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 Bieliková, PhD.;
RNDr. Mgr. Zdeňka 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

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung

1.	ALLE MATERIE IM UNIVERSUM BESTEHT AUS SEHR KLEINEN TEILCHEN	11
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	11
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	12
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	25
2.	OBJEKTE KÖNNEN ANDERE OBJEKTE AUS DER FERNE BEEINFLUSSEN	45
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	45
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	46
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	61
3.	EINE KRAFT KANN DIE BEWEGUNG EINES OBJEKTS ÄNDERN	106
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	106
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	107
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	123
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	157
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	157
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	159
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	162
5.	DIE ZUSAMMENSETZUNG DER ERDE UND IHRER ATMOSPHÄRE SOWIE DIE DORT ABLAUFENDEN PROZESSE PRÄGEN DIE ERDOBERFLÄCHE UND DAS KLIMA	175
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	175
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	176
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	192
6.	UNSER SONNENSYSTEM ALS KLEINER TEIL EINER GALAXIE	220
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	220
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	221
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	239

Inhaltsverzeichnis

7.	**ORGANISMEN SIND AUF EINER ZELLULÄREN BASIS ORGANISIERT UND HABEN EINE BEGRENZTE LEBENSDAUER**	**259**
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	259
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	261
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	266
8.	**ORGANISMEN BRAUCHEN ENERGIE UND BESTIMMTE SUBSTANZEN ZUM LEBEN**	**276**
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	276
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	277
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	297
9.	**GENETISCHE INFORMATIONEN WERDEN VON EINER GENERATION VON ORGANISMEN AN EINE ANDERE WEITERGEGEBEN**	**316**
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	316
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	317
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	323
10.	**VORKOMMEN VON ARTEN UND DEREN VIELFALT IST DAS ERGEBNIS DER EVOLUTION**	**334**
	1 Theoretischer Teil des Kapitels	334
	2 Wissenschaftlicher Hintergrund für Lehrerinnen und Lehrer	335
	3 Methodische Leitlinien für Lehrerinnen und Lehrer	368

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 naturwissenschaftli seit geraumer Zeit Bestrebungen, die universell anwendbaren Kerninhalte des 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-

lunterrichts 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 koheräntes 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.

Theorie großer wissenschaftlicher Ideen und ISCED 1

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.

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 ausreicht, 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 Erkenntnise 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 gleitete, 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.

ALLE MATERIE IM UNIVERSUM BESTEHT AUS SEHR KLEINEN TEILCHEN

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Diese Big Idea umfasst nach dem Konzept von Wynne Harlen insbesondere das Verständnis für folgendes natürliches Phänomen: Atome sind die Bausteine aller lebenden und nicht-lebenden Materie. Das Verhalten und die Anordnung von Atomen erklären die Eigenschaften verschiedener Materialien. In chemischen Reaktionen werden Atome zu einer neuen Masse oder Substanz zusammengefügt. Jedes Atom hat einen Kern, bestehend aus Neutronen und Protonen, um den herum sich Elektronen bewegen. Die entgegengesetzten elektrischen Felder der Protonen und Elektronen ziehen sich an, halten die Atome zusammen und sind für die Bildung von Atomverbindungen unterschiedlicher Arten verantwortlich. (Harlen, 2015)

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

In der Grundschulzeit kann eine intensive Beschäftigung mit den Big Ideas stattfinden und damit die Entwicklung ihres Verständnisses gefördert werden. Bei dieser Big Idea sind die Grundschülerinnen und Grundschüler in der Lage das Phänomen in seinen Grundlagen zu verstehen, jedoch sind die Arbeitsvorgänge z.T. so komplex, so dass empfohlen wird, diese erst gegen Ende der Grundschulzeit durchzuführen. Um die Weiterentwicklung des Verständnisses dieser Big Idea zu unterstützen, sollten die Schülerinnen und Schüler sich auf folgender Ebene mit ihr auseinandersetzen: Es gibt unterschiedliche Arten, wie Substanzen miteinander verbunden werden können. Bei einigen wird durch deren Kombination eine neue Substanz, mit anderen als den ursprünglichen Eigenschaften, gebildet. Wiederum andere Substanzen mischen sich ohne eine dauerhafte Veränderung ihrer Eigenschaften und können teilweise wieder getrennt werden. Bei Raumtemperatur befinden sich Substanzen entweder im festen, im flüssigen oder im gasförmigen Zustand. Dieser Zustand kann bei vielen Substanzen durch Erwärmen oder Abkühlen verändert werden. Wenn ein Feststoff schmilzt oder eine Flüssigkeit verdampft ändert sich dadurch die Menge der Materie aber nicht. (Harlen, 2015)

Schlüsselwörter:

Atom

Molekül

chemische Bindung

Änderungen im Aggregatzustand

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Wir beobachten und untersuchen Substanzen

Verdampfung

Verdampfung ist ein Prozess, durch den eine Substanz vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht. **Er beschreibt das Austreten von Molekülen aus der flüssigen in die gasförmige Phase.** Die Moleküle in der Flüssigkeit bewegen sich frei und ungeordnet. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit treten sie aus der Oberfläche der Flüssigkeit heraus. **Dieser Vorgang wird Verdampfung genannt.** Verschiedene Flüssigkeiten verdampfen unter gleichen Bedingungen unterschiedlich schnell. Azeton verdampft sehr schnell, Alkohol (Äthanol) etwas langsamer und am langsamsten Wasser. **Flüssigkeiten, die schnell verdampfen, werden als flüchtige Stoffe bezeichnet.** Ab wann eine Substanz vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht, hängt vom Siedepunkt der Flüssigkeit ab. Der Siedepunkt von Azeton liegt bei 56 °C, der von Äthanol bei 78 °C und der von Wasser bei 100 °C. Die verdampfende Flüssigkeit nimmt die Wärme ihrer Umgebung auf und kühlt sie dadurch ab.

Die Schülerinnen und Schüler werden schrittweise mit dem Einstieg in einzelne Aufgaben vertraut gemacht. Sie formulieren zunächst ihre Einschätzung über den Prozess und die Ergebnisse des Experiments und schreiben diese in die vorbereitete Tabelle im Arbeitsblatt auf. Dann überprüfen sie gemäß den Anweisungen der Lehrerin/des Lehrers ihre Schlussfolgerungen mit den einzelnen Versuchen. Die Lehrerin/der Lehrer bittet die Schülerinnen und Schüler, sich in Arbeitsgruppen aufzuteilen. Ideale Gruppen bestehen aus zwei bis vier Schülerinnen und Schüler.

2.2 Wasser ist nicht nur zum Trinken da

Im Winter sind wir oft mit Glatteis und Frost konfrontiert. Da stellt sich die Frage, wie können wir Eis effektiv loswerden? Am häufigsten werden dazu Kies und Streusalz verwendet. Streusalz ist eine chemische Verbindung, die als Natriumchlorid bezeichnet wird und deren Formel NaCl ist. Das herkömmliche Streusalz ist chemisch keine reine Substanz, sondern enthält oft zusätzliche Inhaltsstoffe. Am häufigsten wird Calciumchlorid, welches die Formel $CaCl_2$ hat, zu Natriumchlorid hinzugefügt.

Substanzen in festem Zustand

Im Festkörper liegen die Moleküle der Substanzen nahe beieinander, ihre gegenseitige Anziehung ist stärker, als die in Flüssigkeiten und Gasen. Feststoffe haben eine regelmäßige innere Anordnung – Wassermoleküle in Form von Eis oder Schneeflocken sind in einem kristallinen Gitter angeordnet. Bei einer Temperatur unter/bis zu 0 °C liegt Wasser in einem festen Zustand vor.

Wenn Wasser im festen Zustand (Eis/Schnee) Salz hinzugefügt wird, ändern sich die intermolekularen Kräfte: Die Kräfte zwischen den Molekülen werden schwächer und wir beobachten, dass das Eis bei einer niedrigeren Temperatur als 0 °C zu schmelzen beginnt. **Dies verringert die Kräfte zwischen den Molekülen und das Eis geht vom festen in den flüssigen Zustand (Wasser) über.**

Salz

Die Salzwasserlösung hat einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Wasser selbst. Reines Wasser schmilzt und gefriert bei ca. 0 °C. Wasser mit Salz, also Salzlösung, schmilzt bei einer viel niedrigeren Temperatur von bis zu −21,2 °C. Da der Gefrierpunkt der resultierenden Lösung viel niedriger ist, bleibt die Lösung selbst bei Temperaturen unter 0 °C flüssig. Die Temperatur hängt von der Konzentration der Lösung ab. Wenn die richtige Menge an Salz, also die richtige Konzentration erreicht wird, löst das Salz immer weitere Wassermoleküle bis sich das gesamte Eis aufgelöst hat. Je niederer die Temperaturen, desto mehr Salz wird benötigt. Daher ist es bei zu niedrigen Außentemperaturen nicht

sinnvoll, zur Straßenbehandlung Salz zu verwenden. Aus praktischen Gründen ist Salz für den Straßenverkehr auf eine Außentemperatur von etwa bis zu −7 °C beschränkt.

Ein weiteres sehr interessantes **Merkmal von Flüssigkeiten ist die Bildung der Oberflächenspannung**. Wenn wir eine feine Nadel oder eine Rasierklinge vorsichtig auf die freie Oberfläche des Wassers legen, stellen wir fest, dass sich die Oberfläche der Flüssigkeit leicht verbiegt. **Die abgelagerten Gegenstände sinken nicht, obwohl die Dichte der Gegenstände größer ist, als die Dichte des Wassers.** Auch in der Natur findet sich dieses Phänomen.

- Gerridae (Wasserläufer) bewegen sich auf dem Wasserspiegel, obwohl die Dichte ihres Körpers höher ist. Wenn sich der Wasserläufer weg bewegt, verschwindet die Biegung der Flüssigkeit an dieser Stelle wieder.
- Der Tropfen, der am Ende des Wasserhahns auftritt, nimmt allmählich zu, dann bildet sich ein Hals und der Tropfen bricht. Der Tropfen erscheint uns als kleiner, elastischer, gefüllter Ballon.

Die obigen Beispiele zeigen, dass sich die frei liegende Oberfläche der Flüssigkeit ähnlich wie eine dünne flexible Haut verhält. Um die Eigenschaften der Flüssigkeitsoberfläche zu erklären, müssen wir die Wirkung zwischen den flüssigen Molekülen berücksichtigen.

Die Moleküle der Flüssigkeit interagieren durch anziehende Kräfte miteinander. An der Oberfläche der Flüssigkeit ist die resultierende Kraft, die auf die Flüssigkeitsmoleküle wirkt, parallel zur freien Oberfläche der Flüssigkeit, so dass die Moleküle in die Flüssigkeit gezogen werden. Dabei wirken Gasmoleküle oberhalb des freien Flüssigkeitsniveaus auch auf die flüssigen Moleküle auf der freien Oberfläche. Die Anzahl der Gasmoleküle ist erheblich geringer und daher ist ihre Kraftwirkung wesentlich schwächer. Die Kraft, mit der Moleküle z.B. einer fremden Substanz in die Flüssigkeit gezogen werden, **kann durch die Temperatur der Flüssigkeit oder den Zusatz von oberflächenaktiven Mitteln beeinflusst werden**.

