meinung des Autors und der SAAIC wieder – weder die Erasmus + Nationalagentur noch die Europäische Kommission sind für die Verwendung der in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen verantwortlich. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung von Erasmus +, Action KA2 Strategic Partnerships for School Education, finanziert.

Projektname: I-S.K.Y.P.E. (Interactive Science for Kids and Youngsters in Primary Education)

Projektnummer: 2016-1-SK01-KA201-022549

ISBN: 978-80-8140-394-1

Ausgabe: 1.

Erscheinungsjahr: 2019

PIKTOGRAMME



**Wichtige Informationen
zum Merken**



**Interessante Erkenntnisse, Ideen,
Problemlösungen und Hilfestellungen**

EINFÜHRUNG

Grundprinzipien für die Entwicklung der Big Ideas (große Ideen) über (natur-)wissenschaftliche Prozesse

Die grundlegende Absicht des Projekts I-S.K.Y.P.E. ist die methodische Unterstützung von Lehrerinnen und Lehrern beim Unterrichten von Naturwissenschaften in der Grundschule durch innovative Unterrichtsmaterialien, die aktuelle Trends in der Didaktik des naturwissenschaftlichen Unterrichts berücksichtigen. Eines dieser grundlegenden Instrumente, sind die vorliegenden methodischen Materialien für Lehrerinnen und Lehrer, welche direkt in der Praxis eingesetzt werden können. **Bei der Entwicklung der methodischen Materialien selbst haben wir das Ziel verfolgt, die interaktive Bildung so zu fördern, dass von einer umfassenden Entwicklung (natur-)wissenschaftlicher Kompetenzen sowie Prozessfähigkeiten gesprochen werden kann, die möglicherweise auch zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigungsfähigkeit junger Menschen führen könnte.**

! Jüngste Forschungen im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts zeigen, dass das nachlassende Interesse an Naturwissenschaften und Technik nicht auf das Desinteresse der Schülerinnen und Schüler am naturwissenschaftlichem und technischem Unterricht während der Schulzeit zurückzuführen ist. Das Problem ist, dass sie sich bei der Wahl einer Ausbildung oder eines Studiums nicht kompetent fühlen, „Wissenschaft zu machen“, auch wenn sie im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts selbst hervorragende Noten erzielt haben (weiterführende Literatur: Archer, DeWitt, Osborne, Dillon, Willis und Wong, 2010). **Das bedeutet das Problem, welches in der naturwissenschaftlichen Bildung gelöst werden muss, ist nicht auf die geringe Attraktivität der naturwissenschaftlichen Fächer zurückzuführen, sondern ist in der Kompetenz der Schülerinnen und Schüler begründet, Forschungsaktivitäten durchzuführen.** Dies zeigt unter anderem, dass der naturwissenschaftliche Unterricht nicht nur rein formales Wissen und naturwissenschaftliche Inhalte vermitteln soll, sondern auch die Fähigkeiten zur Durchführung des Prozesses, durch den diese geschaffen werden, betrachten muss.

Die Absicht methodisches Material zu erstellen

Vor diesem Hintergrund war es unser Ziel, **ein umfassendes didaktisches Material zu erstellen, das die aktuellen Bedürfnisse der Gesellschaft im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts widerspiegelt und gleichzeitig alle Bereiche des naturwissenschaftlichen Unterrichts abdeckt, sodass es unabhängig von den Lehrplänen europäischer oder sogar außereuropäischer Länder verwendet werden kann.** Angesichts der Notwendigkeit, nicht nur implizites naturwissenschaftliches Wissen, sondern auch wissenschaftliche Prozessfähigkeiten zu entwickeln und gleichzeitig ein allgemein anwendbares Material zu schaffen, haben wir uns entschlossen, Materialien auf der Grundlage eines theoretisch angemessen verankerten und ausreichend ausgearbeiteten Konzepts zu entwickeln, welches in didaktischen Kreisen als Konzept der Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts zu identifizieren. Das Ergebnis sind verschiedene Listen von grundlegenden Konzepten, Themen, Ideen oder Erklärungen, die Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Grundschulzeit kennen sollten Materialien auf der Grundlage eines theoretisch angemessen verankerten und ausreichend ausgearbeiteten Konzepts zu entwickeln, welches in didaktischen Kreisen als **Konzept der Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung** bekannt ist (*Big Ideas of Science Education*; siehe Harlen, 2010; Harlen, 2015).

Im naturwissenschaftlichen Bildungsdiskurs gibt es schon seit geraumer Zeit Bestrebungen, die universell anwendbaren Kerninhalte des naturwissenschaftlichen Grundschu-

lununterrichts zu identifizieren. Das Ergebnis sind verschiedene Listen von grundlegenden Konzepten, Themen, Ideen oder Erklärungen, die Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Grundschulzeit kennen sollten oder nicht. Vor kurzem ist das oben erwähnte Konzept der Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung, das unter der Schirmherrschaft von Professor Wynne Harlen entwickelt wurde, diesbezüglich in den Vordergrund getreten. Im Vergleich zu anderen ähnlichen Ansätzen, stellt das Konzept der Big Ideas ein kohärentes und stabiles Konzept der Entwicklung wissenschaftlicher Kompetenz dar, welches die Förderung induktiver kognitiver Praktiken im wissenschaftlichen Unterricht besonders in den Fokus nimmt.

Das Autorenteam von Wynne Harlen charakterisierte **den Inhalt der grundlegenden naturwissenschaftlichen Bildung in Form der Beschreibung von vierzehn Konzepten (Big Ideas), welche Grundschülerinnen und Grundschüler bereits während Ihrer Grundschulzeit erfahren können. Die jeweiligen Grundphänomene der Naturwissenschaften sind auf das Entwicklungsniveau der Schülerinnen und Schüler abgestimmt und haben zum Ziel, dass sie bereits vorhandene naturwissenschaftliche Konzepte aus einer anderen Perspektive betrachten und weiterentwickeln sowie neue Konzepte kennenlernen können.** Dabei spricht das Autorenteam absichtlich nicht von grundlegenden wissenschaftlichen Ideen, sondern beschreibt ganze Konzepte, die durch die Auseinandersetzung mit der Umwelt entstehen.

Laut Wynne Harlen (2000) werden die jeweiligen Big Ideas durch grundlegende naturwissenschaftliche Phänomene charakterisiert. Sie geben den Rahmen vor, in dem die Schülerinnen und Schüler anhand vieler Schlüsselsituationen die gesamte Big Idea untersuchen können. In diesen Situationen können die Kinder einen Teil der gesamten, komplexen Big Idea erfahren. Sie bilden somit, basierend auf ihrem Vorwissen, ein Präkonzept aus, welches sich ständig weiterentwickelt. Dieser Prozess ist mit dem Lösen eines Puzzles zu vergleichen. Die kleinen Ideen (small Ideas) sind die Puzzleteile, welche nach und nach zu einem immer größeren Teil (bigger Idea) zusammengesetzt werden, bis das gesamte Puzzle (Big Idea) fertig ist.

Innerhalb des Konzepts Großer Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung wurden **vierzehn Grundideen identifiziert, die als entscheidend für die Entwicklung grundlegender (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnisse angesehen werden können.** Sie charakterisieren das Grundwissen, welches die Schülerinnen und Schüler nach Abschluss der Grundschule haben sollten:



Big Ideas der naturwissenschaftlichen Bildung:

1. *Alle Materie im Universum besteht aus sehr kleinen Teilchen.*
2. *Objekte können andere Objekte aus der Ferne beeinflussen.*
3. *Eine Kraft kann die Bewegung eines Objekts ändern.*
4. *Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während eines Prozesses von einem Energiespeicher in eine andere Form umgewandelt werden.*
5. *Die Zusammensetzung der Erde und ihrer Atmosphäre sowie die dort ablaufenden Prozesse prägen die Erdoberfläche und das Klima.*
6. *Unser Sonnensystem als kleiner Teil einer Galaxie.*
7. *Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer.*
8. *Organismen brauchen Energie und bestimmte Substanzen zum Leben.*
9. *Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen an eine andere weitergegeben.*
10. *Vorkommen von Arten und deren Vielfalt ist das Ergebnis der Evolution.*

Big Ideas über (Natur-)Wissenschaften und ihre Prozesse:

1. Ziel der (Natur-)Wissenschaft ist es, die Ursache von Phänomenen in der natürlichen Welt zu finden.
2. Wissenschaftliche Erklärungen, Theorien und Modelle stellen die Grundlage für Beweise und Erklärungen (zu einem bestimmten Zeitpunkt im Forschungsprozess) dar.
3. Ingenieurswesen und Technik nutzen das durch die (Natur-)Wissenschaft erzeugte Wissen, um Produkte zu schaffen, die den Alltag des Menschen erleichtern und nützlich sind.
4. Wissenschaftliche Anwendungen haben oft ethische, soziale, wirtschaftliche und politische Auswirkungen.

Von insgesamt vierzehn sind **vier der Big Ideas auf die (Natur-)Wissenschaft und ihre Prozesse selbst gerichtet („Ideas about Science“)**. Die Notwendigkeit, in die grundlegenden (natur-)wissenschaftlichen Konzepte auch solche, die den Begriff des Inhalts und den Prozess der Wissenschaft selbst hervorbringen, einzugliedern, ist das Ergebnis der Tatsache, dass das Konzept der Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung nicht nur die komplexe Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Kompetenz fokussiert, sondern sich gleichzeitig mit wissenschaftlichen Praktiken, den sogenannten Prozessfähigkeiten (z.B. Fragen stellen, Hypothesen entwickeln, analysieren etc.) beschäftigt, die bereits in der Grundschule ausgebildet werden können.

Drei Dimensionen der Naturwissenschaftskompetenz

Laut Harlen's Team besteht die wissenschaftliche Kompetenz und ihre Entwicklung aus drei Dimensionen. Das **Verständnis einer Reihe von Großen Ideen (Big Ideas) in der (Natur-) Wissenschaft**, die Big Ideas der naturwissenschaftlichen Bildung selbst und die Big Ideas über die (Natur-)Wissenschaft, ihre Prozesse sowie ihre Rolle in der Gesellschaft, **bilden die erste Dimension. Die zweite, ebenso wichtige Dimension, repräsentiert das prozedurale Wissen.** Harlen's Team übertrug sehr **allgemeine und komplexe (Prozess-) Fähigkeiten der naturwissenschaftlichen Bildung** in spezifischere Kompetenzen, die sich auf wissenschaftliche Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern konzentrierten sowie die Erfassung und Nutzung empirischer Daten zum Begründen der eigenen Voraussagen und Hypothesen, in den Blick nehmen (Harlen 2010, 2015). **Die dritte Dimension wird durch eine wissenschaftliche Einstellung repräsentiert**, die spezifisch mit den Inhalten und Prozessen in der Wissenschaft verbunden ist und garantiert, dass die wissenschaftliche Forschung objektiv beginnt und durchgeführt wird. Nur wenn alle drei Dimensionen in der praktischen Unterrichtsintervention gemeinsam angewendet werden, kann die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Kompetenz und die Stärkung des Kompetenzgefühls der Schülerinnen und Schüler gewährleistet werden. Es ermöglicht ihnen, sich über ihre Fähigkeiten zur Lösung einfacher Forschungsfragen sicher zu sein, ihr Wissen zu verbessern und ihre Neugierde zu befriedigen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass sie in der Lage sind, kleinere Forschungsprobleme zu lösen, und somit ihre Kenntnisse fortlaufend verbessern und ihre Neugier nach Wissen befriedigen können.

- ! Wissenschaftliche Inhalte (in unserem Fall die Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung) werden vor allem durch die ersten beiden Dimensionen der wissenschaftlichen Kompetenz geschaffen und modifiziert, daher ist ihre potenzielle Entwicklung an die Umsetzung der Entwicklung der wissenschaftlichen Kompetenz in einer umfassenden Form gebunden. Die Neuausrichtung zur Erreichung dieses Ziels ist die sinnvolle und systematische Umsetzung von induktiven Lernformen. (Harlen, 2013)

Die Schaffung von pädagogischen Aktivitäten, die ausschließlich darauf abzielen, Ideen über die (Natur-)Wissenschaft und ihre Prozesse (11. – 14. Big Idea) zu betrachten, ist ein ineffektiver Ansatz. Ein effektiver Weg, um richtige Vorstellungen von der (Natur-)Wissenschaft und ihren Prozessen zu entwickeln, ist die Anwendung induktiver Lehrtä-

tigkeiten anhand der Erforschung bestimmter Phänomene. Aus diesem Grund haben wir hinsichtlich der Big Ideas 11 – 14 keine spezifischen pädagogischen Aktivitäten konzipiert, sondern ihre grundlegenden Aspekte zusätzlich bei der Entwicklung der pädagogischen Materialien von Big Idea 1 – 10 berücksichtigt. Somit haben die Schülerinnen und Schüler beim Untersuchen der naturwissenschaftlichen Phänomene 1-10 die Möglichkeit gleichzeitig Ideen und Konzepte über die Wissenschaft und ihre Prozesse zu entwickeln sowie individuelle (Prozess-)Fähigkeiten des wissenschaftlichen Forschens aufzubauen.

In Anbetracht unserer Absicht, die naturwissenschaftliche Grundbildung von Schülerinnen und Schülern auf der Grundlage des Konzepts der Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung nach Wynne Harlen zu entwickeln, werden im Folgenden die Ideen über (Natur-)Wissenschaft und ihre Prozesse im Rahmen der „International Standard Classification of Education (ISCED 1)“ betrachtet.

Theorie großer wissenschaftlicher Ideen und ISCED 1

1. Ziel der (Natur-)Wissenschaft ist es, die Ursache von Phänomenen in der natürlichen Welt zu finden.

Nach dem Konzept der **Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung** (Harlen, 2015) sollten Grundschülerinnen und Grundschüler verstehen, dass es in der Wissenschaft darum geht, zu suchen und zu erklären, warum Dinge so geschehen, wie sie geschehen, oder warum sie so sind, wie sie sind. Sie sollten erkennen, dass jedes Ereignis oder Phänomen eine oder mehrere Ursachen hat und dass es einen Grund gibt, warum die Dinge eine bestimmte Form annehmen. Gleichzeitig sollten sie lernen, dass es nicht ausreichend, eine bestimmte Vermutung aufzustellen, sondern diese auch durch entsprechende Ergebnisse erklärt werden muss. Die Lehrkraft trägt auch zur Entwicklung dieser Idee bei, indem sie/er den Schülerinnen und Schülern verschiedene Wege aufzeigt diese Ergebnisse und Erkenntnisse zu gewinnen und ihnen somit nicht nur ermöglicht zu entdecken WAS geschieht, sondern vor allem herauszufinden WIESO das so ist.

Aus der Beschreibung wird deutlich, dass das Ziel darin besteht, dass die Schülerinnen und Schüler eine durch induktive Tätigkeiten geleitete, selbstständige Forschung durchführen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Beobachtung und Messung von Ereignissen, die dazu dienen, Erklärungen zu den beobachteten Tatsachen zu finden. Die vorgeschlagenen Verfahren führen die Schülerinnen und Schüler somit nicht nur zu einem einfachen Verständnis der Naturphänomene selbst, sondern bieten ihnen auch die Chance zu verstehen, wie sie wissenschaftlichen Erkenntnisse für ihre Erklärungen generieren. Dieses Grundprinzip haben wir bei der Entwicklung unserer methodischen Materialien berücksichtigt.

2. Wissenschaftliche Erklärungen, Theorien und Modelle stellen die Grundlage für Beweise und Erklärungen (zu einem bestimmten Zeitpunkt im Forschungsprozess) dar.

Nach Wynne Harlen (2015) ist es bei einem Forschungsprozesses von 5- bis 7-Jährigen zentral, dass sie Fragen stellen können, was in der Natur vor sich geht, und auch, dass sie wissen, dass sie selbst etwas tun können, um geeignete Antworten und Erklärungen zu finden. Dieses Konzept wird im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht (7 – 11 Jahre) weiterentwickelt, damit die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass wissenschaftliche Erklärungen durch systematische Forschung gewonnen werden können, bei der Daten beispielsweise durch Beobachtung oder Messung der Eigenschaften der beobachteten Objekte oder durch die Verwendung von Daten aus anderen Informationsquellen gesammelt werden. Ob eine wirksame Erklärung erstellt wird, hängt zusätzlich davon ab, welche Daten erfasst wurden und welche Hypothese oder Prognose dem Forschungsprozess zugrunde lag.

Die Lehrkraft ermutigt die Schülerinnen und Schüler selbstständig Forschungsprozesse durchzuführen und begleitet sie dabei durch anregende Fragen. Bei der Durchführung der Forschungstätigkeiten selbst, weist sie/er die Schülerinnen und Schüler darauf hin, dass die Forschung durchgeführt werden muss, um Erklärungen für das vorhandene Problem zu

finden. Zusätzlich **ermutigt die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler, ihre Vorkenntnisse bei der Gestaltung und Durchführung ihres Forschungsverfahrens zu nutzen, um erfahrungsbasierte Annahmen zu erstellen.** Gleichzeitig verstehen die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Schritte des Forschungsprozesses, die sowohl bei der Untersuchung eines einfachen, als auch eines komplexen Forschungsproblems gleich sind.

3. *Ingenieurswesen und Technik nutzen das durch (Natur-)Wissenschaft erzeugte Wissen, um Produkte zu schaffen, die den Alltag des Menschen erleichtern und nützlich sind.*

Nach dem Konzept der **Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung** (Harlen, 2015) sollte ein Vorschulkind (5 – 7 Jahre) bereits die Idee haben, dass Technologien von Menschen entwickelt wurden, um ihnen die Dinge zu liefern, die sie benötigen oder verwenden können, wie zum Beispiel Lebensmittel, Werkzeuge, Kleidung, Lebensraum und Kommunikationsmittel. Das Kind sollte sich bewusst sein, dass es Beispiele dafür gibt, wie Materialien um uns herum verändert wurden, damit sie für einen bestimmten Zweck verwendet werden können. Im Primarbildungsbereich (7 – 11 Jahre) sollte dieses Konzept und seine Verknüpfung mit Technologie weiterentwickelt werden, damit die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass Technologie (z.B.) durch das Ingenieurswesen entwickelt wird, welches zuerst Probleme identifiziert und anschließend die Wissenschaft zum Entwerfen und Erarbeiten der bestmöglichen Lösung dieser Probleme verwendet. Die Schülerinnen und Schüler sollten auch eine Idee davon entwickeln, dass es immer verschiedene Möglichkeiten gibt, Probleme zu lösen, was bedeutet, dass mehrere Optionen ausprobiert werden müssen. Bei der Beurteilung der besten Lösung ist es wichtig, über das erwartete Ergebnis nachzudenken und daraufhin einen geeigneten Lösungsweg auszuwählen.

Somit ist es zentral, die Schülerinnen und Schüler auch zu Bildungsaktivitäten zu ermutigen, bei denen sie ihre (natur-)wissenschaftlichen Kenntnisse nutzen, um einfache technische Lösungen zu entwerfen und so eine Vorstellung bezüglich der Bedeutung der Wissenschaft für das menschliche Leben entwickeln.

4. *Wissenschaftliche Anwendungen haben oft ethische, soziale, wirtschaftliche und politische Auswirkungen.*

Die Schülerinnen und Schüler sollten durch die naturwissenschaftliche Bildung ein Verständnis dafür entwickeln, dass die Wissenschaft es uns ermöglicht, zu erklären, wie einige Dinge funktionieren oder wieso bestimmte Phänomene auftreten. Dieses Verständnis kann oft genutzt werden, um Dinge zu verändern oder hervorzurufen, die zur Lösung verschiedener menschlicher Probleme beitragen können. Während sich solche technologischen Lösungen auf das Leben und die Gesundheit vieler Menschen in Ländern auf der ganzen Welt auswirken, ist es wichtig zu erkennen, dass für die Realisierung dieser Lösungen beispielsweise auch Materialien/Rohstoffe aus der Natur verwendet werden, die in naher Zukunft erschöpfbar sind oder bei der Forschung auch Materialien entstehen, die der Natur schaden. Deshalb ist es wichtig, dass sich **die Lehrkraft auch mit dem Kontext und den Folgen naturwissenschaftlicher Aktivitäten, nicht nur in natürlichen Ökosystemen (ökologische Erziehung), sondern auch im Rahmen der spezifischen Eingriffe des Menschen in die Natur (Umwelterziehung), befasst.** Die Schülerinnen und Schüler sollten somit vor allem dazu ermutigt werden, die Konsequenzen bestimmter Eingriffe in die Natur, auf der Grundlage ihres Verständnisses der Naturgesetze, zu reflektieren.

Aus den Merkmalen der **Großen Ideen der naturwissenschaftlichen Bildung sowie der Ideen über die Wissenschaft und ihrer Prozesse** selbst geht hervor, dass **die Art und Weise, wie Naturwissenschaften in der Grundschule gelehrt werden, nicht nur das implizite naturwissenschaftliche Wissen selbst betrachten, sondern auch den Prozess, durch den diese Erkenntnisse geschaffen und entwickelt werden, mit aufgreifen sollte.** Die Schülerinnen und Schüler lernen somit aus eigener Erfahrung heraus, wie Wissenschaft funktioniert, womit die zuvor vernachlässigte Entwicklung einer sogenannten „Do-Science-Kompetenz“ sichergestellt wird, indem sie ihre eigenen Erfolge wahrnehmen. Dieses Grundprinzip haben wir bei der Entwicklung unserer methodischen Materialien ebenfalls berücksichtigt.

DIE GESAMTMENGE DER ENERGIE IM UNIVERSUM IST IMMER GLEICH, SIE KANN ABER WÄHREND EINES PROZESSES VON EINEM ENERGIESPEICHER IN EINE ANDERE FORM UMGEWANDELT WERDEN

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Prozesse oder Ereignisse brauchen Energie, damit sie überhaupt passieren. Energie kann nicht erzeugt oder zerstört werden. Aber sie kann in verschiedener Weise von einem Körper auf einen anderen übertragen werden. Manche Arten der Energie sind für uns einfach zu benutzen, wie Strom. Mit anderen Energiearten können wir weniger anfangen, wie z.B. mit einem Teil der Energie, der durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzt wird.

Energie geht nicht verloren – sie kann sich aber in verschiedene Arten umwandeln

Objekte oder Materialien können durch Energiezufuhr auf verschiedene Art und Weise verändert werden. Sie können bewegt werden z.B. durch Ziehen oder Schieben. Erhitzen kann zu Veränderungen führen, wie beim Kochen oder Schmelzen. Strom bringt Glühbirnen zum Leuchten. Der Wind dreht die Windräder.

Bei all diesen Veränderungen wird Energie von einem Objekt auf ein anderes übertragen. Brennstoffe wie Öl, Gas, Kohle und Holz sind Energiequellen. Einige **Energiequellen kann man immer wieder anzapfen**, wie den Wind, die Wellen, das Sonnenlicht und die Gezeiten. Sie heißen **erneuerbar**. Andere Energiequellen wie fossile Brennstoffe **sind nicht erneuerbar**.

Objekte können Energie speichern. Das geht zum Beispiel durch ihre chemische Zusammensetzung (wie in Brennstoffen und in Batterien). **Energie kann aber auch durch Bewegung, Temperatur oder die Position der Objekte gespeichert werden.** Energie kann durch das Hochheben eines Objektes gespeichert werden. Wenn das Objekt losgelassen wird und nach unten fällt, **verwandelt sich diese Energie in Bewegung**. Wenn ein Objekt erwärmt wird, hat es mehr Energie, als wenn es kalt ist. Ein warmes Objekt erwärmt seine Umgebung mit kühleren Objekten, bis alle Objekte die gleiche Temperatur erreichen. Wie schnell das geschieht, hängt von der Art des warmen Objekts ab und von dem was zwischen den Objekten ist (Wärmeleiter oder Wärmeisolierer). Eine Batterie speichert Energie über die Chemikalien in ihr. Die Energie wird freigesetzt, wenn die Batterie angeschlossen ist, sodass ein elektrischer Strom fließt. Dadurch wird die Energie auf die anderen Komponenten im Stromkreis und auf die Umgebung übertragen. **Energie kann auf verschiedene Arten übertragen werden: durch Strahlung, als mechanische Kraft, als Schall in Luft oder als Licht in Luft und Vakuum.**

Energieübertragung

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Viele Prozesse und Phänomene – vom Wachstum der Pflanzen bis zum Wetter – können als Energieaustausch beschrieben werden. **Die Übertragung von Energie führt fast immer dazu, dass Energie breiter verteilt wird.** Der Prozess kann nicht umgekehrt werden und die Energie der Bewegung von Partikeln, also Wärme, kann nicht so leicht wiederverwendet werden.

Energie kann nicht erzeugt oder zerstört werden. Wenn Energie von einem Objekt auf andere übertragen wird, bleibt die Gesamtmenge an Energie im Universum gleich. Die Menge an Energie, die ein Objekt verliert, gewinnen andere. Wenn die Sonne die Erde erwärmt, verliert die Sonne allmählich Energie durch die Strahlung, die die Erde und die anderen Planeten aufwärmt. Die Masse der Atome ist eine Form gespeicherter Energie, auch Kernenergie genannt. Radioaktive Atome geben diese Energie z.B. als Wärme frei.

Energiebedarf **Weltweit steigt die Nachfrage nach Energie.** Das liegt zum einen daran, dass es immer mehr Menschen gibt. Ein weiterer Grund ist der moderne Lebensstil, der sich immer mehr durchsetzt. Aus diesen Gründen wird die elektrische Energie benötigt. Fossile Brennstoffe, die häufig in Kraftwerken und Generatoren eingesetzt werden, sind nicht erneuerbar. Außerdem trägt ihre Verbrennung zur globalen Erwärmung und zum Klimawandel bei. **Daher sollten wir andere Wege zur Stromerzeugung finden, die Nachfrage senken und die vorhandene Energie effizienter nutzen.**

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Für Grundschüler ist der folgende Teil dieser „Big Idea“ bereits erfahr- und nachvollziehbar: **Objekte oder Materialien können auf verschiedene Art und Weise verändert werden. Sie können bewegt werden:** ein Auto kann z.B. gezogen, ein Ball gerollt oder ein Wagen geschoben werden. Erhitzen kann zu Veränderungen führen: Wasser wird durch Kochen zu Wasserdampf, Eiswürfel schmelzen zu Wasser, wenn **jeweils Wärme hinzugefügt wird. Strom bringt Glühbirnen zum Leuchten. Wind dreht Windräder.**

Bei all diesen Veränderungen wird Energie von einem Objekt auf ein anderes übertragen (vom Kind auf das Auto, den Ball oder den Wagen; von der Herdplatte auf das Wasser im Topf). Brennstoffe wie Öl, Gas, Kohle und Holz sind Energiequellen. Einige Energiequellen kann man immer wieder anzapfen, wie den Wind, die Wellen, das Sonnenlicht und die Gezeiten. Sie heißen erneuerbar. Andere Energiequellen wie fossile Brennstoffe sind nicht erneuerbar.

Schlüsselwörter:

Energie

Energieformen und Energieträger im Alltag

Elektrischer Strom, Wirkungen: Wärme, Licht, Bewegung

Energieträger unterscheiden, Sinn und Notwendigkeit von Energiesparmaßnahmen in der Schule und zu Hause erkennen.

Konventionelle und alternative Möglichkeiten der Energiegewinnung

Beispiele für unterschiedliche Formen der Energieumwandlung (z. B. Wasser, Wind, Licht, Kohle)

Konsumgewohnheiten unter ökologischen Kriterien bewerten (z. B. Abfallvermeidung, Energieverbrauch)

Strom

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

Was ist eigentlich Energie? Laut Definition ist **Energie die Fähigkeit Arbeit zu verrichten**. Und das kann auf verschiedenen Wegen geschehen, da es viele unterschiedliche Energieformen gibt.

Die erste Energieform ist die **Bewegungsenergie**, auch **kinetische Energie** genannt. Fahrzeuge wie Autos, Motorräder oder Flugzeuge haben eine solche kinetische Energie, wenn sie fahren oder fliegen. Also wenn sie eine Geschwindigkeit haben. **Mit Bewegungsenergie können auch Dinge verformt werden**. Das ist beispielsweise der Fall, wenn ein Auto einen Unfall hat und gegen einen Gegenstand fährt. Wenn das Auto beispielsweise gegen ein anderes Auto oder einen Baum prallt, dann geht das Auto kaputt und auch die Rinde des Baumes hat einen Schaden. **Die Bewegungsenergie leistet somit Verformungsarbeit**.

Kinetische Energie

Als weitere Energieform gibt es noch die **Lageenergie** oder auch **potenzielle Energie** genannt. Der Begriff der potenziellen Energie kann den Kindern an folgendem Beispiel erklärt werden. Wenn man auf einem Fahrrad auf einem Hügel oder Berg sitzt hat das Fahrrad potenzielle Energie. Denn es kann den Berg hinunterrollen. Auf dem Weg hinunter wird das Fahrrad ohne Bremsen immer schneller, es wird beschleunigt. Das nennt man auch Beschleunigungsarbeit leisten. Ein Körper oder Gegenstand **hat also immer dann eine potenzielle Energie, wenn er fallen bzw. sich abwärts bewegen kann**. Auch Wasserkraftwerke nutzen diese Form der Energie. Sie stauen das Wasser eines Flusses in einem Stausee. Umso größer der Stausee ist, desto mehr Energie kann damit erzeugt werden. Das Wasser wird kontrolliert abgelassen und über Turbinen damit aus der Lageenergie des Wassers elektrische Energie erzeugt.

Potenzielle Energie

Die dritte Energieform ist die Spannenergie. **Federn** wie es sie in Matratzen oder Sofas gibt, besitzen diese Spannenergie. Eine Feder, die gespannt ist, kann beispielsweise eine Kugel nach oben schießen. So machen sich **Katapulte** diese Energie zu nutze. Wenn die Kugel nach oben fliegt, dann nennt man das Hubarbeit. Denn die Feder verrichtet eine Arbeit während sie die Spannenergie an die Kugel abgibt. **Dabei wird die Spannenergie der Feder in kinetische Energie der Kugel umgewandelt**. Wenn sich ein Körper verformt, aber wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurückwill, besitzt er eine Spannenergie.

Spannenergie

Diese drei Energieformen, die kinetische Energie, die potenzielle Energie und die Spannenergie, bezeichnet man als **mechanische Energien**.



Neben der mechanischen Energie gibt es noch weitere Energieformen. Eine davon ist die elektrische Energie. Also der Strom, den wir beispielsweise als Licht in einer Lampe sehen. In Kraftwerken wird beispielsweise aus Wärmeenergie elektrische Energie gewonnen. Über Stromleitungen wird diese dann zu uns ins Haus transportiert. Mit Strom kann man viele verschiedene Dinge in Gang bringen. **Er ist daher die vielseitigste Energieform**.

Elektrische Energie

Strom kann auf verschiedene Weise hergestellt werden. Dazu muss Energie umgewandelt werden. Man kann Strom aus folgenden Dingen erzeugen:

- **Wind** durch Windkraftanlagen,
- **Wasserkraft von Flüssen** durch Wasserkraftanlagen,
- **Sonnenenergie** durch Solarzellen und Photovoltaikanlagen,
- **Kohle, Öl, Gas** werden verbrannt und die entstehende Wärme kann in Strom umgewandelt werden,
- **Kernenergie** in Kernkraftwerken erzeugt durch die Spaltung der Atomkerne ebenfalls
- Wärme, die in Strom umgewandelt wird.

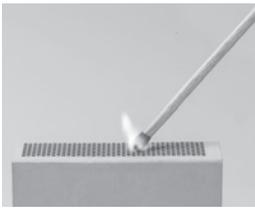
Weiterhin gibt es auch noch die **magnetische Energie**. Beispielsweise ein Hufeisenmagnet. Träger dieser Energieform sind grundsätzlich Magneten. Sie können etwas anziehen oder abstoßen.

Magnetische Energie

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

- Wärmeenergie** Eine andere Energieform ist die **Wärmeenergie**. Wasserdampf ist beispielsweise ein Träger von Wärmeenergie, denn er ist sehr heiß. Auch die große Hitze von Vulkanen kann für die Energiegewinnung genutzt werden. Durch Erdwärme kann Wasser erhitzt werden, um damit Wohnhäuser zu beheizen.
- Strahlungsenergie** **Eine für uns Menschen sehr wichtige Energie ist die Strahlungsenergie. Sonnenlicht ist ein Träger dieser Strahlungsenergie.** Wenn man nicht aufpasst, kann diese sogar richtig schädlich werden und wir bekommen einen Sonnenbrand. Trotzdem ist sie für das Leben auf der Erde unentbehrlich. Die Sonne wandelt jede Sekunde circa vier Millionen Tonnen Wasserstoff in Energie um. Diese wird einerseits als Wärmeenergie abgegeben. Andererseits entsteht durch diese Energie sichtbares Licht, die Sonnenstrahlung. Nach nur acht Minuten erreicht uns diese auf der Erde, wobei allerdings nur ein kleiner Teil der Sonnenstrahlen dort ankommt. **Dennoch reicht dieser kleine Teil der Strahlungsenergie aus, um für unseren Planeten die Lebensgrundlage darzustellen.** Der Vorrat an Wasserstoff auf der Sonne reicht noch für ungefähr fünf Milliarden Jahre aus. Auch Röntgenstrahlen beim Arzt haben Strahlungsenergie. Sie können unseren Körper durchleuchten.
- Kernenergie** **Als Kernenergie bezeichnet man die Energie, die zwischen den Teilchen im Atomkern herrscht.** Träger der Kernenergie sind also die Atome. Sie können riesige Mengen Energie erzeugen. Das geschieht beispielsweise in Kernkraftwerken.
- Chemische Energie** Die letzte, aber sehr wichtige Energieform ist die **chemische Energie. Chemische Energie bekommt der Körper beispielsweise durch Essen oder Trinken.** Die chemische Energie in unseren Körpern kann dann in andere Energieformen umgewandelt werden, wie zum Beispiel in Wärmeenergie oder in kinetische Energie. Auch wenn ein Feuer brennt wird chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt. Beispielsweise in Öl, Gas, Kohle und Holz ist chemische Energie gespeichert, die durch Verbrennen in Wärmeenergie umgewandelt werden kann.
- Wie nutzen Pflanzen die Sonnenenergie? – Photosynthese** **Pflanzen sind eigentlich kleine Sonnenkraftwerke. In den grünen Blättern der Pflanze findet die Photosynthese statt.** Genauer gesagt im grünen Farbstoff der Blätter, dem Chlorophyll. Das Chlorophyll wird über die Blattadern mit Wasser und über die Blattoberfläche mit CO_2 versorgt. **Mit Hilfe des eintreffenden Sonnenlichts als Energiequelle, wandelt das Chlorophyll CO_2 und Wasser in Zucker um.** Zucker gibt der Pflanze Energie – genauso wie Nahrungsmittel uns Menschen chemische Energie geben. **Damit ist die Photosynthese einer der wenigen Prozesse, mit dem auf natürliche Weise (physikalische) Strahlungsenergie in chemische Energie umgewandelt wird. Diese bildet wiederum die Grundlage unserer Ernährung.**
- Als Abfallprodukt entsteht ganz nebenbei noch etwas Wichtiges für uns: der Sauerstoff. Die Pflanze braucht ihn nicht und gibt ihn darum an die Luft ab. **Den Pflanzen verdanken wir also den Sauerstoff in unserer Luft, ohne den wir Menschen und die Tiere nicht leben könnten.**
- Pflanzen haben noch eine andere wichtige Funktion: Sie vernichten CO_2 . Über Kohlekraftwerke, Fahrzeuge und Flugzeuge stoßen wir mehr CO_2 in die Luft aus, als für unseren Planeten gesund ist. Daher sollten wir wertschätzend mit unserer Umwelt, den einzelnen Bäumen und Pflanzen umgehen und möglichst viele neue pflanzen, anstatt die Urwälder abzuholzen.

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

		
Fliege	Streichholz	Auto
= 1 Joule (Flügelschlag)	= 1.000 Joule (brennendes Streichholz)	300 MJ pro Stunde (Automotor)

Energieeinheiten

Die Energieeinheiten kann man leicht ineinander umrechnen:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.000 J = 1 Kilojoule = 1kJ | 3 600 KJ = 1 Kilowattstunde (kWh) |
| 1 Million J = 1 Megajoule = 1 MJ | 1 Kalorie (cal) = 4,18 Ws |
| 1 Milliarde J = 1 Gigajoule = 1 GJ | 1 Kilokalorie (kcal) = 1.000 Kalorien |
| 1 Joule = 1 Wattsekunde (Ws) | |

Nicht alle Energie können wir so nutzen, wie sie ist. Häufig muss die Energie erst umgewandelt werden, wie beispielsweise beim Strom. Hier sprechen wir auch oft von „**Energie verbrauchen**“. **Damit ist eigentlich gemeint, dass Energie von einer Form in eine andere Form umgewandelt wird.** Ein Fön wandelt beispielsweise Strom in Wärmeenergie um. Denn Energie kann nicht verschwinden. Und Energie kann auch nicht aus dem Nichts hergestellt werden. Um Strom zu erhalten, z.B. um den Fön zu betätigen muss zunächst Energie, die schon vorhanden ist, in elektrische Energie umgewandelt werden.

Energieumwandlung

Strom und Wärmeerzeugung in Deutschland (für das Jahr 2016) aus erneuerbaren Energien:

1. 59% Bioenergie
2. 20% Windenergie
3. 12% Sonnenenergie
4. 6% Wasserkraft
5. 3% Geothermie

Auch wenn versucht wird, immer mehr auf erneuerbare Energien zurückzugreifen, ist es für unsere Umwelt doch am besten, wenn wir möglichst wenig Energie verbrauchen.

Bewusster Umgang mit Energie

Wie lässt sich Energie sparen?

1. **Warmes Wasser sparen:** Wer kurz duscht anstatt in einer vollen Badewanne zu baden, kann viel Wasser sparen. Der Wasserhahn muss auch nicht voll aufgedreht werden und die Temperatur des Wassers nicht so heiß sein. Das ist zugleich auch noch besser für die Haut. Auch eine volle Spülmaschine ist wassersparender als mit der Hand zu spülen. Dafür sollte die Spülmaschine aber erst eingeschalten werden, wenn sie wirklich voll ist.
2. **Ausmachen oder ausschalten, wenn man etwas nicht braucht.** Licht, Computer, Fernseher, Wasser etc. Wenn Geräte eine Stand-by-Funktion haben, die verhindert, dass die Geräte ganz ausgehen, kann eine Steckdosenleiste mit ausschaltbarem Schalter genutzt werden, um das Gerät somit ganz auszuschalten.

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

3. **Nur sparsam heizen.** Die meiste Energie verbrauchen wir im Haushalt durch die Nutzung der Heizung. Darum sollte im Winter nur kurz und mit vollständig geöffneten Fenstern gelüftet werden. Ein gekipptes Fenster verbraucht mehr Heizung, als es frische Luft ins Haus lässt. Lieber im Winter die Heizung etwas herunter drehen und sich ein bisschen wärmer anziehen.
4. **WC-Spülkästen mit moderner Wassersparautomatik benutzen.** Mit der Spartaste wird nur die Hälfte des Wassers verbraucht. Damit spart eine Vierköpfige Familie 20.000 Liter Wasser im Jahr. Das entspricht ungefähr 133 Badewannenfüllungen.
5. **Gut isolierte Häuser verbrauchen weniger Energie als schlecht oder kaum isolierte Häuser.** Ökohäuser oder Plus-Energie-Häuser sind sehr gut isoliert und produzieren sogar mehr Energie, als die Bewohner selbst verbrauchen können.
6. **Weniger mit dem Auto fahren.** Wer zu Fuß geht, das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel wie Bus oder Bahn nutzt, spart ebenfalls Energie.
7. **Beim Kochen den Deckel nicht vergessen.** Wer ohne Deckel kocht oder den Deckel häufig während des Kochens öffnet, verbraucht mehr Energie. Ohne Deckel dauert es auch länger, bis etwas zu kochen anfängt. Wer gerne sieht was er leckeres zubereitet, kann auf Deckel aus Glas umsteigen.

3. METHODISCHE HINWEISE FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

- ! Die Arbeitsaufträge verstehen sich als Aufgabensammlung, nicht als eine in festgelegter Reihenfolge abzuarbeitende Liste. Die Arbeitsaufträge, die aufeinander aufbauen und solche, die sich aufeinander beziehen, sind jeweils entsprechend gekennzeichnet. **Arbeitsaufträge 1 – 4 bauen aufeinander auf.** Sie bilden eine Heranführung an das Thema. Dabei wird am Alltagsverständnis und dem aktuellen Vorwissen der Schülerinnen und Schüler angesetzt. Die Aufgaben verdeutlichen, wo in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler Energie relevant ist.

Arbeitsauftrag 1: Nachdenken

Hilfsmittel:

- Blätter und Stifte für Notizen

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft stellt der Klasse die folgende Frage: „*Was fällt euch zum Thema Energie ein? Überlegt euch/Schreibt auf, was euch zum Thema Energie einfällt.*“ Jeder einzelne Schüler macht sich zunächst für sich selbst Gedanken zum Thema.

Das Ziel ist die Sammlung von Informationen, hier zunächst basierend auf dem Vorwissen der Kinder. Alle Antworten der Schülerinnen und Schüler werden aufgenommen. Diese können sehr vielseitig sein. Schwächeren Kindern fallen möglicherweise weniger Beispiele ein, als stärkeren Kindern. Wichtig ist hier, einen individuellen Lebensbezug zu schaffen und das Vorwissen der Kinder zu aktivieren. In dem Sinne handelt es sich um eine Vorübung zum späteren Sammeln von Informationen auf der Basis von Beobachtung oder aus Sekundärquellen, wie Büchern.