Ein weiteres sehr interessantes **Merkmal von Flüssigkeiten ist die Bildung der Oberflächenspannung**. Wenn wir eine feine Nadel oder eine Rasierklinge vorsichtig auf die freie Oberfläche des Wassers legen, stellen wir fest, dass sich die Oberfläche der Flüssigkeit leicht verbiegt. **Die abgelagerten Gegenstände sinken nicht, obwohl die Dichte der Gegenstände größer ist, als die Dichte des Wassers.** Auch in der Natur findet sich dieses Phänomen.

Oberflächen-
-spannung

Im Allgemeinen ist die Bewegung der Moleküle umso schneller, je höher die Temperatur der Flüssigkeit ist. Die Kraft, die zwischen den Molekülen wirkt, ist dann aber geringer. Oberflächenaktive Mittel beeinflussen die Kräfte zwischen den Molekülen auch. Nach der Zugabe eines oberflächenaktiven Mittels, z. B. Reinigungsmittel, zu Wasser, verringert sich die Kraft zwischen den Molekülen. Somit verringert sich auch die Festigkeit der Oberflächenschicht des Wassers. Dieses Phänomen findet beim Waschen oder Geschirrspülen Anwendung.

Wassermoleküle, die sich an der Behälter- und Flüssigkeitsgrenzfläche befinden, werden stärker an den Behälter herangezogen. Es ergibt sich eine Krümmung der freien Oberfläche der Flüssigkeit. Die halbmondartige Wölbung des Wasserstandes im Behälter nennt man Meniskus.

Wenn wir sehr bedächtig, kleine Gegenstände allmählich ins Wasser geben, z. B. Büroklammern oder Münzen, wird ein Flüssigkeitsvolumen verdrängt, das dem Volumen des Objekts entspricht. In einem mit Wasser randvoll befüllten Behältnis kann man so die Oberflächenspannung erfahrbar machen. Das Volumen des Gegenstandes im Wasser dehnt nun die Oberflächenschicht der Flüssigkeit aus und diese beginnt sich nach oben zu

falten. Wir können Gegenstände, wie z.B. Münzen, so lang in das Behältnis geben, bis die durch die verdrängte Flüssigkeit gedehnte Zugspannung der Oberflächenhaut den Oberflächenspannungswert der Flüssigkeit übersteigt und die Oberflächenbeschichtung reißt, so dass die Flüssigkeit über den Rand des Behältnisses fließt.

2.3 Die Luft um uns herum

Atmosphäre

Unsere Erde ist umgeben von einer massiven Luftschicht, der Atmosphäre, die sich über mehrere tausend Kilometer der Erdoberfläche erstreckt. **Die Zusammensetzung der Atmosphäre hängt von der Höhe über der Erdoberfläche ab. Für unser Leben ist die unterste Schicht der Atmosphäre, die Troposphäre, wichtig**, die sich etwa bis zu 7 km (mancherorts sogar bis zu 17 km) oberhalb der Erdoberfläche erstreckt. **Die Troposphäre ist der dickste Teil der Atmosphäre.** Wenn die Höhe über der Erdoberfläche steigt, nimmt die Dichte der Luft in der Atmosphäre zu. Die Dichte der trockenen Luft am Boden und bei 20 °C beträgt 1,2047, entsprechend 1,2 g pro Liter Luft. Dadurch, dass von der Erde Zugkraft ausgeht, werden alle atmosphärischen Teilchen, trotz ihrer Entfernung, von der Erdoberfläche angezogen. Auf diese Weise ist die gesamte Atmosphäre mit der Erde verbunden. Das Ergebnis dieses Phänomens ist die **atmosphärische Druckkraft**.

Atmosphärischer Druck

Der atmosphärische Druck wirkt auf der gesamten Erdoberfläche und auf alle Körper der Erde – auch auf uns. Wenn der atmosphärische Druck abnimmt, dehnen sich elastische, gashaltige Körper aus. Wenn im Gegensatz dazu der atmosphärische Druck erhöht wird, kommt es zu einer Verformung elastischer, gashaltiger Körper und zu einer Verringerung des Volumens. Dieses Phänomen kann mit Hilfe einer Spritze und eines Marshmallows, der darin platziert wird, veranschaulicht werden. Wird die Öffnung der Spritze mit dem Daumen verschlossen und der Kolben der Spritze gedrückt, so erhöht sich der Luftdruck auf den Marshmallow. Der Druck in der Spritze ist jetzt höher als der normale atmosphärische Druck. Die Süßigkeit wird durch den erhöhten Luftdruck verformt. Dies führt zu einer Verringerung ihres Volumens.
Um die Wirkung eines niedrigeren Drucks zu zeigen, kann man ähnlich vorgehen. Der Kolben der Spritze sollte sich so nah am Marshmallow befinden, wie möglich, ohne diesen zu zerdrücken. Jetzt wird die Öffnung der Spritze verschlossen und der Kolben herausgezogen. In der Spritze entsteht jetzt ein niedrigerer Druck (Unterdruck) als der normale atmosphärische Druck. Die Gase im Inneren der Spritze können sich ausdehnen und so erhöht auch die Süßigkeit ihr Volumen.
Welche Bestandteile sind also in der Luft enthalten? Im für uns wichtigen Teil der Atmosphäre, der Troposphäre, sind etwa 78% Stickstoff (N_2), 21% Sauerstoff (O_2), 0,9% Argon (Ar), 0,03% Kohlendioxid (CO_2) und andere Gase enthalten.

Sauerstoff

Sauerstoff (sein chemisches Elementsymbol lautet O, die griechisch-lateinische Bezeichnung ist Oxygenium) ist ein gasförmiges Element, das **den zweitgrößten Bestandteil der Erdatmosphäre bildet**. Sauerstoff ist ein farbloses Gas ohne Geschmack und Geruch, das als **Endprodukt der Pflanzen-Photosynthese** entsteht. In der Luft tritt Sauerstoff als Doppelmolekül-O_2 oder als Drei-Atom-Molekül O_3 auf. Letzteres wird als Ozon bezeichnet. Sauerstoff ist ein biogenes Element. **Sein Vorhandensein ist für die Existenz der meisten lebenden Organismen auf unserem Planeten unerlässlich.** Sauerstoff löst sich in Wasser auf und kann als starkes Oxidationsmittel verwendet werden.

Im 15. Jahrhundert untersuchte Leonardo da Vinci die Eigenschaften der Luft und fand heraus, dass einer ihrer Bestandteile die Verbrennung unterstützt. Heute wissen wir, dass es der Sauerstoff ist. **Erstmals wurde Sauerstoff in Studien von Carl. Wilhelm Scheele entdeckt und „die feurige Luft" genannt.** Er veröffentlichte seine Entdeckung jedoch nicht sofort, so dass **Joseph Priestley**, der den Sauerstoff zwei Jahre später ebenfalls entdeckte, dies jedoch noch im selben Jahr publizierte, **heute als Entdecker des Sauerstoffs betrachtet wird**.

Sauerstoff und Brennen

Der Bedarf an Sauerstoff während der Verbrennung und somit die Sauerstoffbeständigkeit selbst wird durch einfache Versuche greifbarer. Wir brauchen einen Becher oder ein Glas, ein Teelicht, Streichhölzer, eine Schüssel oder einen Teller und Wasser aus dem Wasserhahn. Wir füllen den Teller mit Wasser und setzen die Kerze hinein. Das Paraffin, aus dem die Kerze hergestellt wird, hat eine geringere Dichte als Wasser. Wenn wir die Kerze vorsichtig auf die Wasseroberfläche stellen, sinkt sie nicht. Wenn die Kerze mit einem Becher oder Glas bedeckt wird, ist zu erkennen, dass der Wasserstand im Becher niedriger ist als der Wasserstand im Teller.

Die Flamme der Kerze erwärmt die Luft im Becher und die Luft dehnt sich aus. Wir können sehen, dass Luftblasen aus dem Becher entweichen. Zum Verbrennen des Paraffins wird der Sauerstoff im Becherglas benötigt. Wenn der gesamte Sauerstoff verbraucht ist, erlischt die Flamme. Die erwärmte Luft kühlt sich ab. Da kalte Luft eine höhere Dichte hat als warme Luft, nimmt das Luftvolumen ab und das Wasser wird in das Becherglas gesogen. Am Ende des Versuchs hat das Wasser im Becher einen höheren Stand als das Wasser im Teller. **Das Feuer wird durch die fehlende Verfügbarkeit von Sauerstoff zum brennenden Gegenstand gelöscht.**

Kohlendioxid

Kohlendioxid (CO_2) ist ein **gasförmiges Molekül, das durch die Kombination von einem Kohlenstoffatom und zwei Sauerstoffatomen gebildet wird. Kohlendioxid ist ein farbloses Gas, ohne Geschmack und Geruch**. Es bildet sich bei der Atmung. Es gelangt auch bei der Verbrennung von Kohle, Holz und anderen organischen Stoffen, sowie bei der Fermentation, als Gas in die Atmosphäre.

Kohlendioxid ist ein nicht brennbares Gas, hat eine höhere Dichte als Luft und bleibt daher am Boden. Diesen Eigenschaften von Kohlendioxid sind sich Weinproduzenten bewusst. Weinbauer stellen in dem Raum, in dem sie Wein herstellen, z. B. junge Weine, eine brennende Kerze auf, die sie auf einer niedrigeren Höhe platzieren als der, auf welcher sie atmen. Eine erlöschende Kerze ist eine Warnung, dass die Kohlendioxidkonzentration zu hoch ist und der Raum verlassen werden muss, sonst droht die Gefahr zu ersticken.

Im Labor wird Kohlendioxid üblicherweise durch eine **Reaktion von Carbonaten mit Salzsäure** (Reaktionsschema 1) oder durch eine **Reaktion von Speisesoda mit Essig** (Reaktionsschema 2) in der Gasentwicklungsapparatur (Abbildung 1) hergestellt.