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Stärkeren Kindern kann man den Auftrag geben, mindestens drei (oder mehr) Punkte zu sammeln. Schwächere Kinder können ggf. in Zweiergruppen arbeiten. Je nach Schreibfertigkeit können die Ideen aufgeschrieben, gezeichnet oder im Kopf behalten werden. In letzterem Fall sollte diese Phase sehr kurz sein (max. 1 – 2 Minuten), Zeichnungen brauchen länger.

Arbeitsauftrag 2: Sammeln

Hilfsmittel:

- Tafel, Pinnwand/Magnettafel o.ä. mit passendem Schreibmaterial

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft fordert die Schülerinnen und Schüler mit den Worten „*Stellt eure Ideen der Klasse vor. Was ist euch zum Begriff Energie eingefallen?*“ auf, ihre gesammelten Punkte zu nennen.

Die Lehrkraft notiert für alle sichtbar die genannten Ideen zum Thema Energie. Ggf. fragt sie/er nach, wenn es z.B. für das Verständnis aller Mitschülerinnen und -schüler einer genaueren Beschreibung bedarf. Die Notizen werden für Auftrag 3 weiterverwendet.

Die Frage dient der Zusammenstellung von Informationen, einem Schritt des wissenschaftlichen Vorgehens. Durch Nachfragen kann die Lehrkraft das Einüben klarer und vollständiger Kommunikation unterstützen, so wie sie für die Argumentation zu wissenschaftlichen Themen benötigt wird. Die schwächeren Schüler dürfen mit der Aufzählung beginnen.

Arbeitsauftrag 3: Ordnen

Hilfsmittel:

- Die Themengruppen können ausgedruckt und in Streifen geschnitten als Gedächtnisstütze den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt werden; Papier, Stift

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft wählt die für die Altersgruppe und den Wissensstand passenden Themengruppen aus dem Katalog der Themengruppen aus. Direkt nach der Sammlung (Auftrag 2) wird noch einmal geprüft, ob alle Themengruppen abgedeckt sind oder ob für bestimmte Gruppen keine Beispiele vorliegen. Auf diese sollte besonders bei jüngeren Schülerinnen und Schülern verzichtet werden.

Die Lehrkraft gibt folgende Instruktion: „*Sucht euch mit einer anderen Schülerin/einem anderen Schüler bzw. sucht euch als 2er/3er-Gruppe eine der Themengruppen aus. Könnt ihr die gesammelten Energiebegriffe in euer Thema eingruppieren?/Welche der gesammelten Energiebegriffe passen in eure Themengruppe?*“

Themengruppen:

- Alles rund um Strom
- Was wird in Strom umgewandelt
- Verantwortungsvoller Umgang mit Energie

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

- Energieumwandlung im Körper/Energie durch Nahrung (Woher bekommen wir/Tiere/Lebewesen/Pflanzen/andere Organismen Energie?)
- Wofür brauchen wir Menschen Energie in unserem Körper?
- Was im Haushalt benötigt Energie?
- Messen von Energie/Maßeinheiten von Energie
- Welche Energie kommt in der Natur vor?
- Was geschieht bei der Photosynthese?
- Was sind erneuerbare Energien?
- Was belastet die Umwelt?



Anmerkung: Je nach Auswahl der Themengruppen bei Arbeitsauftrag 3 wird auch das Konzept der Energieumwandlung verwendet. Dieses Konzept muss ggf. zuvor eingeführt werden. Hierzu eignen sich Arbeitsauftrag 5 – 7 (ggf. vorher durchführen) und als abschließende Vertiefung können Arbeitsauftrag 8 und 9 angeboten werden.

Katalog der Themengruppen und (Lösungs-)Beispiele:

- Alles rund um den Strom
 - z. B. Strom aus der Steckdose, ...
- Was wird in Strom umgewandelt
 - z. B. Strom durch Windenergie, Wasser, ...
- Verantwortungsvoller Umgang mit Energie
 - z.B. Beim Zähneputzen/Haare waschen kein Wasser laufen lassen, Steckdosenleisten mit Ausschalter, Stromsparlampen, weniger Strom verbrauchen usw.
- Energieumwandlung im Körper/Energie durch Nahrung (Woher bekommen wir/Tiere/Lebewesen/Pflanzen/andere Organismen Energie?)
 - z.B. Zucker, Sonnenlicht, Energiedrinks, ...
- Wofür brauchen wir Menschen Energie in unserem Körper?
 - z. B. Sport, Rennen, Stehen, Laufen, Denken, Klettern, ...
- Was im Haushalt braucht Energie?
 - z. B. Umwandlung in Licht, Bewegung, Temperatur
- Messen von Energie
 - z. B. Joule, Wattsekunde, Kilowattstunde, 1 Kilokalorie (kcal) entspricht 1 000 Kalorien (cal)
- Welche Energie kommt in der Natur vor?
 - z. B. Blitze, Sonne, Wind, Feuer, ...
 - Pflanzen wandeln Sonne in Energie um
- Was sind erneuerbare Energien?
 - Zu ihnen zählen Bioenergie (Biomasse), Geothermie, Wasserkraft, Meeresenergie, Sonnenenergie und Windenergie. Die wichtigste Energiequelle ist die Sonne.
- Was belastet die Umwelt?
 - z. B. Erdöl, Erdgas und Kohle bei Verbrennung

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Die Frage dient dem Ordnen und Kategorisieren von Informationen. Die Vorgehensweise ermöglicht die Reflexion und Argumentation in den Kleingruppen. Da sich die Themengruppen auf unterschiedlichen Ebenen befinden, erlauben sie keine trennscharfe Kategorienbildung. Wir haben bewusst auf Letztere verzichtet, um unterschiedliche Schwierigkeitsniveaus zu erhalten. Schwächeren und stärkeren Schülern gezielt leichtere (konkret erfahrbare) oder schwerere (z.B. Vorwissen voraussetzende) Themengruppen zuweisen.



Arbeitsauftrag 4: Ergänzen

Hilfsmittel:

- Wie bei Arbeitsauftrag 3

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler ergänzen in ihren Themen, was bisher noch nicht genannt wurde. Die Lehrkraft fragt: „Was passt noch zu eurer Gruppe? Findet ihr noch mehr?“

Nachdem durch die Einordnung gemeinsame Merkmale und damit verbundene Konzepte verdeutlicht wurden, fällt es in der Regel leichter, weitere Punkte zur jeweiligen Themengruppe zu finden. Diese Ergänzung bestehender Konzepte ist eine kognitive Leistung, die die Verankerung des jeweiligen Konzeptes stärkt.

Zusammenfassender Abschluss Arbeitsaufträge 1 – 4, Ergebnissicherung:

Präsentation der Themengruppen und Zuordnungen durch die Kleingruppen vor der Klasse.

Arbeitsauftrag 5: Suchbild

Teilaufgabe 5.1

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Verwendet wird das Bild auf dem Arbeitsblatt oder ein anderes geeignetes Bild; ggf. muss ein passendes Bild ausgewählt und in das Arbeitsblatt eingefügt werden. Die Instruktion lautet: „Seht euch das Bild an! Was braucht alles Strom? Markiert im Bild und schreibt auf!“

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...



Lösung:

Z.B. Lampe, Klimaanlage, Herd, Kühlschrank, Waschmaschine, Trockner, Heizungsanlage (z.B. für Steuerelement) ... abhängig vom gewählten Bild.



Anmerkung: Einige der Gegenstände werden von den Schülerinnen und Schülern möglicherweise nicht erkannt (z.B. Klimaanlage) oder es ist den Kindern nicht bekannt, dass sie Strom benötigen (z.B. Heizungsanlage, Auto). Das muss/sollte nicht korrigiert werden. Es kommt nicht auf die Vollständigkeit an, sondern darauf, dass unterschiedliche Beispiele für Teilauftrag 2 gesammelt werden. Bei unterschiedlichen Einschätzungen dahingehend, ob Strom benötigt wird oder nicht, sollte sich ein Klassengespräch mit folgenden Leitfragen anschließen: „Woran kann ich erkennen, ob Strom benötigt wird? Wie ist das bei dem fraglichen Gegenstand?“

Teilaufgabe 5.2

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler tauschen sich zu den Fragen „Was habt ihr im Bild gefunden? Was davon produziert Licht, Bewegung oder Temperatur?“ in der Gruppe aus. Anschließend tragen sie ihr Ergebnis in die Tabelle ein.

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Was	Licht	Bewegung	Temperatur	Sonstiges
Lampe	x			
Auto	x	x, z.B. Lüftung		
Klimaanlage		x	x	
Herd	x		x	
Kühlschrank	x	x	x	
Waschmaschine		x	x	
Trockner		x	x	
Fernseher	x			

Anmerkung: Bei bestimmten Objekten kann es zu Fehleinschätzungen kommen. So kann etwa eine auf einem Monitor/Fernseher dargestellte Bewegung als Bewegung(-senergie) klassifiziert werden. Hier entscheidet die Lehrkraft, ob sie solche Fälle im Klassengespräch aufgreift oder nicht (Fragen: *Was genau bewegt sich da? Ist es eine „echte“ Bewegung?*). Das Verständnis des Prinzips der Übertragung von Energie von einer Energieform in eine andere wird durch ein solches Missverständnis nicht beeinträchtigt.



Nacharbeit im Klassengespräch: Für das Klassengespräch eignen sich folgende Leitfragen: *„Warum wird aus Strom manchmal Licht und manchmal Bewegung?“*. Wenn der Begriff Energie nicht von selbst fällt: *„Welche anderen Worte kennt ihr für Strom/Stromverbrauch?“* (Elektrizität wird wahrscheinlich ebenso genannt wie Energie). Ist der Begriff Energie verfügbar im Klassengespräch kann verdeutlicht werden, dass es sich auch bei Licht, Bewegung und Temperatur (Wärme) um Energie handelt. *„Was ist also mit dem Strom passiert?“*.

Das Ziel dieser Aufgabe ist es, in einem zweischrittigen Vorgehen das Konzept der Energieumwandlung am Beispiel der Umwandlung von Strom in andere Energieformen einzuführen. Da dieser Typ der Umwandlung den Kindern am geläufigsten sein dürfte, sollte jedes Kind einige Beispiele finden, um an diesen mit Hilfe des Klassengesprächs das Grundkonzept begreifen zu können.



Bei jüngeren Kindern genügt jedoch das Erfassen der „Grundidee“, z.B. der Strom wird von der Glühbirne in Licht verwandelt. Schülerinnen und Schüler der dritten und vierten Klassen können ggf. recherchieren wie Glühbirnen und Herde arbeiten.

Da sich die Frage direkt auf Objekte bezieht, die den Kindern bekannt sind (die sie in der Zeichnung erkannt haben) sollten Kinder mit unterschiedlichen Voraussetzungen die Aufgaben lösen können – wenn auch auf unterschiedlichem Niveau bezüglich der identifizierten Objekte.

Arbeitsauftrag 6: Autofahrt

Teilaufgabe 6.1

Hilfsmittel:

- eine „Rampe“ für jede Gruppe von Kindern (Ggf. ein Brett, das an einen Stuhl oder einen Tisch gelehnt werden kann, um eine Rampe zu bilden), ein Spielzeugauto

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler bilden Gruppen (ca. 3-4 Schüler). Die Instruktion lautet: *„Lasst das Auto aus verschiedenen Höhen von der Rampe herunterfahren. Wie weit kommt*

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

das Auto, wenn ihr es von ziemlich weit unten, der Mitte oder ganz oben herunterfahren lasst? Messt nach und notiert eure Ergebnisse.“

Man kann die Schülerinnen und Schüler durchaus eine Weile mit unterschiedlichen Höhen experimentieren lassen. Die in der Aufgabe erfragten Ergebnisse sollten aber notiert werden.

Die Ergebnisse werden im Klassengespräch erfasst. Zentrales Ergebnis ist, dass das Auto umso weiterfährt, je höher der Startpunkt liegt. An dieser Stelle können die Begriffe Höhenenergie und Bewegungsenergie eingeführt werden.

Teilaufgabe 6.2

Hilfsmittel:

- Wie in Teilaufgabe 6.1, ggf. weitere von Kindern vorgeschlagene Hilfsmittel

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft fragt die Schülerinnen und Schüler: *„Was könnt Ihr tun, um euer Auto weiter oder weniger weit fahren zu lassen (außer den Startpunkt auf der Rampe zu verändern)?“*

Im Klassengespräch werden Vorschläge gesammelt und als einzelne Hypothesen an die Tafel geschrieben. Die Schülerinnen und Schüler werden zu jedem Vorschlag gefragt, ob sie denken, dass das Auto weiterfährt oder weniger weit fährt, wenn sie ihren Vorschlag ausprobieren. Dann werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert in den bereits bestehenden Gruppen die Vorschläge umzusetzen.

Mögliche Lösungsvorschläge, die von den Schülerinnen und Schülern kommen könnten:

- Rampe steiler/flacher stellen
- Rampe glätten/einfetten u.ä.
- Auto anschubsen
- Anderes Auto verwenden

Alle Vorschläge sollten notiert und (soweit umsetzbar) ausprobiert werden.

Die Ergebnisse werden zu den jeweiligen, bereits notierten Hypothesen geschrieben und in der Klasse besprochen. Nach Möglichkeit werden die nicht ausprobierten Vorschläge ebenfalls noch einmal besprochen.

Auch hier ist es das Ziel in einem zweischrittigen Vorgehen das Konzept der Energieumwandlung am Beispiel der Umwandlung von Höhenenergie in Bewegungsenergie einzuführen. Je nach Vorschlägen der Kinder spielen auch die Konzepte Reibung und Übertragung von Bewegungsenergie von einem Körper (Hand) auf einen anderen (Auto) eine Rolle.



Für sehr schwache Schülerinnen und Schüler genügt die Beobachtung und die Ergebnisicherung um einen Eindruck vom erarbeiteten Konzept zu erhalten. Die aktive Tätigkeit bietet ausreichend Ansatzpunkte, sodass auch schwächere Schülerinnen und Schüler teilnehmen und Freude am Experiment entwickeln können. Insgesamt ist es für schwächere und jüngere Schülerinnen und Schüler sinnvoll, wenn das Format des Entwickelns und Prüfens von Hypothesen, mehrfach eingesetzt wird. Daher bietet es sich für diese Gruppe an, im Laufe der Zeit mehrere Aufgaben dieses Typs (auch aus anderen Themenbereichen) zu verwenden, so dass das Vorgehen eingeübt wird.

Arbeitsauftrag 7: Knetkugeln

Teilaufgabe 7.1

Hilfsmittel:

- Benötigt wird für jede Gruppe ausreichend Knetgummi der gleichen Sorte.

Vorsicht! Bei manchen Firmen sind die verschiedenen Farben verschieden leicht verformbar. Daher ist es besser, wenn jede Gruppe nur mit einer Farbe arbeitet.

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler bilden Gruppen (ca. 3 – 4 Schüler). Die Instruktion lautet: „*Formt aus Knete drei gleich große Kugeln. Lasst die Kugeln aus verschiedenen Höhen auf den Fußboden fallen. Legt die Kugeln nebeneinander und vergleicht sie. Was könnt ihr beobachten? Überlegt, warum das so ist.*“

Die Schüler sollten zügig arbeiten, sodass die Gruppen möglichst gleichzeitig fertig werden. Dann wird das Ergebnis in der Klasse besprochen. Im Klassengespräch können die Begriffe Höhenenergie und Verformungsenergie eingeführt werden.

Anmerkung: Günstig ist es, wenn die Schülerinnen und Schüler bereits Aufgabe 5 und/oder 6 bearbeitet haben. Dann kennen sie das Prinzip der Energieübertragung und ggf. der Höhenenergie bereits und nur die Verformungsenergie muss als neuer Begriff eingeführt werden.

Teilaufgabe 7.2 (optional):

Hilfsmittel:

- Benötigt wird für jede Gruppe ausreichend Knetgummi der gleichen Sorte.

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft stellt folgende Frage an die Klasse: „*Welche anderen Möglichkeiten gibt es, Energie auf eine Knetgummikugel einwirken zu lassen?*“. Im Klassengespräch werden Vorschläge gesammelt und als einzelne Hypothesen an die Tafel geschrieben. Dann werden die Schüler aufgefordert in den bereits bestehenden Gruppen die Vorschläge (soweit möglich) umzusetzen.

Mögliche Lösungsvorschläge, die von den Schülerinnen und Schülern kommen könnten:

- Auf die Kugel drücken/treten (Druck → Verformungsenergie)
- Kugel gegen die Wand werfen (Bewegungsenergie → Verformungsenergie)
- Schmelzen lassen (Wärme → Verformungsenergie)

Alle Vorschläge sollten notiert und (soweit umsetzbar) ausprobiert werden. Die Ergebnisse werden zu den jeweiligen, bereits notierten Hypothesen geschrieben und in der Klasse besprochen. Nach Möglichkeit werden die nicht ausprobierten Vorschläge ebenfalls noch einmal diskutiert.

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Das Ziel dieser Aufgabe ist es, in einem zweischrittigen Vorgehen das Konzept der Energieumwandlung am Beispiel der Umwandlung von Höhenenergie und anderen Energieformen(optional) in Bewegungsenergie einzuführen.



Für sehr schwache Schülerinnen und Schüler genügt die Beobachtung und die Ergebnissicherung um einen Eindruck vom erarbeiteten Konzept zu erhalten. Die aktive Tätigkeit bietet ausreichend Ansatzpunkte, sodass auch schwächere Schülerinnen und Schüler teilnehmen und Freude am Experiment entwickeln können. Insgesamt ist es für schwächere und jüngere Schülerinnen und Schüler sinnvoll, wenn das Format des Entwickelns und Prüfens von Hypothesen mehrfach eingesetzt wird. Daher bietet es sich für diese Gruppe an, im Laufe der Zeit mehrere Aufgaben dieses Typs (auch aus anderen Themenbereichen) zu verwenden, so dass das Vorgehen eingeübt wird.

Arbeitsauftrag 8: Bergwanderung

Auftrag 8 ist eine Vertiefung und Erweiterung nachdem verschiedene Energieformen und das Konzept der Energieumwandlung erarbeitet wurden (z.B. Aufgaben 5 – 7).

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft gibt die Instruktion vor: „*Schneidet die Textteile (und gegebenenfalls die Bilder) aus und klebt sie in der richtigen Reihenfolge auf.*“ Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Einzel- oder Partnerarbeit.

Lösung:

Die Bewegungsenergie des Windes wird durch ein Windkraftwerk eingefangen.
Das Windkraftwerk wandelt den Wind in elektrische Energie um.
Durch die elektrische Energie erzeugt der Herd Wärmeenergie.
Die Wärmeenergie des Herdes hilft dem hungrigen Manuel beim Nudeln kochen.
Nachdem er seine Nudeln gegessen hat, hat Manuel genug Energie für eine Wanderung. Er wandelt die Energie aus dem Essen in Bewegungsenergie um und erklimmt einen Berg.
Ganz oben auf dem Berg entdeckt Manuel eine Rodelbahn.
Beim Rodeln wandelt er die Höhenenergie in Bewegungsenergie um.
Beim Aussteigen bemerkt Manuel, dass die Rodelmatte ganz heiß ist.
Durch die Reibung ist aus der Bewegungsenergie Wärme entstanden.

Das Ergebnis wird mit den Schülerpaaren während der Arbeitsphase und abschließend mit der ganzen Klasse besprochen.

Das Konzept der Energieumwandlung und ggf. noch nicht eingeführte oder nicht mehr präsenste Energieformen werden benannt. Durch die Wahl einfacher Begriffe sind auch möglicherweise noch nicht eingeführte Energieformen verstehbar. Abweichungen von der korrekten Reihenfolge beeinträchtigen die Konzeptentwicklung und den Erwerb der

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Begriffe nicht. Sie sollten nur korrigiert werden, wenn zusätzlich die Förderung des logischen Schlussfolgerns und des Erkennens von Handlungsabläufen gefördert werden soll und ist insbesondere bei beeinträchtigten Schülern verzichtbar.

Eine fehlerhafte Reihenfolge kann akzeptiert werden. Es kann nur mit Bildern gearbeitet werden; Ggf. ausmalen lassen und mit Pfeilen, die von einem zum nächsten Bild führen, verbinden. Für malbegeisterte Kinder stellt dies eine positiv besetzte Darstellungsform (betont bildlich statt Text) dar.



Arbeitsauftrag 9: Energieumwandlung

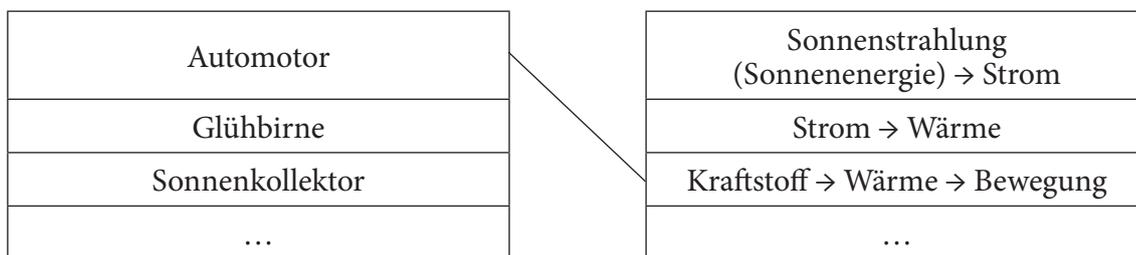
Auftrag 9 ist eine Vertiefung und Erweiterung nachdem verschiedene Energieformen und das Konzept der Energieumwandlung erarbeitet wurden (z.B. Arbeitsaufträge 5-7).

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Einzel- oder Partnerarbeit. Die Lehrkraft instruiert: „Was gehört wozu? Verbinde!“



Lösungsvorschlag:

Automotor	Kraftstoff → Explosion → Bewegung
Glühbirne	Strom (elektrische Energie) → Licht + Wärme
Sonnenkollektor	Sonnenstrahlung (Sonnenenergie) → Wärme (Wärmeenergie)
Photosynthese	Sonnenstrahlung (Sonnenenergie) → Zucker (chemische Energie)
Solarzelle	Sonnenstrahlung (Sonnenenergie) → Strom
Akku	Strom → chemische Energie (und zurück)
Leuchtstofflampe	Strom (elektrische Energie) → Licht
Wasserkocher	Strom → Wärme
Elektromotor	Strom → Bewegung
Batterie	Chemische Energie → Strom
Glühwürmchen	Chemische Energie → Licht

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Streichholz	Chemische Energie → Licht + Wärme
Gehender Mensch	Chemische Energie → Bewegung
Generator	Bewegung → Strom
Bremsen	Bewegung → Wärme

Das Ergebnis wird mit den Schülerpaaren während der Arbeitsphase und abschließend mit der ganzen Klasse besprochen.

Zusatzaufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler werden gefragt: „*Kennt ihr weitere Energieumwandler? Welche Energiearten wandeln sie um?*“ Die Vorschläge werden gesammelt, besprochen und an der Tafel o.ä. sichtbar gemacht.

- ! Ziel dieser Aufgabe ist es, das Konzept der Energieumwandlung und ggf. noch nicht eingeführte oder nicht mehr präsente Energieformen zu benennen. Durch die Wahl einfacher Begriffe sind auch möglicherweise noch nicht eingeführte Energieformen verstehbar. Hier sollte auf die Richtigkeit der Lösungen Wert gelegt werden, da sie zum Verständnis der Energieformen beitragen.

Arbeitsauftrag 10: Fotorally

Hilfsmittel:

- Je nach Variante Geräte für Fotos oder Schreibutensilien, Arbeitsblatt mit Tabelle

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler laufen in ihren Gruppen durch die Schule und fotografieren möglichst viele Gegenstände, die Strom brauchen. Dabei werden ihnen folgende Leitfragen mit auf den Weg gegeben: „*Was habt ihr alles gefunden? Welche mit Strom betriebenen Dinge sind Luxus und welche braucht man unbedingt? Welche braucht man eigentlich gar nicht unbedingt?*“

Die Schülerinnen und Schüler tragen ihre Ergebnisse in die Tabelle ein.

Die Aufgabe kann vielfältig angepasst werden:

- **Anstatt fotografieren:**
„*Lauft durch eure Schule und schreibt möglichst viele Gegenstände auf, die Strom brauchen. Tauscht euch dabei in euren Gruppen aus. Was habt ihr im Schulgebäude gefunden? Welche mit Strom betriebenen Dinge sind Luxus, welche braucht man und welche braucht man eigentlich gar nicht unbedingt?*“ Die Schülerinnen und Schüler tragen ihre Ergebnisse in die Tabelle ein.
- **Anstatt durch die Schule laufen:**
„*Lauft durch euer zu Hause und schreibt zehn Gegenstände auf, die Strom brauchen. Tauscht euch in euren Gruppen aus. Was habt ihr zuhause gefunden? Welche mit Strom betriebenen Dinge sind Luxus, welche braucht man und welche braucht man eigentlich gar nicht unbedingt?*“ Die Schülerinnen und Schüler tragen ihre Ergebnisse in die Tabelle ein.

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Notwendige Gegenstände	Luxusgegenstände, die wir nicht unbedingt brauchen

Anmerkung: Die Sammlung zu Hause führt in der Regel zu mehr Geräten, die man nicht unbedingt braucht, als die in der Schule. Allerdings gibt es in Haushalten eine so große Menge an Geräten, dass die Anzahl begrenzt werden muss, damit die Kinder nicht stundenlang beschäftigt sind. Statt 10 können auch 15 oder 20 Geräte festgelegt werden, je nach Alter der Kinder. Bei einem Auftrag im Schulgebäude lässt sich der Aufwand über eine Zeitvorgabe regulieren. Die gefundenen Geräte werden im Klassengespräch kurz besprochen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen sich kritisch damit auseinandersetzen, dass nicht jeder Stromverbrauch zwingend notwendig ist. Dafür ist die konkrete Bewertung im Einzelfall weniger relevant als die Tatsache, dass die Schüler überhaupt über diesen Punkt nachdenken. !

I – S.K.Y.P.E. Methodische Materialien für Lehrerinnen und Lehrer

4. Die Gesamtmenge der Energie im Universum ist immer gleich, sie kann aber während ...

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Benötigte Materialien	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1: Nachdenken	5 Min.	leicht	6 – 10	–	Vorhandenes Wissen der Kinder aktivieren und Kenntnisstand abfragen
Arbeitsauftrag 2: Sammeln	10 Min.	leicht	6 – 10	Tafel o.ä.	Zusammenstellung von Informationen, ggf. Einüben klarer und vollständiger Kommunikation
Arbeitsauftrag 3: Ordnen	20 Min.	je nach gewählter Themengruppe	6 – 10	Themengruppen	Ordnen und Kategorisieren von Informationen. Reflexion und Argumentation in den Kleingruppen
Arbeitsauftrag 4: Ergänzen	10 Min.	je nach gewählter Themengruppe	6 – 10	Feld auf dem Arbeitsblatt	Ergänzung der bisher genannten Themen auf der Basis kategorialen Wissens
Arbeitsauftrag 5: Suchbild	30 Min.	leicht	6 – 10	2 Arbeitsblätter (Vorlage Bild und Tabelle)	Vorhandenes Wissen der Kinder aktivieren und als Basis für die Einführung des Konzepts der Energieumwandlung nutzen
Arbeitsauftrag 6: Autofahrt	30 – 40 Min.	mittel	6 – 10	Bretter o.ä., Spielzeugautos gemäß Anzahl der Gruppen	Konzept der Energieumwandlung experimentell erarbeiten
Arbeitsauftrag 7: Knetkugeln	20 – 30 Min.	leicht	6 – 10	Knetgummi gemäß Anzahl der Gruppen	Konzept der Energieumwandlung experimentell erarbeiten
Arbeitsauftrag 8: Bergwanderung	20 Min.	schwer	7 – 10	Arbeitsblatt, Schere, Klebstoff, Papier	Konzept der Energieumwandlung erweitern und vertiefen
Arbeitsauftrag 9: Energieumwandlung	15 Min.	schwer	8 – 10	Arbeitsblatt	Konzept der Energieumwandlung erweitern und vertiefen
Arbeitsauftrag 10: Fotorally	45 Min.	mittel	6 – 10	Geräte um Fotos zu machen, alternativ Schreibzeug	Kritisch mit Stromverbrauch auseinandersetzen

ORGANISMEN SIND AUF EINER ZELLULÄREN BASIS ORGANISIERT UND HABEN EINE BEGRENZTE LEBENSDAUER

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Es gibt viele verschiedene Lebewesen (Organismen), darunter z.B. Pflanzen und Tiere. Sie unterscheiden sich von Nichtlebendigem durch ihre Fähigkeit, sich zu bewegen, zu vermehren und auf bestimmte Reize zu reagieren. Alle diese Prozesse beruhen darauf, dass Organismen einen Stoffwechsel zum Aufbau und zur Erhaltung des Körpers mit seinen Funktionen haben. Zum Leben brauchen sie z.B. Wasser, Luft, Nahrung, eine Möglichkeit sich Abfallstoffen zu entledigen und eine Umgebung, die innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs bleibt. Einige Organismen erscheinen nicht aktiv, aber auch sie werden irgendwann Nahrung aufnehmen, Abfallstoffe ausscheiden, wachsen, sich entwickeln und vermehren. Alle Organismen werden schließlich sterben.

Alle lebenden **Organismen bestehen aus einer oder mehreren Zellen**. Die meisten Zellen sind nur durch ein Mikroskop zu sehen. Die grundlegenden Prozesse des Lebens haben ihren Ursprung in dem, was in den Zellen passiert. **Zellen teilen sich für Wachstum und Vermehrung oder um alte Zellen zu ersetzen** (vgl. Big Idea 9). **Die Zellen brauchen Nahrung als Energiequelle** (vgl. Big Idea 4), um diese Funktionen auszuführen. Solche Funktionen gehören zum Basisprogramm aller Zellen. Manche Zellen in mehrzelligen Organismen können zusätzlich noch anderes. Sie sind spezialisiert, wie Muskel-, Blut- oder Nervenzellen.

Funktionen
einer Zelle

Zellen arbeiten zusammen als Gewebe, Gewebe als Organe und Organe als Organsysteme. Im menschlichen Körper sorgen solche Systeme für Funktionen wie Atmung, Verdauung, Ausscheidung und Temperatursteuerung. Das Kreislaufsystem schafft Material, das von den Zellen benötigt wird, zu allen Teilen des Körpers und bringt wasserlösliche Abfälle zum Harnsystem. **Stammzellen sind Zellen, die noch nicht spezialisiert sind**. Sie können für verschiedene Funktionen programmiert werden und **sind deshalb auch dazu in der Lage, Gewebe zu reparieren**. Zellen funktionieren am besten innerhalb bestimmter Rahmenbedingungen (z.B. einer bestimmten Temperatur). Organismen haben deshalb Mechanismen entwickelt, um innerhalb dieser Rahmenbedingungen zu bleiben. Manche Tiere, auch wir Menschen, halten z.B. die Temperatur und den Säurehaushalt innerhalb bestimmter Grenzen.

Innerhalb der Zellen gibt es viele verschiedene Moleküle, die zusammenarbeiten, damit die Zelle funktioniert. In mehrzelligen Organismen koordinieren die Zellen ihre Zusammenarbeit, indem sie Substanzen von der einen zur anderen Zelle übergeben. Dabei

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

spielt eine Membran, die um jede Zelle herum liegt eine wichtige Rolle. Diese Membran bestimmt, was in eine Zelle hineingelangt oder sie verlassen kann. So bleiben die wichtigsten Bestandteile in der Zelle und benötigte Stoffe (z.B. Nahrung) werden gezielt von der Zelle aufgenommen.

Steuerung einer Zelle Die **Aktivität verschiedener Zellen wird u.a. durch Enzyme gesteuert**. Die Aktivität in anderen Organen und Geweben wird von **Hormonen** gesteuert, die von spezialisierten Geweben und Organen freigesetzt werden. **Hormone steuern auch die Gesamtfunktion des Organismus**. Bei Menschen werden die meisten Hormone im Blut transportiert. Viele Medikamente wirken, weil sie die Freisetzung von Enzymen oder Hormonen beschleunigen oder verlangsamen. Zellen werden auch durch das Gehirn und das Rückenmark gesteuert, indem **Nachrichten über Nervenzellen in Form von schnellen elektrischen Signalen gesendet werden**.

Zellforschung **Zellen verschiedener Organismen können auch außerhalb des Organismus leben, solange sie alles haben, was sie zum Überleben und Wachsen brauchen**. Diese Zellkulturen werden von Wissenschaftlern verwendet, um Zellfunktionen zu untersuchen. Sie sind sehr nützlich in der Medizin und werden dort für die Herstellung von Impfstoffen, für die Entwicklung neuer Medikamente und für die künstliche Befruchtung eingesetzt. Pflanzengewebekulturen werden in den Pflanzenwissenschaften, der Forstwirtschaft und im Gartenbau genutzt. Zellen können sich nicht unendlich oft teilen; **die Anzahl dieser Teilungen ist begrenzt**. Krankheiten, die durch eindringende Mikroorganismen, Umgebungsbedingungen oder defekte Zellen verursacht werden, stören die Zellfunktionen. **Mehrzellige Organismen sterben, wenn sich ihre Zellen nicht weiter teilen können**.

! Wachstum ist das Ergebnis mehrerer Zellteilungen.
● Zusammenfassend bestehen alle Organismen aus einer oder mehreren Zellen. Mehrzellige Organismen haben Zellen, die sich nach ihrer Funktion unterscheiden. Alle Grundfunktionen des Lebens sind das Ergebnis von dem, was in den Zellen des Organismus passiert.

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Für Grundschülerinnen und Grundschüler ist der folgende Teil dieser „Big Idea“ bereits erfahr- und nachvollziehbar:

Es gibt viele verschiedene Lebewesen, darunter z.B. Pflanzen und Tiere. Sie heißen auch **Organismen**. **Von Nichtlebendigem unterscheiden sich Organismen durch ihre Fähigkeit, sich zu bewegen, zu vermehren und auf bestimmte Reize zu reagieren**. Zum Leben brauchen sie Wasser, Luft, Nahrung, eine Möglichkeit sich Abfallstoffen zu entledigen und eine Umgebung, die innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs bleibt. Einige Organismen erscheinen nicht aktiv, aber auch sie werden irgendwann Nahrung aufnehmen, Abfallstoffe ausscheiden, wachsen, sich entwickeln und vermehren. Alle mehrzelligen Organismen werden schließlich irgendwann einmal sterben.

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Schlüsselwörter:

Einzeller und Mehrzeller

Mehrzeller haben unterschiedliche Zellen

Wachstum als Ergebnis von Zellteilung

Stoffwechsel

Vermehrung

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Was ist Leben?

„Was ist Leben?“. Das ist eine schwierige Frage. Besonders, wenn man sie mit Grundschulkindern beantworten will. Es ist eine Frage, die sich Kinder auch selbst stellen, wenn ein Geschwisterkind kommt, ein Haustier stirbt oder eine Puppe nichts zu essen braucht. Es ist eine Frage, über die Menschen seit Jahrtausenden nachdenken. Aber eine endgültige Antwort haben selbst die Wissenschaftler von heute noch nicht gefunden. Doch schon das Nachdenken über die Frage und ihre Antwort ist lohnenswert, auch für Grundschul-kinder.

Aristoteles hat vor mehr als 2000 Jahren definiert: lebendig ist, was wächst, sich selbst erhält und sich fortpflanzt. Das trifft tatsächlich auf fast alle Lebewesen zu. Aber es gibt auch Dinge, die sich zwar so beschreiben lassen, jedoch nicht als lebendig gelten. Feuer z.B. wächst, erhält sich selbst und pflanzt sich fort, solange Brennbares vorhanden ist. Auch Computerviren tun das, solange sie weiter ungeschützte Computer infizieren können.

Eine einheitliche Definition für „leben“ gibt es nicht. Stattdessen behilft sich die Wissenschaft mit Kriterien um belebte von unbelebten Objekten zu unterscheiden. Die wichtigsten Merkmale des Lebens aus heutiger Sicht, die sich auch als Basis für den Unterricht eignen, sind die folgenden:

Merkmale des Lebens

Lebewesen:

- wachsen, entwickeln und verändern sich.
- pflanzen sich fort und vererben Eigenschaften.
- nehmen Energie auf und wandeln sie um.
- reagieren auf Licht, Wind, Wärme und Wasser
- haben eine Gestalt.
- passen sich über viele Generationen an ihre Umwelt an.



7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Ein weiteres Kriterium, das in der Einleitung bereits angeklungen ist, ist die Aufteilung in Kompartimente, also abgegrenzte Räume. Bei den Vielzellern sind das die einzelnen Zellen, die jeweils Spezialaufgaben übernehmen. **Das Innere von Zellen ist durch dünne Membranen und ähnliche Strukturen in Bereiche aufgeteilt in denen jeweils getrennte Prozesse ungestört ablaufen können.** Das bedeutet, dass auch bei Einzellern Kompartimente vorhanden sind.

2.2 Voraussetzungen des Lebens

Was brauchen Lebewesen, also Organismen, zum (Über-)Leben? Energie, Wasser, Schutz und einen Lebensraum. Die meisten benötigen zudem Sauerstoff, Nährstoffe und Temperaturen, bei denen sie sich wohlfühlen.

- Energie** **Ohne Energie** (vgl. Big Idea 4) **könnten Lebewesen nicht wachsen.** Energie bekommen z.B. Pflanzen vom Sonnenlicht, das sie absorbieren und in Nährstoffe umwandeln. Tiere können das Sonnenlicht nicht direkt nutzen. Sie können aber Pflanzen oder auch andere Tiere mit ihren Nährstoffen vertilgen.
- Wasser** **Alle Lebewesen benötigen Wasser.** Zum einen bestehen ihre Zellen größtenteils daraus und zum anderen hilft das Wasser Stoffe in die Zellen hinein oder aus ihnen heraus zu transportieren. Einige Organismen kommen mit sehr wenig Wasser aus: Die Tiere und Pflanzen der Wüsten wie z.B. Kamele und Kakteen. Fische und andere Lebewesen brauchen viel Wasser. Sie verbringen ihr ganzes Leben dort.
- Schutz** **Die meisten Tiere** suchen irgendwann in ihrem Leben **irgendwo Schutz. Das tun sie z.B. um Raubtieren oder schlechtem Wetter zu entgehen, um in Sicherheit zu schlafen oder ihre Jungen zur Welt zu bringen, die ohne Schutz nicht überleben würden.** Pflanzen können sich nicht verkriechen, weil sie sich nicht fortbewegen können. Sie haben andere Wege gefunden, um dem Wetter und Fressfeinden zu trotzen.
- Lebensraum** **Alle Lebewesen brauchen Platz** zum Leben und Wachsen. Manche brauchen sehr wenig: Bakterien z.B. können in winzigen Hohlräumen gedeihen. Andere Lebewesen brauchen sehr viel: Ein Sibirischer Tiger benötigt ein Revier, in dem er umherstreifen kann, das größer sein muss als ganz Kiel oder Stuttgart. Herrscht Platzmangel, fehlt es den Organismen an Nahrung oder Wasser. Auch Krankheiten breiten sich dann leichter aus.
- Temperatur** Kaiserpinguine leben in der Antarktis bei -60 Grad und brüten dort monatelang ihre Eier aus. Wüstenfüchse und Kamele leben am Äquator, wo es bis zu 60 °C heiß wird. Leben gedeiht auch unter diesen extremen Bedingungen. Allerdings **kann nicht jeder Organismus in allen Temperaturbereichen überleben.** Kaiserpinguinen ist es in Deutschland, in der Slowakei oder in Tschechien viel zu warm, für Kamele hingegen ist es aber viel zu kalt.
- Nährstoffe** **Alle Lebewesen brauchen Nährstoffe.** Damit bauen Organismen ihren Körper auf und erhalten ihn, halten die Lebensfunktionen aufrecht und produzieren Energie. **Tiere bekommen ihre Nährstoffe über die Nahrung. Pflanzen bekommen sie über Wurzeln und Blätter aus dem Boden und der Luft. Bakterien nehmen sie direkt durch die Zellmembran auf.** Mangel an Nährstoffen führt das zu Problemen. Doch meist bekommen wir Menschen vorher Hunger oder Appetit.
- Sauerstoff** **Alle Tiere benötigen Sauerstoff.** Nur einige Bakterien können in sauerstofffreier Umgebung überleben. **Fast der gesamte Sauerstoff auf unserer Welt wird von Pflanzen hergestellt, die aus Wasser und Kohlenstoffdioxid mit Hilfe von Sonnenlicht Nährstoffe und**

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Sauerstoff erzeugen. Ohne Sauerstoff, den wir mit der Luft einatmen, kann ein Mensch nur wenige Minuten leben.

2.3 Einteilung der Lebewesen

Alle Lebensformen wurden von Wissenschaftlern entsprechend ihrer Verwandtschaft in große Gruppen eingeteilt. Früher kannte man nur zwei Gruppen: die Tiere und die Pflanzen. Als man mit Mikroskopen auch ganz kleine Organismen beobachten konnte, kamen weitere Gruppen dazu. **Jetzt unterscheidet man sechs Gruppen oder auch sogenannte „Reiche“.**

Organismtyp: einfache einzellige Bakterien

Bakterien

Verbreitung: weltweit

Bakterien können praktisch unter allen Umweltbedingungen leben. Zu ihnen zählen die Cyanobakterien, die einst den ersten Sauerstoff in die Atmosphäre der Erde abgaben. Aber auch Krankheitserreger wie Cholera oder Typhus. Nützliche Bakterien klären verschmutztes Abwasser oder verwandeln Milch in Joghurt.

Organismtyp: einfache bakterienähnliche Einzeller

Archaeen

Verbreitung: extreme Lebensräume

Die Archaeen (Urbakterien) gehören wohl zu den **ältesten Lebensformen auf der Erde.** Sie überleben auch in extrem lebensfeindlichen Umgebungen. In radioaktiven Abfällen, sehr heißem Wasser, Lauge oder Säure – also unter Bedingungen wie sie damals vermutlich auf der jungen Erde herrschten.