Reaktionsschema 1: *Reaktion von Calciumcarbonat mit Salzsäure*
$CaCO_3 + 2\ HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

Reaktionsschema 2: *Reaktion von Speisesoda (Natriumbicarbonat) mit Essig (Essigsäure)*
$NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$

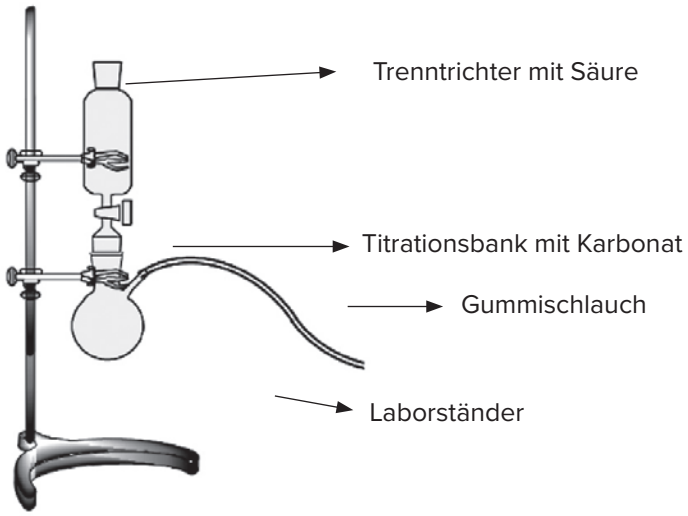


Abbildung 1: Gasentwicklungsapparatur
(Quelle: http://chemicke-pokusy-pro-gymnazia.webnode.cz/priprava-kysliku-a-vodiku/)

Die fehlende Entflammbarkeit von Kohlendioxid und seine höhere Dichte im Vergleich zu Luft, kann durch ein einfaches Experiment mit vier unterschiedlich hohen Kerzen veranschaulicht werden. Wir setzen die Kerzen in einen luftdicht verschließbaren Behälter und leiten Kohlendioxid aus dem Gasentwicklungsapparat (Abbildung 1) ein. **Die kürzeste Kerze geht zuerst aus. Die längste Kerze brennt am längsten. Die Eigenschaft von Kohlendioxid nicht brennbar zu sein, wird bei der Löschung von Bränden nutzbar gemacht.** Kohlendioxid wird als Feuerlöschmittel in Kleinlöschgeräten verwendet. Diese Feuerlöscher dürfen nur in gut belüfteten Räumen verwendet werden. Kohlendioxid kann durch eine chemische Reaktion mit Kalkwasser erzeugt werden. Kalkwasser ist eine klare Suspension von in Wasser fein verteiltem Calciumhydroxid (Achtung dieser Stoff ist ätzend!). Beim Sprudeln mit Kohlendioxid bildet Kalkwasser einen weißen Niederschlag von Calciumcarbonat (Reaktionsschema 3).

Reaktionsschema 3: *Reaktion von Kalkwasser mit Kohlendioxid*

$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

In der Luft, die ausgeatmet wird, ist der Sauerstoffgehalt von 21% auf etwa 17% reduziert, jedoch der Kohlendioxidgehalt von 0,03% auf 4% erhöht. Darüber hinaus ist die Konzentration des Wasserdampfes beim Ausatmen erhöht. Der enthaltene Wasserdampf wird beim Atmen gegen ein kaltes Objekt, z. B. einem Taschenspiegel oder Glas, sichtbar. Die Menge an Stickstoff bleibt beim Ein- und Ausatmen konstant. Im Kalkwasser kann das Kohlendioxid der Atemluft beim Ausatmen sichtbar werden (Reaktionsschema 3). Für jüngere Schülerinnen und Schüler muss die Lehrkraft den Versuch durchführen. Bei etwas älteren Schülerinnen und Schülern können diese den Versuch unter guter Aufsicht und mit Warnhinweisen durchführen.

2.4 Metalle in unserem Leben

Metalle sind die am weitesten verbreiteten Elemente der Erde. Im Periodensystem der Elemente gibt es nur 25 Halbmetalle und Nichtmetalle unter den 118 bekannten Elementen. Alle anderen Elemente sind Metalle. Es wird angenommen, dass neu erfundene oder künstlich hergestellte Elemente auch Metalle sein werden. Metalle kommen in der Natur am häufigsten in Form von Oxiden, Sulfiden und Salzen vor. Schwermetalle kommen in der Natur auch als reine Metalle vor. **Metalle sind typischerweise elektropositive Elemente, das heißt, sie spalten leicht Elektronen und wirken in Verbindungen als Kationen**.

Metalle sind Festkörper mit einer regelmäßigen Anordnung der Atome. Die Ausnahme stellt Quecksilber dar, das bei normaler Temperatur und normalem (atmosphärischem) Druck flüssig ist. Metalle haben eine silbrig glänzende Farbe – mit Ausnahme von rotbraunem Kupfer und gelbem Gold. Alle Metalle sind elektrisch leitfähig, form- und dehnbar – mit ihnen können sehr dünne Bleche produziert werden.

Metalldichte

Die Dichte (physikalische Größe, die dem Anteil des Gewichts des Körpers im Verhältnis zu seinem Volumen ausdrückt) der Metalle variiert und hängt von der inneren Konfiguration ab. **Der Dichtewert von Metalllegierungen liegt immer zwischen den Werten der beteiligten reinen Metallen und hängt vom Verhältnis der Metalle in der Legierung ab.** Beispiele für Dichten von reinen Metallen sind in Tabelle 1 gezeigt. Die Legierungsdichten und ihre Zusammensetzung sind in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 1: Metalldichten

Reines Metall	Dichte
Eisen	7.800
Kupfer	8.960
Zinn	7.260
Aluminium	2.700

Tabelle 2: Zusammensetzung von Legierungen und deren Dichte

Legierung	Zusammensetzung	Dichte
Messing	Kupfer (70%) + Zinn (30%)	8.400
Edelstahl	Eisen + Chrom	8.000
Duralumin	Aluminium (96%) + Kupfer (4%)	2.800

Metalllegierungen

Eine Metalllegierung ist eine **Mischung von Metallen, die durch Schmelzen des Metalls mit anderen Metallen, Elementen oder Verbindungen hergestellt werden**. Entsprechend der Anzahl der Komponenten werden Legierungen in **binäre** Legierungen – sie enthalten zwei Komponenten, **ternäre** – bestehend aus drei Komponenten und **quaternäre** – vierkomponentige Legierung unterteilt. **Die erste historisch bedeutsame Metalllegierung war Bronze.** Seine Eigenschaften wurden schon vor Urzeiten entdeckt. **Die Entdeckung von Bronze bedeutete große technologische Fortschritte bei der Herstellung von Werkzeugen, Waffen und Ornamenten.** Im Gegensatz zu reinen Metallen hat Bronze – das aus Kupfer und Zinn produziert wird – einen höheren Härtegrad. Seine Bedeutung für den Menschen zeigt sich auch darin, dass nach ihr eine Epoche der Menschheitsgeschichte benannt wurde – die **Bronzezeit**. Metalllegierungen werden aufgrund von Eigenschaften, die reine Metalle nicht aufweisen, hergestellt. **Das gezielte Hinzufügen von Elementen zu Metall wird Legieren genannt.** Zum Beispiel wird Stahl mit Chrom legiert. Der produzierte Stahl ist korrosionsbeständig und wird zur Herstellung von Auspuffrohren, Besteck und Kochtöpfen verwendet.

Magnetische Eigenschaften von Metallen

Die magnetischen Eigenschaften von Metallen sind durch eine parallele Ausrichtung der Atome (Elementarmagnet) bedingt. Bewegte Elektronen bilden um sich herum elementare Magnetfelder. Aus den Elementarmagneten der Atome resultiert ein Magnetfeld und somit die magnetischen Eigenschaften der Substanz. Sogenannte **diamagnetische Substanzen** bilden entgegengesetzte Magnetfelder zu externen Magneten. So werden Elektronen gestört werden. **Diamagnetische Substanzen schwächen das Magnetfeld, in das sie eingeführt werden.** Diamagnetische Metalle sind Gold, Silber, Kupfer und Wismut.

Bei **paramagnetischen Substanzen** sind elementare Magnetfelder so angeordnet, dass die **Substanzen das Magnetfeld, in das sie eingefügt werden, sehr schwach verstärken**. Äußerlich verhalten sie sich wie sehr schwache Magnete. Außerhalb des externen Magnetfelds ordnen sich die Atome nicht so an, dass die Substanz das Magnetfeld noch verstärkt. Zu den paramagnetischen Metallen gehören zum Beispiel Aluminium, Zinn und Chrom. Um zwischen paramagnetischen und diamagnetischen Substanzen zu unterscheiden, verwenden wir Messverfahren, die auf magnetischer Induktion mittels einer Spule basieren, Magnetfeldkraftmessung oder auf magnetischem Material basierende Verfahren in Gegenwart eines Magnetfelds.

Ferromagnetische Substanzen haben Atome, die ähnlich wie paramagnetische Substanzen angeordnet sind. Im Gegensatz zu paramagnetischen Substanzen sind die Atome ferromagnetischer Substanzen in kleinen Bereichen, die magnetisch übereinstimmen, angeordnet. **Die Substanzen verstärken das Magnetfeld, in das sie eingeführt werden und werden stark im Feld angezogen.** Diese Kraft ist bereits groß genug, um sie wahrzunehmen. Ferromagnetische Substanzen sind Eisen, Kobalt, Nickel und deren Legierungen. Die magnetischen Eigenschaften von Metallen und Metalllegierungen werden bei

der Herstellung von Elektromagneten, Relais, Induktionskochern und Geschirr verwendet, früher auch bei der Herstellung von Tonbandgeräten.

Reihenfolge der Metallreaktivität

Metalle sind nicht nur durch Luft-, Temperaturänderungen, sondern auch durch verschiedene wässrige Lösungen beeinflussbar. Chemiker untersuchten die Eigenschaften reiner Metalle und kamen zu dem Schluss, dass die Beständigkeit gegenüber flüssigen Umgebungen von der Fähigkeit abhängt, Kationen leicht oder weniger leicht zu bilden. Dementsprechend werden Metalle in der **Reihenfolge ihrer Reaktivität** aufgelistet (Abbildung 2), indem die Metalle beginnend mit den reaktivsten – den am leichtesten zu aktivierenden Kationen – hin zu den weniger reaktiven geordnet werden. Metalle, die chemisch stabil sind, wie – Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold – werden **Edelmetalle** genannt. In der Reihenfolge der Reaktivität sind sie kursiv angegeben. **Metalle, die als nicht edle bezeichnet werden** und leicht mit anderen Stoffen reagieren, liegen in der Reihenfolge der Reaktivität auf der linken Seite. Je weiter ein Metall sich in der Reihenfolge auf der linken Seite befindet, desto schneller reagiert es.

Abbildung 2: Reihenfolge der Metallreaktivität

Kalium (K) > Calcium (Ca) > Natrium (Na) > Magnesium (Mg) > Aluminium (Al) > Zink (Zn) > Eisen (Fe) > Zinn (Sn) > Blei (Pb) > *Kupfer (Cu)* > *Quecksilber (Hg)* > *Silber (Ag)* > *Gold (Au)*

In der Reaktion eines Nichtedelmetalls mit Säure wird **gasförmiger Wasserstoff** erzeugt. Er kann zum Teil in Form von Blasen sichtbar sein und wird mit dem Metallsalz des entsprechenden Metalls durch die Säure freigesetzt (Reaktionsschema 4, 5, 6). Das Halbedelmetall Kupfer reagiert nicht mit der Säure und bildet keinen Wasserstoff (Reaktionsschema 7). Der Nachweis von Wasserstoff kann durchgeführt werden, indem der Wasserstoff in einem umgedrehten Reagenzglas aufgefangen und über einem gezündeten Kolben befestigt wird (Knallgasprobe). Dieses Experiment darf nur von der Lehrkraft, unter Aufsicht und mit Vorsicht durchgeführt werden!

Reaktionsschema 4: *Reaktion von Salzsäure mit Zink*

$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

Reaktionsschema 5: *Reaktion von Salzsäure mit Eisen*

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

Reaktionsschema 6: *Reaktion von Salzsäure mit Aluminium*

$2Al + 6HCl \rightarrow 2Al \rightarrow Cl_3 + 3H_2$

Reaktionsschema 7: *Reaktion von Salzsäure mit Kupfer*

$Cu + HCl \rightarrow$ nereaguje

Korrosion

Die Beständigkeit von Metallen gegen Störungen oder Korrosion hängt nicht von der Edelheit des Metalls ab. Der Aluminiumoxidfilm wird auf der Aluminiumoberfläche selbst erzeugt. Im Gegensatz zu Eisen ist die Schicht robuster und schützt das Metall. Wir sagen, dass Passivierung auftritt. Wenn wir Aluminium für chemische Reaktionen verwenden, muss diese Schicht entfernt werden. Das Entfernen des Aluminiumoxids von der Oberfläche kann mechanisch erfolgen, z. B. mit Schleifpapier. Produkte aus Kupfer oder seinen Legierungen sind mit einer grünen Beschichtung bedeckt – einem Edelrost, der durch die Oberfläche des Kupfers geht. Zink ist an seiner Oberfläche mit einer Zinkoxidschicht bedeckt, die sie vor schwachen wässrigen Lösungen schützt. **Rost oder Eisenkorrosion wird durch Kontakt mit feuchter Luft oder wässrigen Lösungen verursacht.** An der Eisenoberfläche bildet sich eine unebene poröse Schicht – Rost, der hauptsächlich Eisenoxid (mit typisch rostiger Farbe) enthält. Diese Metalloxidschicht schützt das Metall

nicht (wie bei Zinkoxid), sondern sie löst sich immer mehr ab. Die Korrosion setzt sich rasch fort. Daher sollten Eisenartikel, die Luftfeuchtigkeit und wässrigen Lösungen (z. B. Regen) ausgesetzt sind, durch eine wasserabweisende Beschichtung geschützt oder mit einer widerstandsfähigen Metallbeschichtung versehen werden. Am häufigsten wird eine **galvanische Beschichtung oder Galvanisierung** verwendet.

2.5 Licht

Licht ist eines der grundlegendsten Phänomene, mit dem die Menschheit seit jeher beschäftigt. **Die Sonne ist die primäre und wichtigste Lichtquelle auf der Erde.** Andere übliche Lichtquellen, die in der Geschichte unseres Planeten in Erscheinung treten, werden zum Beispiel durch verschiedene exotherme chemische Reaktionen etwa einer Verbrennung oder physikalisch durch Energiefreisetzung und damit verbunden der Emission von Licht (Entladung, geothermische Phänomene und andere) hervorgerufen.

Theorien des Verstehens des Lichtbegriffs

Obwohl das Licht für das Leben auf der Erde enorm wichtig und absolut essentiell ist, fiel es lange Zeit schwer, eine begreifbare Erklärung für dieses Phänomen zu finden. **Ein physikalisch genaues Verständnis des Begriffs Licht ist bis heute sehr schwierig. Philosophinnen/Philosophen und Wissenschaftlerinnen/Wissenschaftler haben schon immer versucht, das Phänomen Licht zu beschreiben und zu charakterisieren.** Der antike griechische Philosoph Platon glaubte, dass das menschliche Auge die aktive Lichtquelle ist. Dieselbe Ansicht, dass sich das Licht von den Augen her ausbreitet, vertrat der Mathematiker und Geometer Euklid. Dieses ziemlich weit rezipierte Konzept stößt jedoch auf den Widerspruch: „warum wir in diesem Fall nicht in Dunkelheit sehen können". Der Atomist Demokrit geht gemäß seiner Vorstellung, dass alle Dinge der Welt aus sehr kleinen Teilchen und weiteren unteilbaren Atomen bestehen, davon aus, dass auch Licht ein Fluss von Teilchen ist, der von jedem sichtbaren Objekt durchgelassen wird. Eine andere Ansicht vertritt der Philosoph Aristoteles, dessen umfangreiches enzyklopädisches Werk die Grundlagen vieler Wissenschaften darstellt und der nicht nur in der Antike, sondern auch im gesamten Mittelalter eine grundlegende Autorität war. Er stimmte mit der atomistischen Ansicht nicht überein und ist davon ausgegangen, dass das Licht selbst kein Körper ist oder von keinem Körper emittiert wird, sondern dass es sich ähnlich den Wellen auf dem Wasser verbreitet. Es ist sehr interessant, dass **schon im antiken Griechenland die zwei grundlegenden Konzepte der Lichtinterpretation erscheinen**, d. h. **die Korpuskular-(Teilchen-) Theorie** von Demokrit und die **Wellentheorie** von Aristoteles. Wir werden auf diese beiden Theorien noch einmal zurückkommen.

Newton und Licht

Die Denkweise der Neuzeit, die bei den modernen Naturwissenschaften und der Physik ihren Anfang nimmt, schreibt das Konzept des Lichts um. **Die detaillierten Eigenschaften des Lichts wurden insbesondere von dem englischen Philosophen, Naturforscher, Physiker und Mathematiker Isaac Newton** in seiner Werk *Opticks, or a treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light* (abgekürzt – Optik), 1704 veröffentlicht. Newton geht in seinem Werk davon aus, dass Licht ein Strom sehr kleiner Teilchen ist, die sich von den leuchtenden Körpern her ausbreiten. Er **erklärt** auf dieser Basis **die Phänomene geometrischer Optiken wie Reflexion, Bruch und Zersetzung von Licht**. Die Newtonsche Partikeltheorie des Lichts konnte jedoch nicht alle beobachteten optischen Phänomene wie Lichtinterferenz, Lichtbeugung oder Polarisation richtig erklären.

Wellentheorie des Lichts

Parallel zur Newtonschen Korpuskular- (Teilchen-) Theorie **taucht auch die Wellentheorie des Lichts auf**. Ihr Autor ist der **niederländische Physiker, Mathematiker und Astronom Christiaan Huygens. Er beschrieb das Licht 1678 als Wellenbewegung und erklärte durch seine Wellentheorie des Lichts die meisten seiner spezifischen Eigenschaften**. Er führte das ätherische Konzept (Aithér) wieder ein. Der Begriff Äther bezeichnet hypothetisch allgegenwärtige Wellen, die sich durch gewöhnliche Materie hindurch ausbreiten. Später, im 19. Jahrhundert, wurde angenommen, dass sich andere Arten neu entdeckter elektromagnetischer Wellen im Äther ausbreiten.

Elektromagnetische Wellen

Die elektromagnetische Wellenbewegung steht in engem Zusammenhang mit der Arbeit des **schottischen Physikers James Clark Maxwell**, der im 19. Jahrhundert den **Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus beschrieb**. In den vier Maxwell-Grundgleichungen ist **Licht nur eine Art elektromagnetischer Strahlung**. Diese hat einen sehr engen Wellenlängenbereich. Das Licht hat eine Wellenlänge von ungefähr 400 nm bis 760 nm; elektromagnetische Strahlung kann im Allgemeinen eine Wellenlänge von 10 – 12 m (Gammastrahlung) bis zu 103 m (lange Funkwellen) haben. Die Maxwell-Gleichungen zeigen auch, dass kein Äther erforderlich ist, um Licht zu verbreiten, da sich Licht sowohl im Vakuum als auch in der Stoffumgebung ausbreiten kann.

Photoelektrisches Phänomen

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde ein photoelektrisches Phänomen entdeckt, dessen experimentelle Manifestationen keineswegs das von Maxwells Theorie der elektromagnetischen Strahlung vorhergesagte Lichtverhalten erkennen ließ. Überraschenderweise erklärte Albert Einstein 1905 das Phänomen auf der Grundlage der Korpuskular- (Teilchen-) Theorie des Lichts, welche damals als völlig überwunden galt. **In einer neuen Variante dieser Theorie können die Teilchen – sogenannte Lichtphotonen – nur mit einer genau definierten Energie als Energiequanten existieren. Photonen sind spezielle Teilchen, die im Ruhezustand nicht existieren können und sich ständig mit Lichtgeschwindigkeit bewegen (c = 3 · 108 m/s im Vakuum).**

Es besteht ein klarer Zusammenhang zwischen der Energie der Photonen und der Farbe des Lichts. Da die Farbe des Lichts der Wellenlänge der jeweiligen elektromagnetischen Strahlung entspricht, **ist es möglich, dem Photon (d. h. dem Teilchen) eine Wellenlänge zuzuordnen**. Diese Tatsache steht in völligem Widerspruch zur Erfahrung der klassischen Physik. **Mit der Entwicklung der Quantenmechanik im Laufe des 20. Jahrhunderts, sind Physiker jedoch zu dem Schluss gekommen, dass jedes physikalische Objekt sowohl Teilchen- als auch Welleneigenschaften besitzt.** Ein Elektron hat in den meisten Fällen typische Eigenschaften eines Teilchens. In Situationen, wie in dem der Mikrowelle, besitzt es jedoch auch Welleneigenschaften. Ein Photon ist ein elementares Lichtquant oder allgemeiner: ist das woraus elektromagnetische Strahlung besteht. Es besitzt die Eigenschaften des Teilchens (ohne Masse zu besitzen) und die Eigenschaften der Wellen. **Einige Lichtphänomene lassen sich besser über die Korpuskulartheorie erklären, in der das Licht als Teilchenstrom betrachtet wird, andere über die Wellentheorie, in der Licht als Wellenbewegung angesehen wird.** Diese Idee der Quantenmechanik wurde vom **französischen Physiker Luis de Broglie** für alle Materie verallgemeinert, indem er das allgemeine Prinzip der Teilchen- und Wellen-Dualität formulierte.