Organismtyp: Schleimpilze, Algen, Protozoen

Protisten

Verbreitung: vorwiegend Salz- und Süßwasser, vereinzelt auch Festland

In diesem Reich sind unterschiedliche, nicht näher miteinander verwandte Organismen zusammengefasst, die weder Bakterien noch Archaeen, Pilze, Pflanzen oder Tiere sind. **Es sind Einzeller – jedoch mit Zellkern.** Sie stellen ihre Nährstoffe teilweise selbst her. Teilweise leben sie von anderen Organismen.

Organismtyp: Hutpilze, Schimmelpilze, Hefepilze

Pilze

Verbreitung: weltweit

Pilze wurden lange Zeit als Pflanzen betrachtet, bis Forschern auffiel, dass sie ihre Nährstoffe nicht selbst herstellen. Stattdessen **beziehen sie ihre Energie aus dem Abbau der Überreste toter Pflanzen oder Tiere.** Es gibt vielzellige und einzellige Pilze. Sie stehen genetisch und chemisch den Tieren näher als den Pflanzen.

Organismtyp: Grünalgen, Moose, Koniferen, Blütenpflanzen

Pflanzen

Verbreitung: weltweit, in den Polargebieten selten

Pflanzen sind vielzellige, komplexe Organismen. Sie stellen Ihre Nährstoffe selbst her. Zu ihnen zählen riesige Bäume genauso wie winzige Moose. Es gibt sie in den meisten Lebensräumen, auch in den Meeren. Pflanzen produzieren den Sauerstoff, den wir zum Atmen brauchen.

Organismtyp: Insekten, Fische, Säugetiere, Krebse, Reptilien, Amphibien

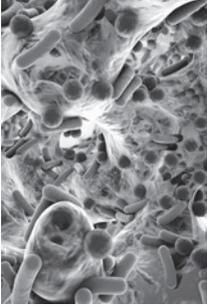
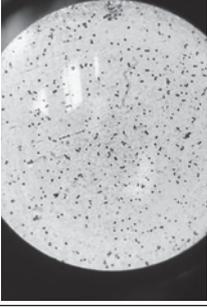
Tiere

Verbreitung: weltweit

Dieses Reich umfasst ganz einfache Tiere, die weder Rückenmark noch Gehirn haben wie die Schwämme, bis zu komplexen Säugetieren wie uns Menschen. Tiere können ihre Nährstoffe nicht selbst herstellen und müssen daher andere Lebewesen fressen, um überleben zu können.

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Infoblatt: Arten von Lebewesen: Sechs Reiche (Die Unterscheidung von Tieren und Pflanzen ist für die Kinder die wichtigste)

TIERE	PFLANZEN	PILZE	BAKTERIEN	ARCHAEEN	PROTISTEN
 <p>Organismen typ: Insekten, Fische, Säugetiere, Krebse, Reptilien, Amphibien</p> <p>Verbreitung: weltweit</p> <p>Dieses Reich umfasst ganz einfache Tiere, die weder Rückenmark noch Gehirn haben wie die Schwämme, bis zu komplexen Säugetieren wie uns Menschen. Tiere können ihre Nährstoffe nicht selbst herstellen und müssen daher andere Lebewesen fressen, um überleben zu können.</p>	 <p>Organismen typ: Grünalgen, Moose, Koniferen, Blütenpflanzen</p> <p>Verbreitung: weltweit, in den Polargebieten selten</p> <p>Pflanzen sind vielzellige, Komplexe Organismen. Sie stellen Ihre Nährstoffe selber her. Zu ihnen zählen riesige Bäume genauso wie winzige Moose. Es gibt sie in den meisten Lebensräumen, auch in den Meeren. Pflanzen produzieren den Sauerstoff, den wir zum Atmen brauchen.</p>	 <p>Organismen typ: Hutpilze, Schimmelpilz, Hefepilze</p> <p>Verbreitung: weltweit</p> <p>Pilze wurden lange Zeit als Pflanzen betrachtet, bis Forschern auffiel, dass sie ihre Nährstoffe nicht selbst herstellen. Stattdessen beziehen sie ihre Energie aus dem Abbau der Überreste toter Pflanzen oder Tiere. Es gibt vielzellige und einzellige Pilze. Sie stehen genetisch und chemisch den Tieren näher als den Pflanzen.</p>	 <p>Organismen typ: einfache einzellige Bakterien</p> <p>Verbreitung: weltweit</p> <p>Bakterien können praktisch unter allen Umweltbedingungen leben. Zu ihnen zählen die Cyanobakterien, die einst den ersten Sauerstoff in die Atmosphäre der Erde abgaben. Aber auch Krankheitserreger wie Cholera oder Typhus. Nützliche Bakterien klären verschmutztes Abwasser oder verwandeln Milch in Joghurt.</p>	 <p>Organismen typ: einfache bakterienähnliche Einzeller</p> <p>Verbreitung: extreme Lebensräume</p> <p>Die Archaeen (Urbakterien) gehören wohl zu den ältesten Lebensformen auf der Erde. Sie überleben auch in extrem lebensfeindlichen Umgebungen. In radioaktiven Abfällen, sehr heißem Wasser, Lauge oder Säure – also unter Bedingungen wie sie damals vermutlich auf der jungen Erde herrschten.</p>	 <p>Organismen typ: Schleimpilze, Algen, Protozoen</p> <p>Verbreitung: vorwiegend Salz- und Süßwasser, vereinzelt auch Festland.</p> <p>In diesem Reich sind unterschiedliche, nicht näher miteinander verwandte Organismen zusammengefasst, die weder Bakterien, noch Archaeen, Pilze, Pflanzen oder Tiere sind. Es sind Einzeller – jedoch mit Zellkern. Sie stellen ihre Nährstoffe teilweise selbst her. Teilweise leben sie von anderen Organismen.</p>

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

2.4 Die Einteilung in Arten

Die Gruppen oder Reiche sind sehr grobe Kategorien. Die Lebewesen lassen sich aber auch noch weiter einteilen. Wissenschaftler haben so viele Untergruppen definiert, bis **nur ein einziger Organismen-typ übrig war: die Art oder Spezies**. Die **Systematik**, ein Teilbereich der Biologie befasst sich damit. Die Einteilung der klassischen Taxonomie (= Einordnung in systematische Kategorien) erfolgte nach der Ähnlichkeit der Organismen, also danach, wie viele Merkmale sie gemeinsam haben. Die moderne Taxonomie bezieht die Stammesgeschichte der Organismen mit ein, so dass man z.T. widersprüchliche Einteilungen findet.

Der Klarheit und Nachvollziehbarkeit durch die Schülerinnen und Schüler wegen haben wir uns bei den unten angegebenen Beispielen an der **klassischen Taxonomie** orientiert, die sich anhand der äußeren Ähnlichkeit besser nachvollziehen lässt. Allerdings trat nur für das Beispiel Tyrannosaurus rex eine Diskrepanz zwischen den Taxonomien auf.

REICH	STAMM	KLASSE	ORDNUNG	FAMILIE	GATTUNG	ART
Tiere	Wirbeltiere	Säugetiere	Raubtiere	Katzen	Panthera	Löwe (Panthera leo)
			Primaten	Menschenaffen	Homo	Mensch (Homo sapiens)
		Vögel	Hühnervögel	Fasanenartige	Kammhühner	Bankivahuhn (Gallus gallus)
		Reptilien	Theropoda	Coelurosauria	Tyrannosauroida	Tyrannosaurus rex
	Ringelwürmer	Gürtelwürmer	Wenigborster	Regenwürmer	Lumbricus	Gemeiner Regenwurm (Lumbricus terrestris)
	Weichtiere	Schnecken	Lungenschnecken	Landlungenschnecken	Helix	Weinbergschnecke (Helix pomatia)

REICH	STAMM (Abteilung)	KLASSE	ORDNUNG	FAMILIE	GATTUNG	ART
Pflanzen	Gefäßpflanzen	Bedecktsamer	Lilienartige	Liliengewächse	Tulpe (Tulipa)	Gartentulpe
			Rosenartige	Rosengewächse	Malus	Apfel (Malus domestica)
			Steinbrechartige	Dickblattgewächse	Kalanchoe	Bryophyllum (K. daigremontiana)
		Echte Farne	Tüpfelfarnartige	Wurmfarngewächse	Dryopteris	Echter Wurmfarn
	Laubmoose	Sphagnopsida	Torfmoosartige	Torfmoosgewächse	Sphagnum	Torfmoos (Sphagnum)

Weitere Reiche sind **Pilze**, **Mikroalgen** (ein- oder wenigzellig; die Makroalgen = Großalgen gehören nicht zu diesem Reich, sondern zu den Pflanzen.), **Protozoen**, und **Bakterien und Bakterienartige**.

Literatur:

- Winston, Robert (2013): *Das ist Leben! Die spannende Welt der Biologie*. Dorling, London

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

3. METHODISCHE HINWEISE FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1: Das Wimmelbild	15 Minuten	einfach	6-10	Arbeitsblatt	Vorhandenes Wissen der Kinder aktivieren
Arbeitsauftrag 2: Was kennst Du noch?	15 Minuten	einfach	6-10	Arbeitsblatt	Vorhandenes Wissen der Kinder aktivieren und Kenntnisstand abfragen. Reflexion über bekannte Beispiele des Lebens
Arbeitsauftrag 3: Arten von Lebewesen	30 Minuten	einfach	6-10	Arbeitsblatt	Reflexion über bekannte Beispiele des Lebens, eine sinnvolle Kategorisierung des bestehenden Wissens, Veranschaulichung der Vielfalt des Lebens und der Unterschiedlichkeit zwischen Lebewesen
Arbeitsauftrag 4: Lebendig oder nicht?	15-30 Minuten, je nach Beispiel	einfach	6-10, je nach gewähltem Beispiel	Arbeitsblatt	Kritische Betrachtung/ Nachdenken und Diskussion über untypische Beispiele; Vertiefung, Erkennen von Grenzen der Definition von Leben.
Arbeitsauftrag 5: Merkmale des Lebens	20 Minuten	einfach	6-10	Arbeitsblatt	Vertiefung des Themas, Erweiterung durch Kriterien für Leben, Abgleich eigener Hypothesen mit anderen Informationen
Arbeitsauftrag 6: Voraussetzungen für Leben	ca. 1 Woche	einfach	ab 6	– Schälchen, schnell keimende Samen – Watte – Wasser – Kochsalz-lösung (20g Salz in 100ml Wasser lösen)	Relevanz der geeigneten Lebensbedingungen für Lebewesen, Vergänglichkeit des Lebens beobachten und diskutieren
Arbeitsauftrag 7: Organismen sind aus Zellen aufgebaut	ca. 1 Stunde	mittel	ab 8	– Mikroskop und Zubehör sowie eine Zwiebel	Zusammensetzung des Lebens aus Zellen beobachten

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 8: Die Zwiebelzelle und das Salzwasser	ca. 1 Stunde	schwer	ab 8	– Mikroskop und Zubehör – rote Zwiebel – Koch-salzlösung	Zusammensetzung des Lebens aus Zellen beobachten, Verständnis für die Auswirkung von Salzwasser → Erklärung für Ergebnis von Arbeitsauftrag 6 finden

Arbeitsaufträge 1-5 bauen aufeinander auf. Auftrag 2 kann aus Zeitgründen auch weggelassen werden, allerdings reduziert das den Umfang der Beispiele, sodass einige Kategorien in Arbeitsauftrag 3 ggf. nicht gefüllt werden können.

Arbeitsauftrag 1: Wimmelbild

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, ggf. Farbstifte

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler erhalten ein Arbeitsblatt, das sowohl das Wimmelbild, als auch die Tabelle zum Eintragen enthält. Die Lehrkraft gibt die Instruktion: *„Seht euch das Bild an. Was darin lebt und was lebt nicht? Findet fünf lebendige und fünf nicht lebendige Dinge und tragt sie in die Tabelle ein!“* Die Frage was lebt/ist belebt sollte zusätzlich mündlich formuliert werden. Ggf. kann das Arbeitsblatt von Arbeitsauftrag 2 gleich mit ausgeteilt werden.

Das Ziel ist es, das vorhandene Wissen der Kinder zu aktivieren und anhand der erkannten Lebewesen in der Umwelt den Begriff Leben oder Lebendigkeit inhaltlich zu füllen und zu bearbeiten.

Die Instruktion kann unterschiedlich variiert werden, zum Beispiel:

- anstatt Aufschreiben:
 - ausschneiden und sortieren
 - mit unterschiedlichen farbigen Stiften markieren
- nicht in der Unterrichtssprache sondern in einer anderen Sprache aufschreiben
- anstatt dieses Bild:
 - ein Bild, das besser in die Zeit passt (Frühling, Weihnachten, ...)
 - ein Bild, das zu einem Thema passt, das gerade behandelt wird
 - kein Bild, sondern verschiedene Spielzeuge, die sortiert werden
 - kein Bild, sondern in die Natur gehen und dort Beobachtungen sammeln
- anstatt jeder Schüler allein:
 - eine Gruppe von Schülern gemeinsam

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Schreibt in diese Tabelle noch mehr Beispiele, die ihr auch noch kennt.

Was lebt?	Was lebt nicht?

Die Instruktion kann unterschiedlich variiert werden:

- anstatt die Beispiele aufzuschreiben, können sie auch aufgemalt werden
- anstatt freies Nachdenken:
 - ein weiteres Bild vorgeben
 - Dinge im Klassenzimmer und in der Schule
- Anstatt, dass jeder Schüler die Aufgabe allein bearbeitet, kann auch in einer Gruppe von Schülern gemeinsam beratschlagt werden

Arbeitsauftrag 3: Arten von Lebewesen

Hilfsmittel:

- ggf. eine schriftliche Zusammenfassung der Kategorien

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer gibt folgenden Auftrag: *„Tauscht euch mit einer anderen Schülerin bzw. einem anderen Schüler aus. Was habt ihr in euren Tabellen bei „Was lebt?“ eingetragen? Könnt ihr diese Dinge in verschiedene Gruppen einteilen? Findet eine Bezeichnung für eure Gruppen und tragt sie ein!“*

Der Arbeitsvorgang kann in verschiedene Phasen eingeteilt werden:

Phase 1: Gruppenarbeit, Lehrkraft verschafft sich einen Überblick und unterstützt, wenn nötig.

Phase 2: Die Schülergruppen stellen ihre Gruppeneinteilung der Lebewesen vor. Die Lehrkraft notiert für alle sichtbar die verschiedenen Einteilungen.

Die Lehrkraft geht auf die anderen Einteilungen der Kinder ein. Es gibt keine falschen Einteilungen. Jede von den Kindern genannte Einteilung wird als Gesprächsanlass genutzt.

Lösungen, die von den Schülerinnen und Schülern kommen könnten:

- Einteilung: groß – klein:
Welche riesengroßen und welche klitzekleinen Pflanzen kennt ihr?
Welche riesengroßen und welche klitzekleinen Tiere kennt ihr?

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

- Einteilung: kann sich selbst fortbewegen – kann es nicht
Welche Tiere können sich selbst fortbewegen? Welche Tiere können es nicht?
Welche Pflanzen können sich selbst fortbewegen? Welche Pflanzen können es nicht?
- Einteilung: mag ich – mag ich nicht
Welche Pflanzen mögt ihr und warum? Welche Pflanzen mögt ihr nicht?
Welche Tiere mögt ihr und warum? Welche mögt ihr nicht so gerne?
- Einteilung: wächst – wächst nicht
Welche Tiere können wachsen? Welche Tiere können es nicht?
Welche Pflanzen können wachsen? Welche Pflanzen können es nicht?

Phase 3: Die Lehrkraft stellt die wissenschaftliche Einteilung vor (mindestens Tiere und Pflanzen). Die Einteilung kann zusätzlich als Infoblatt (siehe Abschnitt 2.3) ausgehändigt werden.

Lösung:

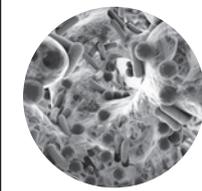
				
Lebt nicht	Tiere	Pflanzen	Pilze	Bakterien

Abbildung 88: Arten von Lebewesen



Das Ziel dieses Arbeitsauftrages ist die Reflexion über bekannte Beispiele des Lebens, die sinnvolle Kategorisierung des bestehenden Wissens sowie die Veranschaulichung der Vielfalt des Lebens und der Unterschiedlichkeit zwischen Lebewesen.

Die Instruktion des Arbeitsauftrages kann folgendermaßen variiert werden:

- Zusatzaufgaben für schnelle Schülerinnen und Schüler
 - Die Lebewesen der Liste der jeweiligen Kleingruppe können von den Schülerinnen und Schülern den gefundenen Gruppen zugeordnet / zu ihnen dazugeschrieben werden
 - Die Lebewesen in den Tabellen können entsprechend der Gruppen markiert werden
- Vertiefung: Die Lebewesen auf den Listen der Kleingruppen werden den wissenschaftlichen Kategorien zugeordnet.
- Es werden weitere Beispiele anhand der wissenschaftlichen Kategorien gesammelt.

Arbeitsauftrag 4: Lebendig oder nicht?

Hilfsmittel:

- Es kann helfen, die „Spezialfälle“ als Anschauungsmaterial im Unterricht zu zeigen. Somit wird das Thema für die Kinder anschaulicher.

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin bzw. der Lehrer gibt den Schülerinnen und Schülern folgenden Gruppenauftrag (auch für ein gemeinsames Klassengespräch geeignet): „Prüft für die folgenden „Spezialfälle“, ob sie lebendig sind und notiert die Gründe für eure Entscheidung. Versucht sie anschließend in die Gruppen der Wissenschaftler einzuordnen“:

- Eine Fliege
- Ein Blumenstrauß
- Feuer
- Ein Apfel
- Ein Apfelkern
- Eine Orange
- Eine Orange mit Schimmel (falls auch die Gruppe der Pilze aufgenommen wurde)
- Ein Hund
- Ein Roboterhund

Im Unterrichtsgespräch wird eingeführt, dass es manchmal nicht ganz einfach ist festzustellen, ob etwas lebendig ist oder nicht. Manchmal hilft die Einteilung in die wissenschaftlichen Kategorien weiter. Andere Objekte bleiben Zweifelfälle. Ziel der Aufgabe ist nicht zwingend eine Lösung zu finden. Es geht darum, das Wissen der Kinder zu aktivieren und durch die Diskussion zu festigen. Je nach Bedingung können die „Spezialfälle“ lebendig oder nicht lebendig sein.

Hierauf kann sich eine Gruppenarbeit anschließen oder die Aufgabe wird im Klassengespräch bearbeitet. Je jünger die Schülerinnen und Schüler sind, umso eher ist das Klassengespräch geeignet. Je nach Zeitrahmen und Klassenstufe sollte eine Auswahl der „Spezialfälle“ getroffen werden.



Das Ziel ist eine kritische Betrachtung bzw. das Nachdenken und die Diskussion über untypische Beispiele sowie die Vertiefung und Reflexion des gelernten Inhalts und das Erkennen von Grenzen der Definition von Leben.

Arbeitsauftrag 5: Merkmale des Lebens**Hilfsmittel:**

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft gibt den Schülerinnen und Schülern die Instruktion: „Schaut noch einmal in eure Tabellen. Warum habt ihr etwas zu lebendig und nicht zu nicht lebendig geschrieben? Was zeichnet Lebewesen aus? Findet mindestens ein Merkmal des Lebens und tragt ein!“

Alle Lebewesen sind/haben/können: _____ [Schülereintrag]

Der weitere Arbeitsvorgang gliedert sich in verschiedene Phasen:

Phase 1: Die Aufgabe wird in Einzel- oder Gruppenarbeit bearbeitet. Anschließend werden die Ergebnisse diskutiert. Die Lehrkraft fasst je nach Situation während des Klassengesprächs oder am Ende des Gesprächs die Ergebnisse zusammen (Sicherung des Zwischenergebnisses).

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Phase 2: Die Lehrkraft stellt die wichtigsten Merkmale des Lebens vor (mindestens drei davon!).

Lebewesen:

- Sie wachsen, entwickeln und verändern sich.
- Sie pflanzen sich fort und vererben Eigenschaften
- Sie nehmen Energie auf und wandeln sie um
- Sie haben eine Gestalt
- Sie passen sich über viele Generationen an ihre Umwelt an

Phase 3: Die Kinder vergleichen die Merkmale mit ihren eigenen Eigenschaften bzw. Hypothesen.

Phase 4: Für die genannten Merkmale kontrollieren sie in ihren Tabellen: Stimmen diese Merkmale für alle Wesen, die sie angegeben haben?

Das Ziel dieser Aufgabe ist es, die erarbeiteten Ergebnisse durch die Einführung von Kriterien für „leben“ und den Abgleich eigener Hypothesen mit anderen Informationen zu vertiefen und zu erweitern.

Dieser Arbeitsauftrag kann an die Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler angepasst werden, indem z.B. die Art der Gruppenarbeit (Einzel- oder Gruppenarbeit) für Phase 1 und 4 und/oder die Anzahl der Merkmale (Kriterien) individuell gewählt werden.