Lichtbruch

Zu den Lichteigenschaften, die durch die Wellentheorie des Lichts sehr gut erklärt werden können, gehört die Brechung des Lichts, die zu beobachten ist, wenn es zwischen zwei optisch unterschiedlich dichten Umgebungen hindurchgeht. **Die Brechung des Lichts ist ein spezieller Fall der Brechung der Wellen, welche die allgemeine Eigenschaft haben, dass, wenn sie die Grenzfläche zweier Umgebungen passieren, die Wellengeschwindigkeiten variieren.** Der Bruch der Wellen basiert auf dem Huygens-Prinzip der Ausbreitung von Wellen durch Wellenfronten. **In Folge der Brechung des Lichts, ergibt sich die Zersetzung (Dispersion) von Licht. Das weiße Licht, welches aus Licht unterschiedlicher Wellenlänge und damit auch aus unterschiedlichen Farben zusammengesetzt ist, wird durch die Brechung des Lichts in die einzelnen Farben zerlegt, und es entsteht ein Spektrum.** Dies liegt daran, dass das Licht unterschiedlicher Wellenlängen (Farben) im Gewebemedium mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten diffundiert und bricht. Im Farbspektrum können die Farben entsprechend den fortschreitend abnehmenden Wellenlängen des gegebenen Lichts beobachtet werden, von Rot mit der längsten Wellenlänge über Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo (Blau-Violett) bis Violett mit der kürzesten Wellenlänge. Die sieben Grundfarben, die durch die Brechung des Lichts entstanden sind, wurden bereits von Newton benannt. Auch wenn daran erinnert werden muss, dass es unendlich viele Farbschattierungen gibt.

Die Dispersion des Lichts wird häufig am optischen Prisma demonstriert. Dort entsteht eine doppelte Brechung von Licht – an der Seite, an welcher das Licht in das Prisma eindringt, und an der Seite, an welcher das Licht wieder austritt. So ist die Zersetzung stärker zu erkennen. **Ein bekanntes Phänomen, bei dem das Licht in der Natur bricht, ist der Regenbogen.** Die Zersplitterung und Zersetzung des weißen Sonnenlichts im Regenbogen tritt auf, wenn das Licht in den Regenwassertropfen eintritt und diesen auch wieder verlässt. **Ein Regenbogen ist dann zu sehen, wenn es regnet und gleichzeitig die Sonne scheint.** Er kann auch im Wasserdampf oberhalb eines Wasserfalls oder beim Sprühen von Wasser mit einem Gartenschlauch erscheinen.

Sonnenlicht, sowie das Licht, das von anderen Lichtquellen (Halogenlampen und Glühbirnen, Kerzen) abgegeben wird, **hat ein kontinuierliches Spektrum und umfasst alle Wellenlängen**. Abhängig von der Temperatur des Lichtkörpers, kann die Wellenlänge, bei der der Körper mit der höchsten Energie emittiert wird, zum roten oder violetten Ende des Spektrums verschoben werden. Das Sonnenlicht ist also weiß, das Licht der Glühbirne hellgelb und das der Kerze orange. Alle diese Quellen haben dennoch ein **kontinuierliches Spektrum**. Interessanterweise haben andere Quellen ein **diskontinuierliches (Linien- oder Band-) Spektrum**, und dennoch nimmt unser Auge ihre Farbe als weiß wahr. (Dies wird auf die Physiologie des Farbsehens des menschlichen Auges zurückgeführt.) Solche Quellen sind zum Beispiel Leuchtstofflampen (Sparlampen) oder LCD-Displays und -Monitore. Andere Eigenschaften des Lichts, insbesondere seine direkte Ausbreitung und Reflexion, können mit der Theorie des Korpuskularlichtes (Teilchenlichts) verdeutlicht werden. Das Prinzip der direkten Lichtausbreitung ist beim Fluss der Lichtteilchen eindeutig ersichtlich. Die Reflexion des Lichts von der Grenzfläche (typischerweise vom Spiegel) kann verstanden werden, wenn man sich die Reflexion mechanisch als perfekt federnder Stoß vorstellt, bei dem die Energie und der Impuls der Teilchen erhalten bleiben. Das Licht wird von den Spiegelflächen nach den gleichen Regeln reflektiert wie der Billardball von den Kanten des Billardtischs abprallt.

Lichteigenschaften

Licht verbreitet Energie, wenn es übertragen wird. Diese Tatsache ergibt sich aus der Korpuskular- (Teilchen-) Theorie des Lichts. In mechanistischer Manier könnte jedes Lichtteilchen mit einer Geschwindigkeit, Gewicht und damit auch mit kinetischer Energie und Impuls angenommen werden. Photonen können jedoch nicht im Ruhezustand existieren, daher macht es keinen Sinn, über das Gewicht zu sprechen. **Sie bewegen sich ständig mit Lichtgeschwindigkeit, sie haben eine genau definierte Quantenenergie (gemäß ihrer Wellenlänge) und haben daher auch einen bestimmten Impuls, welcher sich aus der speziellen Relativitätstheorie ergibt.** Es ist jedoch auch möglich, die durch das Licht übertragene Energie anhand der Wellentheorie des Lichts zu erklären. Laut Maxwell ist Licht nur eine Art elektromagnetischer Wellen, und jede elektromagnetische Wellenbewegung überträgt Energie durch ihre Bewegung. Die Ausbreitung von Energie kann wiederum vereinfacht je nach Wellenlänge mechanistisch betrachtet werden. Mechanische Wellen übertragen sich auch in einen Raum, in dem sich die Energie ausbreitet, beispielsweise die Schwingung, die von einem oszillierenden Punkt zum nächsten übertragen wird.

Betrachtet man die von der erhitzten Lichtquelle (Sonnenlicht, Glühbirne) erzeugte Energie, so senden solche Quellen nicht nur Licht im engen Wellenlängenbereich von 400 bis 760 nm aus, sondern geben auch **Infrarotstrahlung** und bis zu einem gewissen Grad auch **ultraviolette Strahlung** ab. Zum Beispiel emittiert eine normale Glühbirne 90-95% der Energie in Form von Wärmestrahlung und nur den Rest als Lichtstrahlung. Im Gegensatz dazu geben kalte Lichtquellen (z. B. LEDs) den größten Teil der Energie in Form von sichtbarem Licht ab.

Absoluter schwarzer Körper

Zur **genauen Berechnung der, von der erhitzten Quelle emittierten elektromagnetischer Strahlung oder der absorbierten Energie, wird das Konzept eines absoluten schwarzen Körpers eingeführt**. Es ist ein idealer Körper, der die Strahlung aller Wellenlängen, die auf seine Oberfläche treffen, vollständig absorbiert. Bei allen realen Körpern dagegen wird ein Teil der auf ihre Oberfläche einfallenden Strahlungsenergie zurück reflektiert. Sie absor-

bieren daher immer weniger Energie als ein absoluter schwarzer Körper. Körper mit einer weißen oder spiegelnden Oberfläche absorbieren am wenigsten Energie. **Der absolute schwarze Körper ist auch ein idealer Heizkörper, weil er bei der gegebenen Temperatur die meiste Energie von allen möglichen Körpern abgibt.** Weiße Körper oder Körper mit einer Spiegeloberfläche emittieren wenig Energie (Prinzip, das für die metallglänzende Rettungsdecke für Rettungskräfte genutzt wird).

2.6 Physikalische Größen (Volumen, Kraft, Zeit, Gewicht)

Volumen

Eine Volumenmessung vorzunehmen, bedeutet die Fläche, welche eine Substanz oder ein Körper einnimmt zu bestimmen. Ein dafür geeignetes Messgerät ist der Messzylinder. Mit ihm ist möglich, das Volumen von flüssigen oder losen Stoffen direkt zu messen. Das Volumen eines Festkörpers kann leicht durch Eintauchen in Wasser (oder andere Flüssigkeiten) anhand der verdrängten Flüssigkeit gemessen werden. **Das Volumen des vermessenen Körpers ergibt sich aus der Differenz des Wasservolumens vor und nach dem Eintauchen.** Es ist auch möglich, das Volumen von gasförmigen Substanzen mit dem Messzylinder zu erfassen. Dazu braucht es einige Schritte: in ein Gefäß mit Wasser wird z.B. eine mit Wasser gefüllte PET-Flasche über Kopf gestellt. Jetzt wird durch einen Schlauch und durch die Öffnung der PET-Flasche das Gas eingefüllt. Das Gas wird das Wasser verdrängen. Je nachdem, wie viel Wasser verdrängt wird, kann diese an der PET--Flasche vermerkt werden (z.B. 100 ml wurden aus der Flasche in den Topf gedrängt, jetzt kann „100ml“ an die PET-Flasche auf der Höhe des Wasserstandes eingezeichnet werden). So kann nach und nach eine Skala entstehen. Ein solches Verfahren kann auch zur Herstellung eines Spirometers (einem Gerät zur Messung des Lungenvolumens) verwendet werden. Das Lungenvolumen eines erwachsenen Mannes beträgt etwa 4,5 Liter. Daher wird die Verwendung eines 5-Liter-Kanisters empfohlen.

Gewicht

Zur Gewichtsbestimmung können Waagen, die auf verschiedenen Prinzipien basieren, verwendet werden. **Balkenwaagen, an denen das Prinzip, mit bekannten Gewichten unbekannte zu bestimmen**, sind geläufig. Die am häufigsten verwendeten Waagen **basieren auf dem Verformungsprinzip elastischer Körper**. Diese basieren auf der Messung des Verformungsgrades des elastischen Körpers (z. B. der Feder). Eine solche Waage kann leicht aus normalen Büromaterialien gebaut werden. Beispielsweise kann eine Feder, ein Gummiband und ein Lineal verwendet werden. Wird beispielsweise der Verformungsgrad der Feder bei bekannten Gewichten auf einem Papier an der Wand neben der Feder aufgezeichnet, kann man eine Skala erarbeiten, die auf das unbekannte Gewicht von anderen Gegenständen schließen lässt.

Zeit

Zeit wurde bereits vor dem Neolithikum (8.000 v. Chr.) aufgezeichnet und bestimmt. **Naturereignisse, die sich regelmäßig wiederholten**, wurden schon immer zur Bestimmung der aktuellen Zeiten verwendet. Die am besten beobachtbaren und damit am meisten beobachteten Objekte, waren **die Sonne, der Mond und die Sterne**. Sie waren auch in ihrer regelmäßigen Wiederkehr so zuverlässig, dass mit ihnen die aktuelle Zeit genau bestimmt werden konnte. Messmethoden zur schnelleren und einfacheren Bestimmung der Zeit sollten hauptsächlich aus praktischen Gründen entwickelt werden. So wurden **Sand- oder Wasseruhren** verwendet, die nach einem ähnlichen Prinzip arbeiteten (Sand oder Wasser floss über eine bestimmte Zeit von einem oberen in den unteren Behälter), verwendet um die Zeit zu messen. An diesen Uhren konnte man jedoch nicht die aktuelle Uhrzeit einfach so ablesen. Zu diesem Zweck begann man ein anderes System zu verwenden – die **Sonnenuhr**. [1)]

[1)] Měření času. Wikipedie [online]. 2016 [cit. 20170515]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/ wiki/M%C4%9B%C5%99en%C3%AD_%C4%8Dasu

Herstellung der Sonnenuhr

Die Herstellung von Sonnenuhren ist nicht anspruchsvoll. Es reicht, einen Stab in den Boden zu stecken oder an einer senkrechten Fläche zu befestigen. Dann beobachten wir einfach wie die Zeit vergeht und markieren jede Stunde, wohin der Schatten fällt. Eine Sonnenuhr kann auch aus Papier hergestellt werden. Damit die Sonnenuhr richtig funktioniert, muss der Zeiger eine exakte Achsenrichtung haben. Für unseren Breitengrad bedeutet dies, dass die Steigung des Zeigers etwa 50° von der horizontalen Ebene weg betragen muss, wobei der Zeiger nach Norden zeigt (Abbildung 3). Wenn sich die Uhr an einer vertikalen Wand befindet, muss der Zeiger einen Winkel von etwa 40° von oben (Befestigung) nach unten eröffnen und von oben nach Süden zeigen.