Arbeitsauftrag 6: Voraussetzungen für Leben

Hilfsmittel:

- drei Schälchen, schnell keimende Samen (z.B. Kresse oder Mungbohnen), Watte, Wasser, Kochsalzlösung (20g Salz in 100ml Wasser lösen)

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft gibt den Schülerinnen und Schülern folgende Anweisung für das Klassenprojekt: *„Breitet in den drei Schälchen jeweils ein kleines Wattebett für die Samen aus.“*

Schälchen 1: *„Tränkt die Watte mit Wasser, gebt die Samen (hierfür eignet sich zum Beispiel Kresse sehr gut) dazu und lasst sie ein oder zwei Tage stehen. Bei Bedarf gießt ihr etwas Wasser nach. Was beobachtet ihr?“*

Schälchen 2: *„Tränkt die Watte mit der Kochsalzlösung und gebt die Samen dazu. Was beobachtet ihr hier nach ein oder zwei Tagen? Vergleicht mit den Ergebnissen aus Schälchen 1!“*

Schälchen 3: *„Tränkt die Watte mit Wasser und gebt die Samen hinzu. Ersetzt nach ein oder zwei Tagen das Wasser durch die Kochsalzlösung. Was beobachtet ihr?“*

Lösung: Die Samen in Schälchen 1 keimen sehr schnell, während in Schälchen 2 nichts passiert. Die Samen in Schälchen 3 keimen normal wie die in Schälchen 1, verkommen jedoch, sobald sie mit der Salzlösung gegossen werden.

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

Erklärung: Salz ist hinderlich für das Wachstum der meisten Pflanzen. Oft wird der Wachstumsprozess dadurch direkt blockiert, außerdem entzieht das Salz dem Boden manchmal wichtige Nährstoffe, die die Pflanze benötigt.

Das Ergebnis kann als Gesprächsanlass über den Tod als Gegenstück zum Leben genutzt werden.

Das Ziel ist es, die Relevanz der Lebensbedingungen für Lebewesen zu erkennen und die Vergänglichkeit des Lebens zu beobachten und zu diskutieren.

Je nach Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler kann in Gruppen - oder Klassenarbeit gearbeitet werden. Zusätzlich kann die Lehrkraft ihre Unterstützung individuell anpassen.

Arbeitsauftrag 7 und 8 ergeben zusammen einen Forschungsauftrag zum Ergebnis von Auftrag 6. Zugleich kann Arbeitsauftrag 7 auch für sich alleine stehen.



Arbeitsauftrag 7: Organismen sind aus Zellen aufgebaut

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, Mikroskope und Zubehör, die Epidermis einer Zwiebel (mit einer Pinzette von einer Zwiebelschicht abziehen und auf den Objektträger legen)

Arbeitsvorgang:

Zuerst sollen die Schülerinnen und Schüler eine Zwiebelhaut für die Betrachtung unter einem Mikroskop präparieren (siehe Arbeitsblatt für die Schülerinnen und Schüler). Danach gibt die Lehrkraft folgende Arbeitsanweisung: „*Betrachtet mit dem Mikroskop die Zellen der Küchenzwiebel. Beschreibt und zeichnet, was ihr seht!*“ Für jüngere Schülerinnen und Schüler kann dies schwierig sein und sie werden Hilfe bei der Herstellung der Präparate benötigen. Gegebenenfalls kann das Präparat im Vorfeld gefertigt werden. Vor Beginn der Beobachtung erläutert die Lehrkraft den Aufbau des Mikroskops und bespricht, welche Regeln bei der Benutzung zu beachten sind.

Das Ziel dieser Aufgabe ist es, die Zusammensetzung des Lebens aus Zellen zu beobachten.

Wird der Auftrag als Gruppen- oder Klassenarbeit durchgeführt, brauchen die Schülerinnen und Schüler mehr Unterstützung durch die Lehrkraft. Auch jüngere und schwächere Grundschul Kinder benötigen möglicherweise mehr Hilfestellungen.

7. Organismen sind auf einer zellulären Basis organisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer

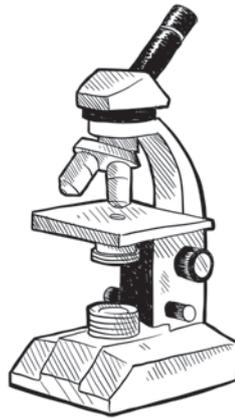


Abbildung 89: Mikroskop

Hintergrundinformationen: Aufbau eines Mikroskops

Objektträger: Glasplättchen, auf das der zu beobachtende Gegenstand gelegt wird. Das Ganze wird mit einem Tropfen Wasser und einem Deckplättchen abgedeckt, sodass nichts mehr verrutschen kann.

Grob- und Feintrieb: Scharfstellung, Verschieben Objektisch nach oben oder unten, zuerst Grobtrieb, dann Feintrieb, bis die optimale Schärfe erreicht ist.

Objekttisch, Tubus und Okular, Objektive, Beleuchtung

Beobachtung: Das Häutchen besteht aus einzelnen Zellen, die von den Schülerinnen und Schülern als (langgestreckte) „Waben“, „Puzzleteile“, „Häuschen“, o.ä. bezeichnet werden könnten. Die Zellen sind durch sichtbare Zellwände voneinander getrennt. Möglicherweise ist der Zellkern als dunkler Punkt/dunkle rundliche Struktur sichtbar.

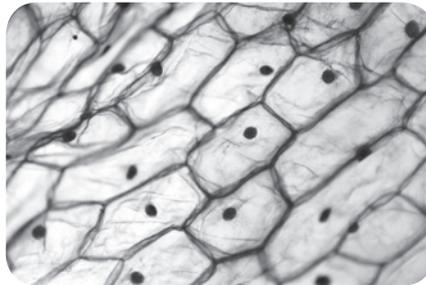


Abbildung 90: Zwiebelzelle 1

Erklärung: Die Zwiebelschicht besteht in Wirklichkeit aus vielen kleinen Teilen. Diese nennt man Zellen. Außerdem sieht man in jeder Zelle einen kleinen dunklen Punkt – das ist der Zellkern. Im Zellkern ist die gesamte Erbinformation gespeichert. Außerdem steuert er die einzelnen Prozesse in der Zelle.

Arbeitsauftrag 8: Die Zwiebelzelle und das Salzwasser

Hilfsmittel:

- Mikroskop und Zubehör, eine rote Zwiebel, Kochsalzlösung

Arbeitsvorgang:

Zuerst sollen die Schülerinnen und Schüler eine rote Zwiebel für die Betrachtung unter dem Mikroskop (analog zu Arbeitsauftrag 7) präparieren. Die Lehrkraft gibt folgende Instruktion: „Präpariert eine rote Küchenzwiebel wie in Aufgabe 7 und betrachtet sie mit dem Mikroskop. Betrachtet außerdem ein zweites Zwiebelpräparat, welches in Salzwasser anstatt Wasser auf dem Objektträger liegt. Was beobachtet ihr?“. Für jüngere Schülerinnen und Schüler kann dies schwierig sein und sie werden Hilfe bei der Herstellung der Präparate benötigen.

Das Ziel ist es, die Zusammensetzung des Lebens aus Zellen zu beobachten und das Verständnis für die Auswirkung von Salzwasser zu entwickeln.

Hintergrundinformationen: Plasmolyse, Aufbau Zelle, Aufbau eines Mikroskops (siehe Arbeitsauftrag 7)

Beobachtung 1: Auch das Zwiebelhäutchen der roten Zwiebel ist aus Zellen aufgebaut. In jeder Zelle befindet sich eine rote Fläche.

Erklärung: Der rote Fleck, der manchmal die ganze Zelle auszufüllen scheint, ist eine Art Speicherkammer für nährstoffhaltigen Zellsaft, der sozusagen als Vorrat dient.

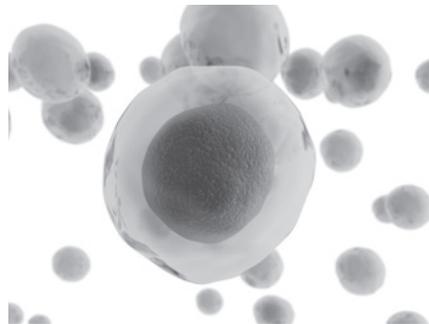


Abbildung 91: Zwiebelzelle 2

Beobachtung 2: Der rotfarbige Teil der Zwiebelzellen zieht sich im Salzwasser immer weiter zusammen. Teilweise kann man erkennen, dass sich eine dünne Membran von der Zellwand löst.

Erklärung: Die stärkere Salzkonzentration außerhalb der Zellen entzieht den Zellen Flüssigkeit.

Durch den Flüssigkeitsverlust zieht sich die Vakuole in der Zelle immer mehr zusammen. Diesen Prozess nennt man Plasmolyse. Ohne ausreichend Wasser können die Stoffwechselprozesse in der Zelle nicht mehr ablaufen. Deshalb ist Salzwasser auch nicht gut für die meisten Pflanzen. 

GENETISCHE INFORMATIONEN WERDEN VON EINER GENERATION VON ORGANISMEN AN EINE ANDERE WEITERGEGEBEN

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Lebewesen produzieren Nachkommen der gleichen Art. Aber diese Nachkommen sind nicht identisch mit ihren Eltern. **Pflanzen und Tiere, einschließlich Menschen, ähneln ihren Eltern in vielen Eigenschaften, weil Erbinformationen von einer Generation zur nächsten weitergegeben werden.** Lebewesen, die durch asexuelle Vermehrung entstehen, etwa durch Sprossung, sind genetisch mit dem Elternorganismus identisch. Bei der sexuellen Vermehrung stammen die Erbinformationen je zur Hälfte von einem Elternteil. Viele der Merkmale von Organismen werden von äußeren Bedingungen beeinflusst, z.B. von der Menge verfügbarer Nahrung oder vom Wetter. Dadurch ergeben sich auch bei asexueller Vermehrung Unterschiede zwischen den Generationen. Bei Menschen sind neben anderen äußeren Bedingungen **Lernprozesse ein wichtiger Faktor**, die auf die Eigenschaften einer Person wirken.

Chromosomen Tier- und Pflanzenzellen haben in ihren Zellkernen eine Art Bauplan in den Chromosomen gespeichert. **Die Chromosomen enthalten DNA. Ein Abschnitt DNA wird als Gen bezeichnet.** Ein einziges Chromosom kann über tausend Gene haben. Im menschlichen Körper enthalten die meisten Zellen 23 Paare von Chromosomen – mit insgesamt etwa zwanzigtausend Genen. **Der Gesamtsatz aus 46 Chromosomen wird auch doppelter Chromosomensatz genannt**, weil jedes Chromosom doppelt vorhanden ist (je eines vom Vater und eines von der Mutter).

Wenn der Organismus wächst oder tote Zellen ersetzt werden, teilen sich die Zellen und die genetische Information wird kopiert. Dann hat jede neue Zelle dieselbe Erbinformation. Manchmal gibt es Fehler beim Kopieren. Man spricht dann von Mutation. **Diese kann dem Organismus schaden, nutzen oder wirkungslos sein.** Veränderungen in den Genen können auch durch Umwelteinflüsse wie Strahlung und Chemikalien verursacht werden oder auch spontan bei der Zellteilung auftreten. Diese Veränderungen beeinflussen das Individuum. Seine Nachkommen werden nur dann beeinflusst, wenn diese Veränderungen auch weiter gegeben werden z.B. über Spermien oder Eizellen.

Sexuelle und asexuelle Vermehrung **Bei der sexuellen Vermehrung vereint sich eine Spermazelle (männlich) mit einer Eizelle (weiblich).** Spermien und Eizellen sind besondere Zellen. **Sie haben nur jeweils eine Version des Gens vom Elternteil, also einen einfachen Chromosomensatz.** Nach der Verschmelzung von Sperma- und Eizelle hat die neue Zelle, das befruchtete Ei, wieder einen doppelten Chromosomensatz. **Bei dieser Art der Vermehrung wird das genetische Material neu organisiert.** Es kommt zu neuen Gen- und Merkmalskombinationen. Es gibt viele mögliche Kombinationen, die dann von einer Generation zur anderen vererbt werden. Organismen, die mit ihrer Kombination am besten zu einer Umwelt passen, vererben diese Kombination besonders häufig weiter. Auf diese Weise kommt es zu Anpassungen an einen Lebensraum. Dieser Prozess wird **natürliche Selektion** genannt.

Bei der **asexuellen Vermehrung**, die bei verschiedenen Organismen wie bei Bakterien, einigen Insekten und Pflanzen auftritt, **wird identische Erbinformation weitergegeben**. Genetisch identische Organismen können auch künstlich durch Klonen entstehen.

Die Gesamtheit der Gene eines Organismus wird als Genom bezeichnet. Forscher entschlüsseln die Genome von verschiedenen Arten von Organismen und lernen dabei viel über Erbinformationen. Wenn Gene bekannt sind, kann genetisches Material künstlich verändert werden, um Organismen bestimmte Merkmale zu verleihen. **In der Gentherapie werden spezielle Techniken angewandt, um durch die Veränderung menschlicher Gene Krankheiten zu heilen.** Das Genom

In der Zusammenfassung besteht die Big Idea daraus, dass **genetische Informationen eines Organismus in der DNA seiner Zellen gespeichert sind. Gene bestimmen die Entwicklung und Struktur von Organismen.** Bei der asexuellen Vermehrung kommen alle Gene der Nachkommen von einem Elternteil. Bei der sexuellen Vermehrung kommt die Hälfte der Gene von jedem Elternteil.

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Für Grundschülerinnen und Grundschüler ist der folgende Teil dieser Big Idea bereits erfahr- und nachvollziehbar: Lebewesen produzieren Nachkommen der gleichen Art. Aber diese Nachkommen sind nicht identisch. Geschwister ähneln sich, aber sie sind nicht gleich. Auch Kinder ähneln ihren Eltern, aber auch sie sind nicht gleich. Pflanzen und Tiere, einschließlich Menschen, ähneln ihren Eltern in vielen Merkmalen. Diese **Ähnlichkeiten werden durch Erbinformationen** (auch Gene oder DNA) **von einer Generation zur nächsten weitergegeben. Andere Merkmale wie Fähigkeiten und Verhaltensweisen werden nicht in gleicher Weise weitergegeben. Sie müssen erworben und gelernt werden.**

Schlüsselwörter:

DNA, Gene, Erbinformation

Vererbung

asexuelle und sexuelle Vermehrung

Gene bestimmen die Entwicklung von Organismen

Einfluss von Umwelt und Genen auf die Entwicklung von Organismen

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 DNA ist das A und O

In jeder einzelnen Körperzelle eines jeden Lebewesens ist **der gesamte Bauplan für den jeweiligen Organismus gespeichert.** Dieser Bauplan, abgelegt in Form von Genen, **be findet sich im Zellkern.** Dort liegt er gut geschützt und getrennt vom restlichen Zellinhalt **codiert in Form des Biomoleküls Desoxyribonukleinsäure** (englisch: deoxyribonucleic

9. Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen

acid = DNA). Der größte Teil der DNA ist zusammengerollt, von Eiweißen umhüllt und damit inaktiv. Nur die Teile des genetischen Codes, die in der Zelle zum aktuellen Zeitpunkt benötigt werden, sind so weit „entrollt“, dass sie ausgelesen werden können.

DNA Das DNA-Molekül lässt sich mit einer verdrehten Strickleiter vergleichen, die als **Doppelhelix bezeichnet wird**. Die beiden seitlichen Stricke bestehen aus langen Ketten, in denen sich immer ein **Zuckermolekül** (Desoxyribose) und ein **Phosphorsäurerest** (als Phosphorsäureester) abwechseln. An jedem der Zuckermoleküle hängt in einem annähernd rechten Winkel eine von vier Basen (Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin). Die beiden seitlichen Zucker-Phosphat-Ketten liegen einander so gegenüber, dass die Basen sich zwischen ihnen befinden und die Sprossen der Strickleiter bilden. Dabei bilden immer Adenin mit Thymin und Guanin mit Cytosin ein Paar. Die Basen sind in den Paaren über Wasserstoffbrückenbindungen miteinander verknüpft. Adenin und Thymin sind über zwei Wasserstoffbrückenbindungen verbunden, Guanin und Cytosin über drei Wasserstoffbrückenbindungen.

2.2 Der genetische Code: Vom Gen zum Protein

Aufbau von Genen Die Basen Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin sind sozusagen die Buchstaben des genetischen Codes. Sie setzen „Wörter“ aus jeweils drei Buchstaben zusammen, die als **Basentriplett** bezeichnet werden. In deren Abfolge sind Informationen gespeichert, die es erlauben ein Molekül aufzubauen, das im Organismus wirksam und von diesem benötigt wird. In der Regel handelt es sich dabei um Proteine. Proteine bestehen aus langen Ketten von Aminosäuren. Jedes Basentriplett kodiert eine dieser Aminosäuren. **Die Abfolge der Basentriplets eines Gens ist damit die „Bauanleitung“ für die Abfolge der Aminosäuren in einem Protein und damit für die Struktur des Proteins. Die Proteine können verschiedene Funktionen erfüllen.** Einige Proteine sind (künftige) Bestandteile von Zellen, also sozusagen Bausteine für den Aufbau des Organismus. Andere Proteine steuern als Enzyme die Vorgänge in der Zelle. Außerdem bildet ein Teil der Zellen Proteine, die als Hormone (z.B. Insulin), Verdauungsenzyme o.ä. in den Körper abgegeben werden und dort ihre Funktion erfüllen.

Transkription Die Umsetzung der Erbinformation vom Gen zum fertigen Protein erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst wird die Basensequenz auf einen RNA-Strang übertragen. Dieser Prozess wird **Transkription** genannt. Bei dem Kopiervorgang wird nur ein Strang hergestellt und nicht ein Doppelstrang mit einander gegenüberliegenden Basen, wie es für die DNA üblich ist. Der RNA-Strang wird noch im Zellkern nachbearbeitet, Teilstücke die keine Information tragen, werden entfernt, z.T. werden Stränge in mehrere Stücke zerlegt, aus denen mehrere Proteine hervorgehen. Zusätzlich wird die RNA an den Enden mit schützenden Strukturen versehen, die die Stabilität des RNA-Strangs erhöhen und den Transport der fertigen RNA aus dem Zellkern unterstützen. **Die fertige RNA wird als mRNA** (aus dem Englischen „messenger RNA“) bezeichnet.

Translation Nachdem die mRNA aus den Zellkern ins Cytoplasma transportiert wird, findet im Cytoplasma der Zelle die Übersetzung in Proteine statt. Dazu lagert sich die mRNA an Strukturen im Cytoplasma an, die als **Ribosomen** bezeichnet werden. **Die Ribosomen laufen die mRNA entlang und übersetzen stückweise die Basentriplets (Codone) in die Aminosäureabfolge des zu produzierenden Proteins. Die Proteine tragen dann als Bausteine des Organismus und als Enzyme – häufig im Zusammenspiel mit Umwelteinflüssen – zu den individuellen Merkmalsausprägungen des Lebewesens bei.** Nur wenige Merkmale werden durch ein einziges Gen bestimmt. In der Regel unterliegen Merkmale insbesondere bei höheren Organismen dem Einfluss mehrerer Gene. Die Grundlagen der Merkmale werden bei der Zellteilung an die Tochterzellen und bei der Vermehrung von einer Generation zur anderen weitergegeben.

²⁾ Ausnahmen treten bei Mutationen auf, vgl. Abschnitt 2.4

2.3 Selbstvermehrung

Als **Mitose** wird eine Zellteilung, bei der zwei Tochterzellen entstehen, bezeichnet. Jedes Mal, wenn sich eine Zelle teilt, **spaltet sich die DNA-Doppelhelix der Länge nach in zwei Einzelstränge auf**. Jeder Strang dient als Kopiervorlage für einen neuen Gegenstrang, bis aus der ursprünglichen, strickleiterartigen Doppelhelix zwei komplette Helices entstanden sind. **Damit gibt es zwei exakte Kopien des alten DNA-Strangs, die aber an einer Stelle verbunden bleiben**, dem sog. **Centromer**. Dieser Vorgang läuft parallel in allen Chromosomen einer Zelle ab und bereitet die Zellteilung vor. In einem nächsten Schritt löst sich die Kernmembran, die den Zellkern vom Cytoplasma trennt, auf und die Chromosomen lagern sich in einer Ebene nebeneinander an. Die beiden identischen Chromosomenfäden, die sog. Chromatiden, werden am Centromer getrennt und auseinandergezogen. Sie werden je in eine andere Zellhälfte gezogen. Anschließend bildet sich zwischen den Zellhälften eine neue Zellmembran, sodass zwei Tochterzellen entstehen, die mit identischen Genen ausgestattet sind. Mitose

Auf diese Weise **entstehen neue Körperzellen, wenn ein Organismus wächst und seine Organe ausbildet oder wenn in einem ausgewachsenen Körper Zellen ersetzt werden müssen**. Aber auch Sprossen, Ableger, Brutzwiebeln und die Brutknospen der Brutblattpflanzen entstehen durch derartige Zellteilungen (zur Spezialisierung von Zellen siehe Abschnitt 2.2). Aus diesen spezialisierten Pflanzenteilen aber auch aus anderen Teilen von Pflanzen (z.B. Stecklingen) können komplett neue Pflanzen wachsen. Dabei **sind die Tochterpflanzen genetisch mit der Mutterpflanze identisch**. Auch wenn man von „Mutterpflanze“ spricht: eine „Vaterpflanze“ gibt es in dem Fall nicht. Auch einige Tiere bilden in dieser Weise Nachkommen. Beispielsweise bilden die Weibchen einiger Insektenarten, wie bestimmte Blattläuse und Gallwespen, Eier durch die beschriebene mitotische Zellteilung, aus denen dann genetisch identische junge Weibchen schlüpfen. 