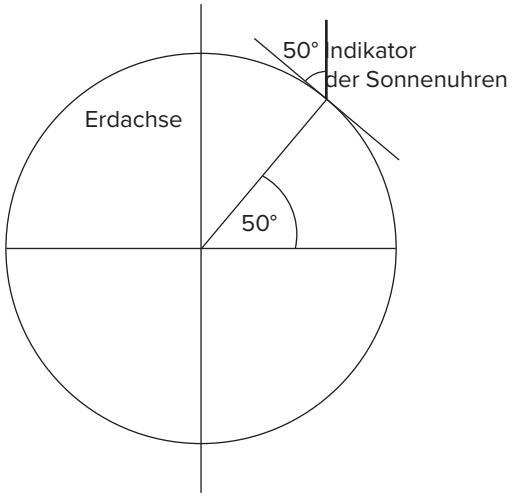


Abbildung 3: Steigung des Sonnenuhrindikators

Wegen der Neigung der Erdachse und der ellipsenartigen Bahn der Erde um die Sonne, bewegt sich der Schatten der Sonne auf der Sonnenuhr nicht das ganze Jahr hinweg gleichmäßig. Deshalb zeigt die Sonnenuhr während des Jahres mal eine Uhrzeit an, die etwas vor oder etwas nach der eigentlichen Uhrzeit ist. Die Differenz zwischen der Zeit, welche die Uhr anzeigt, und die einer Sonnenuhr kann bis zu 16 Minuten betragen. Daher gibt es Korrekturtabellen für Sonnenuhren (Abbildung 4). Je nach aktuellem Datum finden wir in der Tabelle den Wert in Minuten, der dazugezählt oder abgezogen werden muss.

Bei der Konstruktion von Sonnenuhren müssen wir diese Korrektur beachten. Wenn wir die Position des Schattenanzeigers (z.B. Ast) an der genauen Uhrzeit zum Zeitpunkt Mitte Februar ausgerichtet hätten, wäre die Anzeige der Sonnenuhr Anfang November um über 30 Minuten ungenau. Eine weitere mögliche Abweichung, mit der wir rechnen müssen, steckt in der Tatsache, dass der **Höchststand der Sonne** (wenn die Sonne über dem Horizont am höchsten ist) **für unterschiedliche geographische Längengrade zu unterschiedlichen Zeitpunkten am Tag auftritt**. Im Osten Deutschlands kann sich der Höchststand der Sonne um bis zu 36 Minuten von dem im Westen unterscheiden. Die Sonnenzeit entspricht nur am Referenzpunkt der Zeitzone der wahren Uhrzeit. Dieser befindet sich am Längengrad 15° östlich (der Meridian, der z.B. in der Nähe der Stadt Görlitz verläuft). Für jeden Längengrad weiter östlich dieses Meridians müssen dem Sonnenlicht vier Minuten hinzugefügt werden und entsprechend weiter westlich abgezogen werden (Abbildung 5).

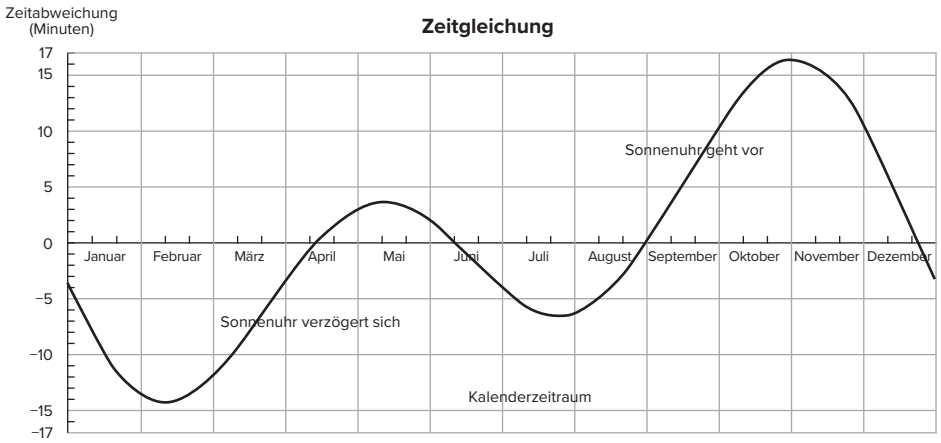


Abbildung 4: Korrektur der Daten der Sonnenuhr [2)]

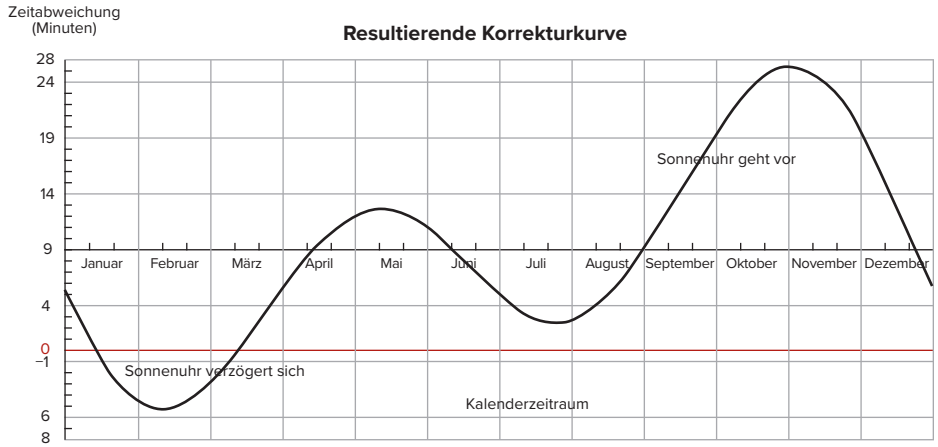


Abbildung 5: Berechnung der Korrektur nach geographischem Längengrad [2)]

Deshalb haben wir beim Bau einer Sonnenuhr zwei Möglichkeiten:

1. Wir können die sonnige Zeit auf dem Zifferblatt liefern. Die Uhr ist dann mit einer Korrekturtabelle ausgestattet, einschließlich einer Korrektur für den Breitengrad.
2. Wir werden eine Zeitverzögerung angeben, die sich aus der geografischen Länge ergibt, wenn wir die Skala kalibrieren. Die Uhr wird dann mit einer Korrekturtabelle versehen, die nur eine Datumskorrektur enthält.

Kraft

Geräte zur Messung von Kraft basieren im Allgemeinen auf dem **Verformungsprinzip elastischer Körper** (insbesondere der Feder). Unter Verwendung herkömmlicher Materialien ist es möglich, eine Messung der Zugkraft mit diesem Prinzip aufzubauen. Ein Gummischlauch (ca. 3 m lang) genügt dazu. Wir befestigen den Schlauch mit einem Ende an einem festen Griff. Am anderen Ende ziehen alle Schülerinnen und Schüler. Um die Messung zu objektivieren, kann man eine Markierung auf dem Schlauch abbringen und auf einem in der Nähe befindlichen Papier (z.B. an der Wand neben der Markierung auf dem Schlauch) die Ergebnisse der Verformung aufzeichnen. Wenn wir ein hängendes Gewicht am Schlauch montieren und es ziehen, können wir wie auf einer Art Waage eine Newton-Skala zeichnen. **Zu einem anderen, nicht traditionellen und sehr einfachen Kraftmessgerät kann eine PET-Flasche werden, die mit Wasser und verschieden langen Streichhölzern versehen wird.** Wenn die PET-Flasche zusammengedrückt wird, wird die in den Streichhölzern enthaltene Luft komprimiert und das Wasser in das Streichholz

[2)] Quelle: http://www.slunecnihodiny.webzdarma.cz/princip.html

gedrückt. Die Dichte des Streichholzes nimmt zu und es beginnt nach unten zu sinken. Da jedes Streichholz eine andere Länge hat, ist zum Absenken eine andere Kraft erforderlich. Wer mehr Streichhölzer versenkt, gewinnt. Achtung, wenn die Streichhölzer mit der Zeit mit Wasser gesättigt sind, funktioniert der Kraftmesser nicht mehr.

3. METHODISCHE LEITLINIEN FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

3.1 Wir beobachten und untersuchen Substanzen

Arbeitsauftrag 1: Temperaturveränderung

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 15 Minuten; Durchführung: 15 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet für jede Gruppe drei Thermometer, etwas Watte, ein Objektträgerglas oder eine nicht saugfähige Unterlage, drei Pipetten und Fläschchen mit Wasser, Azeton (Nagellack-Entferner) und Äthanol (Alkohol) vor. Um sich an die Raumtemperatur anzupassen sollten sich das Thermometer und die abgefüllten Lösungen mindestens eine Stunde vor der Messung im Klassenzimmer befinden. Die Schülerinnen und Schülern werden gebeten, die Thermometerwerte so genau wie möglich abzulesen. Die Lehrerin/der Lehrer macht darauf aufmerksam, dass das metallene Ende des Thermometers nicht angefasst werden soll, um eine Verfälschung der Messergebnisse zu vermeiden.

Die Schülerinnen und Schüler schätzen auf Grundlage ihrer eigenen Erfahrung, welche Temperaturen auf den Thermometern nach dem Eintauchen gemessen werden. Die Schülerinnen und Schüler können in der Gruppe diskutieren und einen gemeinsamen Wert vereinbaren. Wenn eine Schülerin/ein Schüler eine andere Meinung vertritt als die anderen der Gruppe, erklärt sie/er diese und kann die eigene Einschätzung auch getrennt in das Arbeitsblatt eintragen.

Für jüngere Schülerinnen und Schüler muss die Lehrkraft den Versuch durchführen. Bei etwas älteren Schülerinnen und Schülern können diese den Versuch unter guter Aufsicht und mit Warnhinweisen durchführen.

Die an der Spitze des ersten Thermometers zuvor befestigte Watte wird in Wasser getränkt und sofort wieder herausgenommen, das zweite mit Watte verpackte Thermometer wird in gleicher Weise in Azeton und das dritte in Äthanol getränkt. Die Schülerinnen und Schüler legen die Thermometer auf der Unterlage ab. Nach einer Wartezeit von zwei Minuten wird der auf den Thermometern angezeigte Messwert in der zugehörigen Tabelle notiert. Es ist auch möglich, die Watte mit einem Gummi am Thermometer zu befestigen. Alternativ kann die Watte in die Lösung eingetaucht werden und dann um die Spitze des Thermometers gewickelt werden. In diesem Fall müssen unbedingt Gummihandschuhe getragen werden.

Arbeitsauftrag 2: Verdampfungsgeschwindigkeit

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 5 Minuten; Durchführung: 5 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet jeder Schülergruppe drei Objektträger oder eine andere nicht saugfähige Unterlage, drei Pipetten und die Flüssigkeitsfläschchen mit Wasser, Azeton und Äthanol aus dem vorherigen Experiment vor. Die Schülerinnen und Schüler schätzen auf der Grundlage ihrer eigenen Erfahrung und der vorherigen Messung ab, welcher Tropfen am schnellsten verschwinden wird. In den Arbeitsgruppen können sie diskutieren und sich auf ein gemeinsames Ergebnis einigen. Jede Schülerin/jeder Schüler hält ihre/seine Einschätzung auf der Tabelle im Arbeitsblatt fest.

Für jüngere Schülerinnen und Schüler muss die Lehrkraft den Versuch durchführen. Bei etwas älteren Schülerinnen und Schülern können diese den Versuch unter guter Aufsicht und mit Warnhinweisen durchführen.

Auf dem ersten Objektträger oder der verwendeten Unterlage bringen die Schülerinnen und Schüler den ersten Tropfen Wasser, auf dem zweiten Azeton und dem dritten Äthanol an. Sie notieren in der beiliegenden Tabelle die Ergebnisse. Wir können die Schülerinnen und Schüler dazu anregen, die Verdampfung zu beschleunigen, indem sie vorsichtig über die Tröpfchenoberfläche pusten.

Arbeitsauftrag 3: Verdampfungsgeschwindigkeit verschiedener Flüssigkeiten

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 5 Minuten; Durchführung: 5 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet den Schülerinnen und Schülern verschiedene Flüssigkeiten (z.B. Saft, Essig) vor, welchen die Schülerinnen und Schüler im normalen Leben begegnen, und eine gleiche Anzahl von Objektträgern und Pipetten. Die Schülerinnen und Schüler sollten ermuntert werden, die Reihenfolge der Verdampfung der Lösungen zu schätzen und die Ergebnisse in der Tabelle festzuhalten. Die Schülerinnen und Schüler geben dann je Flüssigkeit einen einzelnen Tropfen mit der Pipette auf einen Objektträger oder die wasserabweisende Unterlage.

Arbeitsauftrag 4: Beeinflussung der Verdampfung

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 15 Minuten; Durchführung: 20 Minuten

Arbeitsvorgang:

Für jüngere Schülerinnen und Schüler muss die Lehrkraft den Versuch durchführen. Bei etwas älteren Schülerinnen und Schülern können diese den Versuch unter guter Aufsicht und mit Warnhinweisen durchführen.

Die Verdampfungsrate hängt nicht nur von der chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit ab, sondern auch von den äußeren Einflüssen. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten bei diesem Experiment in einer Gruppe. Die Lehrerin/der Lehrer wählt die Bedingungen aus, die er mit den Schülerinnen und Schülern durcharbeiten möchte. Dann bereitet sie/er dementsprechend für jede Schülergruppe Objektträger (mindestens zwei pro Bedingung), zwei Pipetten, ein Becher oder ein Glas, ein Eiswürfel oder einen eingefrorenen Kühlakku, eine Kerze vor. Um die Attraktivität zu erhöhen und die Beobachtung zu erleichtern, ist es ratsam, Äthanol mit Lebensmittelfarbe zu färben.

Vor dem Experiment bittet die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler sich Gedanken zu machen: *„Die Zeit bis die Flüssigkeit verdampft ist (Verdampfungsgeschwindigkeit) hängt von den äußeren Bedingungen ab. Wie verändert sie sich? Notiere deine Vermutungen in die Tabelle und überprüfe sie.“* Jetzt dürfen die Schülerinnen und Schüler ein paar Varianten zur Verdampfungsgeschwindigkeit beobachten. Sie nutzen dazu immer einen Objektträger auf dem Tropfen von Flüssigkeit unter den gegebenen Bedingungen verdampfen und setzen einen zweiten Objektträger einer neuen Bedingung aus:

Der Einfluss der Umgebungstemperatur wird überprüft, indem die Schülerinnen und Schüler gleichzeitig mit einer Pipette je einen Tropfen Äthanol auf den ersten und den zweiten Objektträger tropfen. Je höher die Umgebungstemperatur ist, desto schneller verdampft die Flüssigkeit. Daher wärmen sie den ersten Objektträger mit Hilfe einer Kerze vorsichtig (z.B. halten sie die Objektträger mit einer langen Pinzette und Schutz für die Hände) an und vergleichen, wie schnell die Tropfen auf dem ersten Objektträger und auf dem zweiten Objektträger verschwinden.

Um den Einfluss einer niedrigeren Umgebungstemperatur auf die Verdampfungsgeschwindigkeit nachzuweisen, setzen die Schülerinnen und Schüler wiederum gleichzeitig einen Tropfen Äthanol auf den ersten und den zweiten Objektträger. Sie platzieren den ersten Objektträger vorsichtig auf einen Eiswürfel oder den Kühlakku und sie vergleichen die Verdampfungsgeschwindigkeit der Tropfen.

Die Temperatur der Flüssigkeit selbst beeinflusst ebenfalls die Geschwindigkeit der Verdampfung. Je höher die Flüssigkeitstemperatur ist, desto schneller verdampft sie. Die Schülerinnen und Schüler nehmen Äthanol in eine Pipette und erwärmen sie für mindestens eine Minute in der Handfläche. Die Temperatur des Äthanols steigt auf etwa 37 °C. Dann nehmen sie auch das Äthanol in der zweiten Pipette und tropfen aus beiden Pipetten gleichzeitig je einen Tropfen auf die Objektträger. Der zweite Tropfen hat Raumtemperatur. Die in der Hand erhitzten Äthanoltropfen verdampfen in der Regel schneller. So soll der Nachweis, dass eine höhere Flüssigkeitstemperatur einen Einfluss auf die Verdampfung hat gelingen.

Als nächstes holt der Lehrer das Äthanol als erste Probe aus dem Kühlschrank. In diesem Fall wird das zweite Tröpfchen schneller verdampfen.

Eine andere Möglichkeit, die Verdampfung zu beschleunigen, besteht darin, die Oberfläche zu maximieren, von der die Flüssigkeit verdampft. Die Schülerinnen und Schüler bilden gleichzeitig zwei Tropfen und verteilen einen Tropfen mehr auf der Fläche. Ein Tropfen mit größerer Oberfläche verdampft schneller.

Für diese Variante geben die Schülerinnen und Schüler wieder zwei Tropfen Äthanol auf zwei Objektträger. Auf den ersten Objektträger pusten sie sanft Luft, ohne den Tropfen vom Objektträger zu schieben. Der Tropfen, über den die Luft strömt, wird schneller verdunsten.

Die Schülerinnen und Schüler geben wieder zwei Tropfen Äthanol auf zwei Objektträger. Sie decken den ersten Objektträger mit einem Glas ab und den anderen nicht. Der Tropfen, der unter dem Glas ist, verdunstet langsamer.

Verdampfung ist ein Prozess, der unter verschiedenen Bedingungen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit stattfindet. Wir können sie beschleunigen oder verlangsamen, indem wir die äußeren Bedingungen anpassen. Aber wir können sie nicht aufhalten. !

3.2 Wasser ist nicht nur zum Trinken da

Arbeitsauftrag 1: Eis in einer Mischung mit Salz schmelzen

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 15 Minuten; Durchführung: 15 Minuten

Arbeitsvorgang:

Mindestens einen Tag zuvor werden drei mit Wasser befüllte 1,5-Liter-PET-Flaschen im Gefrierschrank gelagert. Selbstverständlich können auch andere Behälter verwendet werden, die für den Einsatz im Gefrierschrank geeignet sind. Am Tag der Laborübung bereitet die Lehrerin/der Lehrer für die Schülerinnen und Schüler, drei Hämmer und drei Wischtücher oder andere Tücher, in welche die das Eis eingepackt werden kann, im Klassenzimmer vor. Die PET-Flaschen werden aus dem Gefrierschrank genommen, aufgeschnitten und das Eis entfernt. Da der Gefrierschrank eine Temperatur von ca. −17 °C hat, ist es ratsam, das Eis schon kurze Zeit vor dem Unterricht im Raum liegen zu lassen, um dessen Temperatur auf 0 °C zu erhöhen.

Die Lehrerin/der Lehrer breitet für jede Arbeitsgruppe die folgenden Werkzeuge auf dem Tisch vor: zwei verschieden große Schüsseln oder Becher, Kochsalz (NaCl), ein Thermometer für niedrigere Temperatur (mindestens bis zu −20 °C), einen Löffel, eine Uhr oder Anzeige, um die Zeit zu beobachten (die Schülerinnen und Schüler können ihre eigenen Uhren oder Handys zum Stoppen der Zeit verwenden), etwas Saft oder Wasser mit Saft, einen Plastikbeutel.

Die Schülerinnen und Schüler zerkleinern das mit einem Tuch umwickelte Eis mit dem Hammer in kleine Stücke. Die Lehrkraft gibt die Instruktion: *„Vermische zerkleinertes Eis mit Salz im Verhältnis 3:1. Wie wird sich die Temperatur des Gemischs über die Zeit ändern? Trage deine Vermutung und die Messung in die Tabelle im Arbeitsblatt ein.“* Die Schülerinnen und Schüler fügen in die größere der beiden Schüsseln drei Gewichtsteile Eis und einen Gewichtsteil Salz. Eis und Kochsalz werden dann mit einem Löffel gemischt und es wird beobachtet und gemessen, wie sich die Temperatur der Mischung ändert. Die Temperaturänderung des Gemisches von Eis und Kochsalz wird in der Tabelle festgehalten und über die Zeit beobachtet. Im Abstand von je einer halben Minute werden die Werte abgelesen und notiert.

Als nächstes fügen die Schülerinnen und Schüler den Plastikbeutel in eine kleinere Schüssel oder ein Becherglas und befüllen ihn mindestens zur Hälfte mit Saft. Dazu gibt die Lehrkraft folgende Anweisung: *„Gebe einen Plastikbeutel in eine kleinere Schüssel oder ein Becherglas. Fülle den Beutel mit Saft oder Schorle und stelle die Schüssel oder das Becherglas in das Gemisch von Kochsalz und Eis.“* Sie binden den Plastikbeutel zu und legen die kleinere Schüssel oder das Becherglas in die Schüssel mit der Mischung aus Eis und Kochsalz. Sie legen ein Tuch (z.B. Geschirrtuch) unter und um die Schüssel und lassen sie so mindestens 20 Minuten auf der Arbeitsfläche stehen. In der Zwischenzeit können andere Aufgaben bearbeitet werden.