Wie in Abschnitt 1.1 beschrieben, enthalten Körperzellen normalerweise einen doppelten Chromosomensatz, **Geschlechtszellen** (Eizellen, Spermien) **enthalten hingegen einen einfachen Satz**. Das bedeutet, dass bei Zellteilungen, die der Bildung von Geschlechtszellen dienen, die Chromosomenpaare getrennt werden müssen. **Die Verdoppelung der DNA entspricht bei dieser Form der Zellteilung weitgehend der der Mitose**. Anschließend lagern sich die Chromosomen aber nicht alle in einer Ebene an, **sondern die Chromosomenpaare legen sich aneinander und ordnen sich als Paar in der Ebene an, sodass eine Doppelschicht entsteht**. Dabei tauschen die Chromosomen häufig Abschnitte der Chromosomen untereinander aus, oft nur für einen der beiden Chromatiden. Meiose

Das geschieht, indem sich **die Chromatiden eines Chromosomenpaares während der paarweisen Anordnung in der Äquatorialebene überkreuzen und neu zusammenfügen** (s. Abb. 109). **Dieser Vorgang wird Cross-over genannt**. Bei der Zellteilung werden die Chromosomenpaare getrennt. Dabei ist es dem Zufall überlassen, welches Chromosom eines jeden Paares in welche Zelle gelangt. Die Anzahl der Chromosomen pro Zelle wird durch diese Teilung (Meiose I) halbiert. In einem weiteren Teilungszyklus (Meiose II), der der Mitose ähnelt, werden die beiden Chromatiden jedes Chromosoms auf Tochterzellen verteilt. **Durch Cross-over und zufällige Verteilung entstehen vier genetisch unterschiedliche Geschlechtszellen**. 

9. Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen

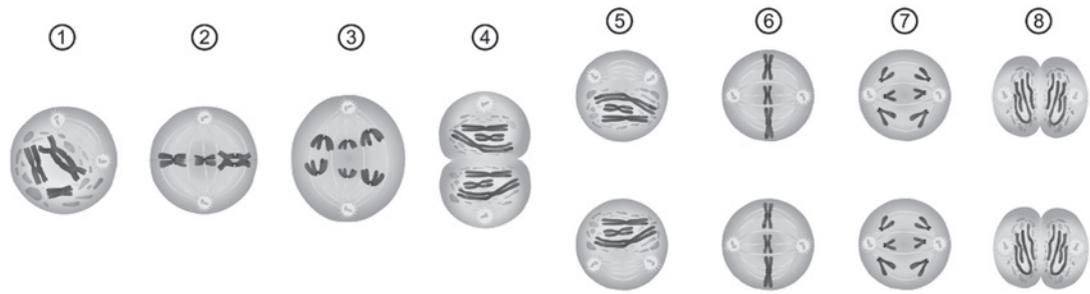


Abbildung 109: Die meiotische Zellteilung erfolgt in zwei Phasen. Rote Chromosomen stammen von einem Elternteil, blaue vom anderen Elternteil. Die Chromosomen werden bei der ersten Teilung (Bild 1-5) getrennt und zufällig auf die Tochterzellen verteilt. Dabei wird die Anzahl der Chromosomen pro Zelle halbiert. In einem weiteren Teilungszyklus, der der Mitose ähnelt, werden die beiden Chromatiden jedes Chromosoms auf Tochterzellen verteilt.

(Quelle: Grafik von Ali Zifan - Eigenes Werk; Used information from Campbell Biology (10th Edition) by: Jane B. Reece & Steven A. Wasserman., CC-BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50719392>)

2.4 Vererbung, Mutation und Auslese

Vererbung Bei der geschlechtlichen Vermehrung wird eine dieser Geschlechtszellen mit der Geschlechtszelle eines Sexualpartners kombiniert. Typischerweise ist eine der Geschlechtszellen größer als die andere und enthält neben dem Zellkern mit der DNA in größerem Umfang Cytoplasma, in dem sich weitere Zellbestandteile befinden, z.B. die Mitochondrien, die „Kraftwerke“ der Zellen, die für die Zellatmung und Energiebereitstellung verantwortlich sind. Die größere der beiden Geschlechtszellen wird häufig als **Eizelle bezeichnet**, der Organismus, von dem diese Zelle und damit die mitochondriale DNA stammt als „Mutterorganismus“. Der Organismus, von dem die kleinere Geschlechtszelle stammt wird oft als „Vaterorganismus“ eingestuft. Die Neukombination der Gene führt bei Merkmalen, die durch mehrere Gene bestimmt werden, oft zu unvorhersehbaren Ergebnissen und zu einer Vielfalt von Ausprägungen. Beim Menschen ist z.B. die Haarfarbe durch mehrere Gene bestimmt, sodass alle möglichen Schattierungen von ganz schwarz bis weiß-blond auftreten. **Übersichtlicher ist die Vererbung bei Merkmalen, die durch ein einziges Gen bestimmt werden und zudem nicht wesentlich von äußeren Einflüssen abhängen.**

Zwei Erbgänge Der Mönch Gregor(ius) Mendel (1822-1884) untersuchte die Vererbungsregeln für solche Gene in seinen berühmt gewordenen Vererbungsexperimenten an Erbsen und anderen Pflanzen. Es sind zwei verschiedene Erbgänge zu unterscheiden: der **dominant-rezessive Erbgang**, bei dem die Genvariante von einem Elternteil das Merkmal dominiert und der **intermediäre Erbgang**, bei dem die Genvarianten beider Elternteile das Merkmal beeinflussen und die Merkmalsausprägung in der Mitte zwischen den Merkmalsausprägungen beider Eltern liegt. **Die Varianten, in denen die Gene auftreten können, bezeichnet man als Allele.** Sie unterscheiden sich oft nur in Kleinigkeiten in der Basenabfolge (vgl. Abschnitt *Mutationen*). Die daraus entstehenden Proteine können sich aber in ihrer Wirkung deutlich unterscheiden und so zu unterschiedlichen Merkmalsausprägungen führen.

³⁾ in der Ursprungsform; inzwischen gibt es verschiedenste Zuchtformen

9. Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen

Den **intermediären Erbgang** kann man an der Wunderblume beobachten. Die Blüten der Pflanze können weiß oder auch rot sein. Kreuzt man Pflanzen mit diesen Blütenfarben, dann entwickeln alle Nachkommen rosafarbene Blüten und sind untereinander gleich (Uniformitätsregel). Offensichtlich sind die Pflanzen Träger je eines roten und eines weißen Allels des Gens, das die Farbe bestimmt. Kreuzt man nun diese Nachkommen untereinander, dann gibt es vier Möglichkeiten der Neukombination: Eine Pflanze der dritten Generation bekommt entweder von der Mutterpflanze und der Vaterpflanze das Allel für weiße Blüten (→ weiße Blüten) oder von der Mutterpflanze das Allel für weiße Blüten und von der Vaterpflanze das Allel für rote Blüten (→ rosa Blüten). Außerdem ist es möglich, dass von der Mutterpflanze das Allel für rote Blüten und von der Vaterpflanze das Allel für weiße Blüten (→ rosa Blüten) kommt oder von der Mutterpflanze und der Vaterpflanze das Allel für rote Blüten (→ rote Blüten). Die Blütenfarbe der Nachkommen teilt sich also im Verhältnis 1:2:1 (1 weiß, 2 rosa, 1 rot) auf (Spaltungsregel).

Intermediärer Erbgang

Den **dominant-rezessiven Erbgang** erforschte Mendel u.a. an den Blütenfarben der Erbse. Kreuzt man bei diesen Pflanzen mit roten und weißen Blüten, so bilden alle Nachkommen rote Blüten aus. Sie sind zwar hinsichtlich der Blütenfarbe identisch (Uniformitätsregel), das Merkmal entspricht aber dem eines Elternteils, wogegen das Allel des anderen Elternteils, wie wir heute wissen, zwar weitervererbt wird, aber keinen Einfluss auf die Merkmalsausprägung hat. Kreuzt man die Nachkommen nun weiter, gibt es auch hier vier Möglichkeiten die Allele für rot und weiß zu kombinieren, allerdings mit anderen Effekten auf die Merkmalsausprägung. Eine Pflanze der dritten Generation bekommt entweder von der Mutterpflanze und der Vaterpflanze das Allel für weiße Blüten (→ weiße Blüten) oder von der Mutterpflanze das Allel für weiße Blüten und von der Vaterpflanze das Allel für rote Blüten (→ rote Blüten). Außerdem ist es möglich, dass von der Mutterpflanze das Allel für rote Blüten und von der Vaterpflanze das Allel für weiße Blüten (→ rote Blüten) kommt oder von der Mutterpflanze und der Vaterpflanze das Allel für rote Blüten (→ rote Blüten). Die Blütenfarbe der Nachkommen teilt sich also im Verhältnis 1:3 (1 weiß, 3 rot) auf (Spaltungsregel).

Dominant-Rezessiver Erbgang

Dominante Allele werden mit Großbuchstaben gekennzeichnet (z.B. R für rot), rezessive Allele und Allele bei intermediären Erbgängen mit Kleinbuchstaben (z.B. w für weiß).

Einen klaren intermediären Erbgang gibt es beim Menschen wohl nicht. Zwar werden die Blutgruppen A und B intermediär vererbt, es gibt aber eine dritte Blutgruppenvariante, Blutgruppe 0, für die die Regeln des dominant-rezessiven Erbgangs gilt. Daher ist die Vererbung der Blutgruppen beim Menschen etwas kompliziert.



Um im Unterricht insbesondere mit jüngeren Schülerinnen und Schülern einen Eindruck von den Auswirkungen der Vererbung zu bekommen, eignen sich zwei Merkmale: Die Vererbung von angewachsenen Ohrläppchen und die des Zungenrollens. Gegenüber Kindern bietet es sich an, im Folgenden den Begriff Allel nicht zu verwenden, sondern von dominanten und nicht-dominanten Genen zu sprechen.

Ohrläppchen können unten mit einem freihängenden Läppchen enden. Es gibt aber auch Menschen, bei denen dieses Läppchen nicht frei hängt, sondern am Kopf angewachsen ist. **Sind die Läppchen freihängend, dann liegt das dominante Allel (L) vor. Angewachsene Ohrläppchen werden durch das rezessive Allel (l) bestimmt.** Die Vererbungsregeln entsprechen denen der Erbsenpflanze. Daher sollten sich beim Auszählen in der Klasse etwa doppelt so viele Kinder mit freien, wie mit angewachsenen Ohrläppchen finden. Bei Kindern, die angewachsene Ohrläppchen haben, haben in der Regel auch die (leiblichen) Eltern angewachsene Ohrläppchen (es sei denn, es ist der seltene Fall einer Mutation aufgetreten, s.u.). Hat ein Elternteil die beiden Allele LL, so werden alle seine Kinder freie Ohrläppchen haben, auch wenn der andere Elternteil ll oder Ll als Allelkombination hat. Haben beide Eltern die Allelkombination ll, so vererben sie diese auch an ihre Kinder weiter. Besitzen beide Elternteile die Kombination Ll (was man von außen nicht erkennen kann, die Ohrläppchen hängen frei), dann haben ihre Kinder mit einer Wahrscheinlich-

Die Vererbung von angewachsenen Ohrläppchen

9. Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen

keit von 25% angewachsene Ohr läppchen. Ein Vergleich mit Bildern der Eltern sollte die generelle Erbllichkeit verdeutlichen.

Die Vererbung von „Zungenrollen“

Manche Menschen können ihre Zunge herausstrecken und von den Seiten so einrollen, dass eine Art Röhre entsteht. Zwar sind mehrere Gene an der Ausprägung des Zungenrollens beteiligt (nicht eines, wie man früher dachte) und man braucht auch Übung um das Zungenrollen zu erlernen, aber die Erbllichkeit ist so hoch, dass man das Beispiel gut als Beobachtungsaufgabe für Schulkinder verwenden kann. **Von den Menschen, bei denen die genetischen Voraussetzungen für das Zungenrollen vorliegen, lernt es etwa die Hälfte bis zum Alter von 7 Jahren, weitere 22% bis sie 12 Jahre alt sind.** Einige dieser Menschen lernen es also nicht, trotz entsprechender Genausstattung. Bei den Menschen, die die entsprechenden genetischen Voraussetzungen nicht mitbringen nützt auch Übung nichts. Allerdings weiß man ja nicht von vornherein, welche der Schülerinnen und Schüler die notwendigen Gene haben. Man kann die Kinder also ruhig eine Weile üben lassen.

Mutationen

Mutationen sind Veränderungen des Erbguts, die während der Zellteilung auftreten. Sie entstehen im (vorausgehenden) Prozess der Verdoppelung der DNA. Treten diese Mutationen in Körperzellen auf, ist das zum Teil ohne Folgen, kann aber auch deutlich negative Auswirkungen haben und z.B. Krebs verursachen. **Nur wenn die Veränderung bei der Produktion von Geschlechtszellen (oder deren Vorläuferzellen) stattfindet, kann die Mutation an die nächste Generation weitervererbt werden.**

- **Genmutationen:** Einzelne oder wenige Basenpaare werden durch einen Ablesefehler bei der Verdoppelung des DNA-Strangs ausgetauscht, entfernt oder auch eingefügt. Der Austausch eines einzelnen Basenpaares kann völlig ohne Auswirkungen bleiben. Zwar wird dann bei der Translation an der entsprechenden Stelle eine andere Aminosäure in das entstehende Protein eingebaut, wenn aber die neue Aminosäure der ursprünglichen Aminosäure ähnlich ist, verändert sich das Protein dadurch nur wenig. Wird allerdings eine Aminosäure eingebaut, die deutlich andere Eigenschaften hat, als die ursprüngliche, dann sind die Folgen erheblich. Eine einzelne Aminosäure kann verhindern, dass sich das Protein in der notwendigen Weise auffaltet, sodass es seine Funktion nicht mehr erfüllen kann. Das Einfügen oder Entfernen von Basenpaaren hat, wenn die Veränderung in einem für die Proteinbildung relevanten Bereich liegt, in der Regel ebenfalls erhebliche Auswirkungen, da sich die gesamte Basenabfolge hinter der Mutationsstelle verschiebt und völlig andere Aminosäuren eingebaut werden. Handelt es sich in den beiden letzten Fällen um ein lebenswichtiges Protein und kann der Mangel nicht dadurch ausgeglichen werden, dass noch eine unveränderte Genkopie des anderen Elternteils vorliegt (z.B. weil diese ausgeschaltet ist), dann stirbt die Zelle ab oder die befruchtete Eizelle kann sich nicht entwickeln. Auch bestimmte Krankheiten werden so ausgelöst. So ist die zystische Fibrose, bei der die Lungen zähen Schleim produzieren, der die Lunge schädigt, auf den Verlust einiger Basenpaare auf Chromosom 7 zurückzuführen.
- **Chromosomenmutationen:** Sie treten auf, wenn beim Cross-over (s.o.) Chromosomenstücke fehlerhaft ausgetauscht werden. Beispielsweise werden ungleich große Chromosomenstücke ausgetauscht, sodass auf einem der entstehenden Chromosomenfäden Gene fehlen und auf dem anderen sogar doppelt sind. Fehlende Gene beeinträchtigen oft die Funktionsfähigkeit der Zelle. Eine Verdoppelung kann positive oder auch negative Auswirkungen haben. Es kommt auch vor, dass korrekt „ausgeschnittene“ Chromosomenstücke falsch, nämlich in umgekehrter Richtung wieder eingebaut werden.
- **Genommutationen:** Hierbei werden ganze Chromosomen ungleichmäßig auf die Tochterzellen verteilt, sodass sie ganz fehlen, dreifach oder noch häufiger vorliegen, statt doppelt, wie es normalerweise der Fall ist. Bei Pflanzen kann sich das sehr positiv auswirken. Beispielsweise besitzen die größeren Gartenerdbeeren die gleichen Chromosomen wie Walderdbeeren, allerdings in vierfacher statt in zweifacher Ausführung, sodass sie größer und kräftiger werden. Beim Menschen führt eine Genommutation zum Down-Syndrom, bei dem das Chromosom 21 dreifach vorhanden ist (daher auch die Bezeichnung Trisomie 21).

Mutationen sind aber nicht unbedingt nachteilig und führen zu Krankheit oder Tod. Auslese
 Manchmal können Mutationen sogar nützlich sein. **Eine Mutation erfolgt nicht gezielt, ihr Ergebnis ist also zufällig.** Und manchmal führt dieses zufällig zu einem positiven Ergebnis. Ein Beispiel hierfür ist das Laktase-Gen. Laktase ist ein Protein, das als Enzym dazu beiträgt Milchzucker zu spalten und ihn so zu verdauen. Alle gesunden Menschen (und die Säugetiere) haben dieses Gen, da sie als Säuglinge darauf angewiesen sind, Muttermilch zu trinken und Milchzucker zu verdauen. Allerdings wurde dieses Gen ursprünglich ausgeschaltet, wenn der Organismus älter wurde. Das war ressourcenschonend. Schließlich war es ja nicht sinnvoll Energie in die Produktion eines Enzyms zu stecken, das nicht mehr gebraucht wird.

Als die Menschen aber vor mehreren tausend Jahren anfangen, Vieh zu halten und auch im Jugend- und Erwachsenenalter Milch zu trinken, hatten diejenigen einen Überlebensvorteil, bei denen der Ausschaltmechanismus aufgrund einer Mutation defekt war. Sie konnten Milch trinken und bei Nahrungsmangel besser überleben als die Menschen, die keine Milch vertrugen. Der Vorteil als Viehzüchter Milch zu verdauen ist so groß, dass die Mutation sich verbreitet hat und heute 80 – 95% der Erwachsenen in Mitteleuropa Milchzucker verdauen können. Unabhängig von der Mutation bei den Europäern sind auch bei Menschen in Ostafrika Mutationen aufgetreten, die das Ausschalten des Gens verhindern – und zwar gleich mehrfach in verschiedenen Volksgruppen. Ob also eine Mutation günstig, ungünstig oder folgenlos ist, hängt auch davon ab, welche Anforderungen und Möglichkeiten die Umwelt jeweils bereithält.

Veränderungen im Erbgut sind also ein wichtiger Mechanismus der Evolution. Wird ein Lebewesen durch eine Mutation plötzlich erfolgreicher als seine Artgenossen, hat es bessere Überlebenschancen und produziert mehr nachkommen. Diesen Mechanismus **nennen wir Auslese.** Durch das Vererben positiver Mutationen kann sich eine Art verändern oder sogar eine neue Art entstehen.

3. METHODISCHE HINWEISE FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1: Familienfotos	15 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	mitgebrachte Fotos	Vertraut werden mit Merkmalsähnlichkeit, Erkennen des Zusammenhanges zwischen Ähnlichkeit und Abstammung
Arbeitsauftrag 2: Eigene Ohrläppchen	10 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Systematische Erfassung der Merkmale
Arbeitsauftrag 3: Ohrläppchen in der Familie	15 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Systematische Erfassung des Zusammenhangs zwischen Merkmalsähnlichkeit und Abstammung

⁴⁾ Fachwort für den Zucker: Laktose, darum heißt das Enzym Laktase

9. Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 4: Ohrläppchen in der Familie 2	10 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Reflexion des Zusammenhanges zwischen der Merkmalsähnlichkeit und Abstammung
Arbeitsauftrag 5: Zungenrollen	15 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Systematische Erfassung der Merkmale
Arbeitsauftrag 6: Zungenrollen in der Familie	10 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Systematische Erfassung des Zusammenhanges zwischen Merkmalsähnlichkeit und Abstammung
Arbeitsauftrag 7: Zungenrollen in der Familie 2	10 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Systematische Erfassung Zusammenhanges zwischen Merkmalsähnlichkeit und Abstammung
Arbeitsauftrag 8: „Steh-Auf-Gen“	20 Minuten	mittel	ab 8 Jahren	große und kleine Murmeln (jeweils 10, je nach Anzahl der Kinder), viel Platz, Arbeitsblatt	Phänotypische Merkmalsvererbung beim Menschen nachstellen
Arbeitsauftrag 9: Die Tulpe 1	15 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Auseinandersetzung mit geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung
Arbeitsauftrag 10: Die Tulpe 2	10 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Auseinandersetzung mit geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung
Arbeitsauftrag 11: Das Brutblatt	20 Minuten	mittel	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Auseinandersetzung mit geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung

Arbeitsauftrag 1: Familienfotos

Hilfsmittel:

- Fotos

Arbeitsvorgang:

Das Mitbringen der Fotos sollte den Kindern vorab als Hausaufgabe mitgegeben werden: „Bringt Fotos von eurer Familie mit (z.B. Bruder, Schwester, Mama, Papa, Oma...). Wählt Bilder, die ihr sicher wiedererkennen könnt.“

9. Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen

Je nach dem was die Kinder zur Verfügung haben kann alles mitgebracht werden: Bilder von Eltern, Geschwistern, (Ur-)Großeltern, Tanten und Onkeln, Cousinen und Cousins. Wenn alle Kinder ihre Bilder mitgebracht haben, wird folgende Instruktion gegeben: *„Legt alle Bilder von euch und euren Mitschülerinnen und Mitschülern auf den Boden und vermischt sie. Könnt ihr herausfinden, welche Familienmitglieder zu welcher Schülerin/welchem Schüler gehören? Was fällt euch auf? Spannend wird die Diskussion, wenn auch Bilder von Stiefeltern oder Stiefgeschwistern dabei sind. Hier stellt die Lehrkraft die Frage: „Wie sieht es damit Ähnlichkeiten aus?“. Allerdings darf man nicht zu klare Ergebnisse erwarten.*

Die Schülerinnen und Schüler können die Beobachtungen aufschreiben und in Kleingruppen diskutieren oder die Aufgabe auch im Klassengespräch bearbeiten. Anstatt ausgedruckter Fotos können die Fotos auch digital mitgebracht werden. Die Bilder werden dann an eine Wand projiziert und die Kinder raten alle gemeinsam, zu welcher Schülerin/welchem Schüler die Familienbilder gehören.

Das Ziel des Arbeitsauftrages ist es, die Vererbung von Merkmalen zu veranschaulichen und dabei die Kinder selbst einzubeziehen, damit sie mit dem Prinzip der Merkmalsähnlichkeit vertraut gemacht werden und den Zusammenhang zwischen Ähnlichkeit und Abstammung erkennen. 

Arbeitsauftrag 2: Eigene Ohrläppchen

Hilfsmittel:

- Ggf. ein Spiegel, Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft gibt den Schülerinnen und Schülern folgende Beobachtungsaufgabe: *„Wie viele von euren Mitschülerinnen und Mitschülern haben freihängende, wie viele angewachsene Ohrläppchen? Schreibt das Ergebnis in die Tabelle.“*

	
Angewachsene Ohrläppchen	Freihängende Ohrläppchen
Anzahl der Schülerinnen und Schüler	Anzahl der Schülerinnen und Schüler

Bei dieser Aufgabe brauchen die Schülerinnen und Schüler ggf. etwas Unterstützung bei der Einteilung. Nicht alle Ohren sind immer eindeutig zuzuordnen. Im Babyalter kann das dünne Häutchen zwischen Ohrläppchen und Kopf einreißen und so verwachsen, dass es Jahre später wie ein freihängendes Ohrläppchen wirkt. Ein Spiegel hilft den Kindern dabei, die eigenen Ohrläppchen besser kategorisieren zu können. Partnerarbeit ist aber auch möglich.

Das Ziel dieser Aufgabe ist die systematische Erfassung von Merkmalen. 

Arbeitsauftrag 3: Ohrläppchen in der Familie

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler erhalten folgende Instruktion: „*Wer in eurer Familie hat freihängende oder angewachsene Ohrläppchen? Schreibt auf.*“ Dieser Auftrag kann gut als Arbeitsauftrag für zu Hause gegeben werden.

Wenn die Kinder damit vertraut sind, kann man sie einen Stammbaum zeichnen lassen. Oder man kann diesen als Konzept neu einführen und in der Schule bearbeiten lassen.



Dieser Arbeitsauftrag hat zum Ziel, den Zusammenhang zwischen Merkmalsähnlichkeit und Abstammung systematisch zu erfassen und die Vererbbarkeit eines Merkmals zu verdeutlichen.

Arbeitsauftrag 4: Ohrläppchen in der Familie 2

Arbeitsvorgang:

Dieser Arbeitsauftrag dient dazu, die bisher angeeigneten Erkenntnisse anhand der Frage „*Unterscheiden sich eure Ohrläppchen von denen in eurer Familie? Diskutiert mit eurer Partnerin/eurem Partner was ihr rausgefunden habt.*“ zu reflektieren und diskutieren. Er kann gut zu zweit oder in einer Kleingruppe diskutiert werden.

Die Dauer der Diskussionen sowie die Gruppengröße können variiert werden. Beispielsweise können die Kinder entweder zu zweit oder in größeren Gruppen von 3-5 Kindern miteinander diskutieren.

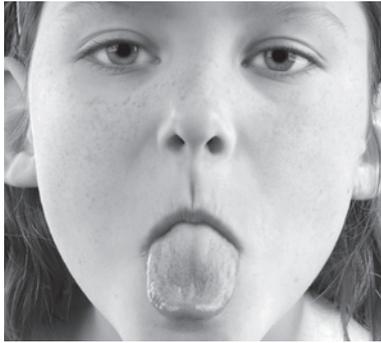
Arbeitsauftrag 5: Zungenrollen

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Kinder zeigen sich gegenseitig ihre Zungen und sollen dabei beobachten: „*Wie viele von euren Mitschülerinnen oder Mitschülern können ihre Zunge rollen und wer kann es nicht? Könnt ihr eure Zunge rollen?*“ Das Ergebnis wird in die Tabelle geschrieben.

	
Zunge gerollt	Zunge nicht gerollt
Anzahl der Schülerinnen und Schüler	Anzahl der Schülerinnen und Schüler

Diese Aufgabe soll die Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, die Verteilung einer bestimmten Merkmalsausprägung innerhalb einer Klasse zu erkennen.



Arbeitsauftrag 6: Zungenrollen in der Familie

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Den Schülerinnen und Schülern wird folgende Anweisung gegeben: „*Wer in eurer Familie kann seine Zunge rollen und wer kann es nicht? Schreibt auf!*“ Die Antworten werden in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt eingetragen. Der Auftrag kann auch gut als Aufgabe für zu Hause gegeben werden.

Kann die Zunge rollen	Kann die Zunge nicht rollen

Wenn die Kinder damit vertraut sind, könnte man sie einen Stammbaum zeichnen lassen. Oder man kann dieses als Konzept neu einführen und in der Schule bearbeiten lassen.

Arbeitsauftrag 7: Zungenrollen in der Familie 2

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft stellt den Schülerinnen und Schülern folgende Frage, die in Zweiergruppen gemeinsam diskutiert werden soll: *„Gibt es einen Unterschied zwischen euch und eurer Familie beim Zungenrollen? Hängt die Fähigkeit die Zunge zu rollen mit dem Geschlecht zusammen?“*

Die Dauer der Diskussionen sowie die Gruppengröße können variiert werden. Beispielsweise können die Kinder entweder zu zweit oder in größeren Gruppen von 3-5 Kindern miteinander diskutieren.

Das Ziel bei dieser Aufgabe ist die Reflexion und Diskussion der bisher angeeigneten Erkenntnisse.

Arbeitsauftrag 8: „Steh-Auf-Gen“

Hilfsmittel:

- große und kleine Murmeln (mindestens jeweils 10, je nach Anzahl der Kinder), viel Platz

Arbeitsvorgang:

Dieses Spiel nennt sich auch „Steh-Auf-Gen“. Die Schülerinnen und Schüler verteilen sich im Klassenzimmer in Form eines Stammbaumes, sodass immer jeweils zwei Kinder die Eltern darstellen und ein Kind die Tochtergeneration. Die Schülerinnen und Schüler in der ersten Generation erhalten je zwei Murmeln, entweder kleine oder große. Im nächsten Schritt gibt jedes Elternteil eine Murmel an die nächste Generation weiter, sodass das Kind jeweils eine Murmel von einem Elternteil erhält. Das geht immer so weiter, wobei sich jeder die Größe beider Murmeln in seinem Besitz merken muss, bevor er eine weitergibt.

Wenn alle Generationen durchgespielt wurden, setzen sich alle auf den Boden. Nun dürfen alle aufstehen, die mindestens eine große Murmel – also das „Steh-Auf-Gen“ – in ihrem Besitz hatten. Danach schließt sich folgende Frage an: *„Was beobachtet ihr? Steht ein Kind, ohne, dass seine Eltern stehen?“*

Das Ziel der Übung ist es, die phänotypische Merkmalsvererbung beim Menschen nachzustellen.

Beispielhaftes Vorgehen für das Spiel „Steh-Auf-Gen“:

Die Murmeln werden immer an die „nächste Generation“ weitergegeben. Sonst gibt es keine weitere feste Regel, d.h. viele Kombinationen der Weitergabe sind möglich. Das untenstehende Beispiel stellt daher nur eine dieser Möglichkeiten dar. Gelb = große Murmel, Grün = kleine Murmel

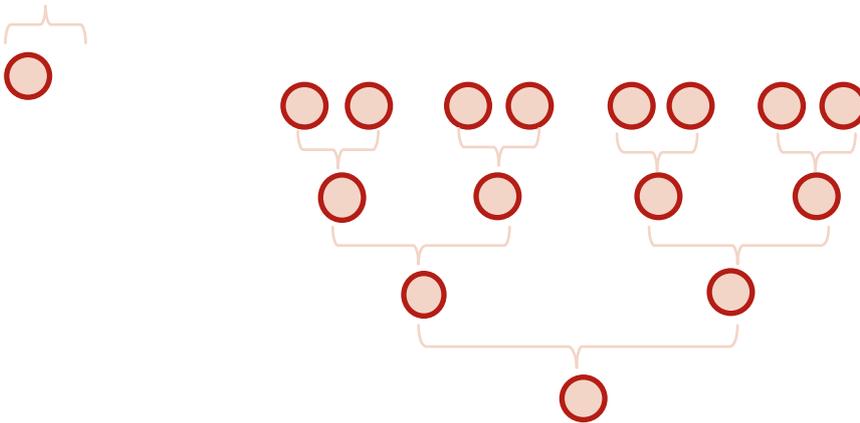


Abbildung 110: Das „Steh-Auf-Gen“

Besonders interessant wird das Spiel, wenn die Kinder der ersten Generation verschiedene Varianten von Murmeln in der Hand halten. Also mindestens ein Elternpaar hat zwei große Murmeln, mindestens ein Elternpaar hat zwei kleine Murmeln und mindestens ein Elternpaar hat eine große und eine kleine Murmel. So entstehen die verschiedensten Erbvarianten. Steht ein Kind am Ende, dann hat es eine große Murmel in der Hand gehabt. Somit muss auch mindestens ein Elternteil stehen. Als Beispiel kann gut die Mendelsche Regel zur Erklärung verwendet werden.

Das Spiel kann variiert werden. Anstelle von großen und kleinen Murmeln können auch zwei unterschiedlich farbige Kugeln oder ähnliche Gegenstände verwendet werden. Die Kinder können sich auch zur Erinnerung aufschreiben, welche Kugeln oder Materialien sie bekommen haben.



Arbeitsauftrag 9: Die Tulpe

Hilfsmittel:

- eine echte Tulpe (nur als Anschauungsbeispiel)

Arbeitsvorgang:

Tulpen wachsen jedes Jahr im Frühjahr aus Zwiebeln, die während des restlichen Jahres im Boden ruhen. Tulpen können Nachkommen erzeugen, indem sie ihre Zwiebeln während der Wachstumszeit im Frühjahr teilen. Die abgeteilten Zwiebeln, die man auch Brutzwiebeln nennt, sind etwas kleiner als die ursprüngliche Mutterzwiebel. Später (z.B. im nächsten oder übernächsten Jahr) wachsen dann zwei Pflanzen, die genetisch, also von der Erbinformation her identisch sind. Trotzdem unterscheiden sie sich.

Die Lehrkraft gibt den Schülerinnen und Schülern die Instruktion vor: „Überlegt, welche der beiden Pflanzen auf dem Bild wohl die Mutterpflanze und welches die Tochterpflanze ist. Worin unterscheiden sie sich? Warum ist das so?“ Diskutiert in Zweiergruppen.



Abbildung 111: Eine Tulpe

Lösung: Die rechte Zwiebel ist kleiner als die linke Zwiebel. Daher ist dies die Tochterpflanze. Sie ist aus einer abgeteilten Zwiebel entstanden, die man auch Brutzwiebeln nennt. Auch die Pflanze ist im ersten Jahr häufig kleiner als die Mutterpflanze, weil in der kleineren Zwiebel weniger Nährstoffe gesammelt sind.

Durch diese Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler zum Vergleich zwischen einzelnen Generationen angeregt werden.



Die Aufgaben sind sowohl für stärkere Schülerinnen und Schüler, als auch für schwächere Kinder gedacht. Die Aufträge können folgendermaßen angepasst werden: Es kann die Dauer der Diskussion und die Gruppengröße variiert werden. Entweder können die Kinder zu zweit oder in größeren Gruppen von 3-5 Kindern miteinander diskutieren. Ein Teil der Aufgaben kann durch Ausmalarbeiten ergänzt werden.

Arbeitsauftrag 10: Die Tulpe 2

Hilfsmittel:

- eine echte Tulpe (nur als Anschauungsbeispiel)

Arbeitsvorgang:

Tulpen können aber auch Samen erzeugen. Die winzig kleinen, dunklen Samen fallen, wenn sie reif sind auf die Erde, sodass neue Pflanzen aus ihnen wachsen können. Um Samen zu bilden ist es notwendig, dass eine Eizelle durch Pollen befruchtet wird. Die Eizelle liegt in der Blüte geschützt im sogenannten Stempel. Außerdem sind in der Blüte Samenfäden, auf denen sich die Pollen befinden. Bienen und andere Insekten fliegen in die Blüten um süßen Nektar zu sammeln, der sich am Boden der Blüte befindet. Dabei streifen sie Pollen von den Staubblättern ab, die auf dem Insektenkörper hängen bleiben. Fliegt das Insekt dann zu einer anderen Blüte, dann kann etwas von den Pollen auf den Stempel der zweiten Blüte gelangen und die Eizelle befruchten. Der Stempel mit der Eizelle darin ist der weibliche Teil der Blüte, die Staubbeutel mit den Pollen sind der männliche Teil der Blüte.

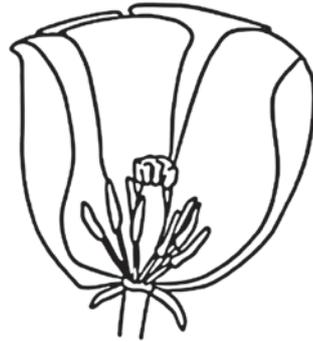


Abbildung 112: Tulpenblüte

Um die Tulpenblüte näher zu untersuchen, gibt die Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern folgende Arbeitsaufträge: *„Findet heraus, welcher Teil der aufgeschnittenen Blüte in der Abbildung der weibliche und welcher der männliche Teil ist? Überlegt mit einer Partnerin oder einem Partner, ob die Samen von der Mutterpflanze oder der Vaterpflanze gebildet werden und begründet eure Antwort.“*

Lösung: Die Samen können von jeder Tulpe gebildet werden, wenn sie durch Insekten mit Pollen befruchtet wurde. Dabei wird die Eizelle befruchtet, die von der Pflanze gebildet wurde. Für die daraus entstehenden Samen ist die Pflanze die Mutterpflanze. Da die Pflanze außerdem noch Pollen hat, kann sie zugleich auch Vaterpflanze für andere Samen sein, die sich auf einer anderen Pflanze aus einer anderen Blüte entwickeln. Die Kinder sollen durch diese Frage ins Diskutieren kommen und dabei neue Fragen entdecken und stellen. Diese offenen Fragen können dann gut in der Klasse gemeinsam besprochen und diskutiert werden.

Anmerkung: Einige Pflanzen können sich auch selbst bestäuben. Dann sind sie sozusagen zugleich Vater und Mutter der Samen. (Durch das oben beschriebene Cross-over kommt es dennoch zu einer Neukombination einzelner Gene. Der Vorgang ist für Grundschülerinnen und Grundschüler aber etwas komplex.) Selbstbestäubung kommt vor, wenn keine anderen Pflanzen zur Bestäubung zur Verfügung stehen. Selbstbestäubende Pflanzen finden sich besonders häufig auf Inseln, wenn der Wind einzelne Samen vom Festland dort hingetragen hat.



Das Ziel dieses Arbeitsauftrags ist die Auseinandersetzung mit geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung.

Die Dauer der Diskussionen und die Gruppengröße können variiert werden. Entweder können die Kinder zu zweit oder in größeren Gruppen von 3-5 Kindern miteinander diskutieren. Ein Teil der Aufgaben kann durch Ausmalarbeiten ergänzt werden.

Arbeitsauftrag 11: Das Brutblatt

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, um einen besseren Lebensbezug herzustellen kann die Pflanze „Brutblatt“ als Anschauungsmaterial dienen. Das Brutblatt vermehrt sich in sehr kurzer Zeit, wodurch die Kinder die Thematik selbst erfahren und spezifische Vorgänge beobachten können.

Die Lehrkraft gibt den Kindern folgende Instruktion: *„Lest euch die folgenden Aussagen durch! Was sagt ihr dazu? Was stimmt daran? Was nicht? Notiert eure Begründung in der Tabelle.“*

9. Genetische Informationen werden von einer Generation von Organismen

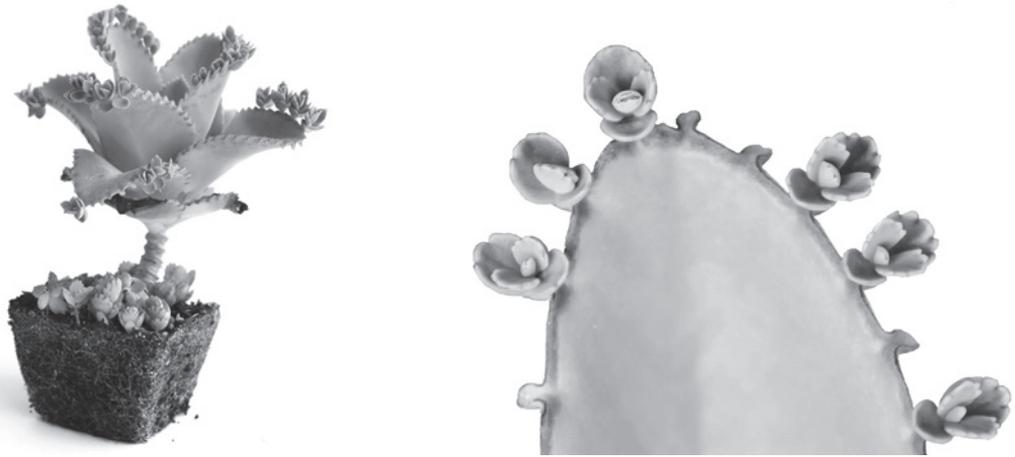


Abbildung 113: Das Brutblatt



Arbeitsvorgang:

Aussage	Was stimmt daran?	Was stimmt nicht?	Beispiele
Diese Pflanze trägt ihre Kinder am Blatt. Aus denen werden Pflanzen, die genauso aussehen.			
Genauso nicht. Sie sehen ein bisschen wie der Vater und ein bisschen wie die Mutter aus.			
Wenn man sie nicht genug gießt, sehen die Kinder anders aus.			

Die Schülerinnen und Schüler sollen durch diese Aufgabe ihre gesammelten Erkenntnisse zum Thema Vererbung diskutieren und dabei neue Fragen entdecken bzw. stellen sowie ihr Wissen einbringen. Diese offenen Fragen können dann gut in der Klasse gemeinsam besprochen und diskutiert sowie untersucht werden.

Lösungsvorschlag:

Aussage	Was stimmt daran?	Was stimmt nicht?	Beispiele
Diese Pflanze trägt ihre Kinder am Blatt. Aus denen werden Pflanzen, die genauso aussehen.	Gemäß genetischer Ausstattung sehen die Tochterpflanzen wie die Mutterpflanzen aus.	Sie müssen erst heranwachsen Ungünstige Lebensbedingungen führen zu einem anderen Aussehen.	Zu 2: Zu wenig Wasser: Kümmerwuchs, trockene Blattränder. Zu viel Sonne: Rotfärbung der Blätter
Genauso nicht. Sie sehen ein bisschen wie der Vater und ein bisschen wie die Mutter aus.	In diesem Fall gibt es keine Vaterpflanze. Für viele Pflanzen gilt aber diese Annahme. Auch die Brutblattpflanze kann Blüten und später Samen bilden. Dann gibt es auch Vater und Mutter und die Aussage stimmt.	In diesem Fall gibt es keine Vaterpflanze.	
Wenn man sie nicht genug gießt, sehen die „Kinder“ (kleine Brutblättchen am Rande) anders aus.	Siehe oben.	Wenn man die Mutterpflanze nicht gießt, entwickelt sie ähnliche durch Wassermangel hervorgerufene Merkmale.	

Es kann auch über weitere Punkte zu einem ähnlichen Thema gesprochen werden. Die Aufgabe soll einen Gedankenaustausch und eine Diskussion anregen. Diese kann auch mit anderen Fragen weitergeführt werden.