Arbeitsauftrag 2: Schmelzen von Eiswürfeln anhand von unterschiedlichen Salzkonzentrationen

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 15 Minuten; Durchführung: 10 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lösungen, welche für diese Übung verwendet werden sind ätzend. Bitte daher mit der gebotenen Vorsicht und Aufsicht über die Schülerinnen und Schüler arbeiten. Für jüngere Schülerinnen und Schüler muss die Lehrkraft den Versuch durchführen. Bei etwas älteren Schülerinnen und Schülern können diese den Versuch unter guter Aufsicht und mit Warnhinweisen durchführen.

Am Tag zuvor bereitet die Lehrerin oder der Lehrer drei verschieden hoch konzentrierte Lösungen mit Salz (Natriumchlorid) vor und friert diese ein. Die erste Lösung beträgt 20%, d. h. in 800 ml Wasser löst die Lehrerin/der Lehrer 200 g Kochsalz auf. Damit den Schülerinnen und Schüler später die Zuordnung leichter fällt, werden die Lösungen mit unterschiedlichen Lebensmittelfarben eingefärbt. Die zweite Lösung ist 10%-ig, d. h. in 900 ml Wasser werden 100 g Kochsalz gelöst und wieder mit einer anderen Lebensmittelfarbe eingefärbt als die der ersten Lösung. Die dritte Lösung enthält kein Kochsalz. Zum Färben des Wassers wird ebenfalls eine neue Farbe, als bei den vorherigen Lösungen verwendet. Die so hergestellten Lösungen werden in Eisformen oder Eistaschen gegossen und im Gefrierschrank bis zum nächsten Tag eingefroren.

Am Tag der Laborübung bereitet die Lehrerin/der Lehrer die folgenden Werkzeuge vor: drei gleich große Becher oder Gläser, ein Thermometer, ein Gerät, um die Zeit zu messen (die Schülerinnen und Schüler können ihre eigenen Geräte, wie z. B. Uhr oder Handy verwenden).

Die Lehrkraft gibt folgende Instruktion: *„Bereite drei Bechergläser vor und fülle sie zur Hälfte mit Leitungswasser derselben Temperatur (die Temperatur wird mit dem Thermometer überprüft). Ich gebe jetzt gleichzeitig in jedes Becherglas einen bunten Eiswürfel. Jetzt fängst du an die Zeit zu stoppen und einzutragen, welche die Eiswürfel brauchen, um komplett geschmolzen zu sein.“* Die Schülerinnen und Schüler wissen nicht, dass es sich bei den Eiswürfeln nicht nur um gefrorenes Wasser handelt. Die Schülerinnen und Schüler stoppen die Zeit, welche die Würfel benötigen, um sich aufzulösen.

Die Würfel mit der größten Salzmenge lösen sich am schnellsten auf. Die Würfel, die kein Kochsalz enthielten, lösen sich am langsamsten auf.

Arbeitsauftrag 3: Oberflächenspannung

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 5 Minuten; Durchführung: 10 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet jeder Schülerin/jedem Schüler ein Glas/einen Becher und eine Pipette und für jede Arbeitsgruppe etwas Waschmittel vor. Die Schülerinnen und Schüler haben mindestens 20 kleinere Münzen oder Büroklammer für sich gesammelt oder mitgebracht. Die Lehrerin/der Lehrer gibt folgende Instruktion: *„Fülle in ein Glas/einen Becher kaltes Wasser. Um das Glas/den Becher komplett bis zum Rand zu füllen benutze die Pipette. Schätze ein, wie viel der mitgebrachten Dinge (Büroklammer, Münze usw.) in das Glas passen, bis es überläuft. Trage die Zahl ein. Beginne jetzt die Gegenstände (z.B. Büroklammer, Münze) vorsichtig im Glas/Becher zu versenken.“* Die Schülerinnen und Schüler fangen vorsichtig an, einzelne Münzen oder Büroklammern in das Glas/den Becher zu werfen. Die Objekte werden so lange eingeworfen, bis Wasser aus dem Behältnis fließt.

Der Versuch wird jetzt etwas variiert. Die Schülerinnen und Schüler können versuchen, was passiert, wenn wenige Tropfen Waschmittel (Achtung ätzend!) im Versuch hinzu-

gefügt werden oder wenn der Versuch mit warmem Wasser durchgeführt wird. Sie werden dazu ermutigt die Vermutungen und Beobachtungen in das Arbeitsblatt zu notieren.

3.3 Die Luft um uns herum

Arbeitsauftrag 1: Das Gewicht der Luft

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 10 Minuten; Durchführung: 15 Minuten

Arbeitsvorgang:

A) Die Lehrerin/der Lehrer bereitet für jede Arbeitsgruppe einen Spiegel, einen Objektträger aus Glas oder Ähnliches vor. Die Schülerinnen und Schüler atmen auf den Spiegel oder auf das Glas und beobachten, was passiert. Die Lehrerin/der Lehrer stellt folgende Frage: *„Was passiert, wenn du einen Spiegel bzw. ein Glas anhauchst?“* Die Schülerinnen und Schüler sollen vorher eine Vermutung äußern, was passieren wird und diese mit ihrer Beobachtung in das vorbereitete Arbeitsblatt eintragen.

B) Für den nächsten Teil des Arbeitsauftrags werden für jede Schülerin/jeden Schüler ein aufblasbarer Ballon und mindestens drei Fahrradpumpen für die gesamte Klasse vorbereitet.

Zunächst legt die Lehrerin/der Lehrer auf einer digitalen Waage, die sehr leichte Gewichte messen kann (mindestens auf 0,1 g genau, z.B. Feinwaage) ein großes Stück Papier, so dass sein Gewicht auf dem Display für die Schülerinnen und Schüler sichtbar ist. Dann wird eine Schachtel auf die Waage gestellt. Jede Schülerin und jeder Schüler legen seinen nicht aufgeblasenen Ballon in die Schachtel. Dann wird die Waage auf den Nullpunkt (TARE-Taste) gestellt. Die Lehrkraft stellt folgende Frage, um das Vorwissen und die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler zu aktivieren: *„Hat die Luft ein Gewicht?“*

Die Schülerinnen und Schüler sollen jetzt ihre Ballons aufpusten, mit einem Knoten verschließen und in die Schachtel zurücklegen. Wenn sich alle Ballons in der Box befinden, liest die Lehrerin/der Lehrer oder eine Schülerin/ein Schüler den angezeigten Wert auf dem Display der Waage ab. Sie/er verkündet den Wert oder schreibt ihn an die Tafel. Die Schülerinnen und Schüler sollen vor dem Versuch ihre Schätzungen und nach dem Versuch die gemessenen Werte in das Arbeitsblatt eintragen sowie Zusatzfragen beantworten.

Für diesen Teil des Arbeitsauftrags werden pro Arbeitsgruppe eine Spritze (mindestens 25 ml Volumen) und ein Marshmallow (Abbildung 6) benötigt.

Die Schülerinnen und Schüler schneiden ein Stück der Süßigkeiten ab, das so groß ist, dass es in die Spritze passt. Beim Schneiden sollte der Marshmallow möglichst nicht zusammengedrückt werden.

Abbildung 6: Marshmallow

Die Schülerinnen und Schüler öffnen die Spritze, legen das abgeschnittene Stück Marshmallow in die Spritze und verschließen die Spritze wieder. Der Kolben bleibt in der obersten Position. Die Spritze enthält jetzt also den Marshmallow und ist vollständig mit Luft gefüllt. Mit dem Daumen sollen die Schülerinnen und Schüler die Spitze der Spritze verschließen. Sie sollen jetzt versuchen den Kolben der Spritze nach unten zu bewegen, also zu drücken. Sie beobachten, was mit dem Marshmallow in der Spritze passiert. Die Lehrerin/der Lehrer stellt die folgende Frage, um die Kinder zum Nachdenken zu ermutigen: *„Was passiert mit dem Marshmallow in der Spritze, wenn sie verschlossen ist und du versuchst zu drücken?“* Wenn die Luftdichte erhöht wird (durch das Abnehmen des Volumens in einem geschlossenen Behälter), steigt der Luftdruck in der Spritze an.

Dann lassen die Schülerinnen und Schüler die Spritzenspitze los. Sie sollen jetzt ganz vorsichtig den Kolben soweit an den Marshmallow bewegen, bis er ihn berührt, aber nicht verformt. Die Spritze enthält jetzt also den Marshmallow und wenig Luft. Dann wird die Spritze wieder mit dem Daumen oder der Handfläche verschlossen. Der Kolben soll jetzt herausgezogen werden (also sich nach oben bewegen). Die Schülerinnen und Schüler sollen beobachten, was mit der Süßigkeit in der Spritze passiert. Die Lehrkraft gibt dazu folgende Anweisung: *„Was passiert mit dem Marshmallow in der Spritze, wenn sie verschlossen ist und du versuchst zu ziehen?“* Wenn das Luftvolumen in dem versiegelten Behälter zunimmt (seine Dichte nimmt ab), fällt der Luftdruck in der Spritze ab. Ihre Annahmen und Beobachtungen sollen die Schülerinnen und Schüler in das Arbeitsblatt eingetragen.

Arbeitsauftrag 2: Untersuchung der Luft mit dem Teelicht (Sauerstoff und Kohlendioxid)

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 5 Minuten; Durchführung: 5 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet für Schülerinnen und Schüler je paarweise folgende Materialien vor: ein Teelicht, ein Glas oder Becher (durchsichtig), Streichhölzer oder Feuerzeug, einen tiefen Teller oder eine Schüssel.

In den Teller oder die Schüssel füllen die Schülerinnen und Schüler kaltes Leitungswasser. Sie zünden das Teelicht an und stellen es vorsichtig auf das Wasser. Jetzt nehmen sie das Glas oder den Becher und decken das Teelicht damit vorsichtig ab. Sie beobachten den Fortschritt des Experiments und notieren die Ergebnisse in der Tabelle im Arbeitsblatt. Es ist wichtig, die Schülerinnen und Schüler darauf hinzuweisen, dass sie den Versuch bis zum Ende gut im Auge behalten sollen – denn wenn die Kerze erlischt, erhebt sich der Wasserstand im Glas über das Niveau des Wassers im Teller. Die Lehrkraft kann den Versuch mit den Fragen aus dem Arbeitsblatt ggfs. anleiten: *„Was passiert, wenn du ein Teelicht auf die Wasseroberfläche stellst? Was passiert, wenn du es mit einem Glas/Becher bedeckst? Was passiert mit der Wasseroberfläche im Becher/Glas, wenn die Kerze brennt oder erlischt?“*

Arbeitsauftrag 3: Kohlendioxid

Empfohlenes Alter der Schüler: 9 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 15 Minuten; Durchführung: 15 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet den Gasentwicklungsapparat (Abbildung 1), Natriumcarbonat und Essigsäure oder Calciumcarbonat und Salzsäure, sowie ein Luftbad (luftdicht abgeschlossenes Behältnis) und vier Kerzen (unterschiedlicher Größe) im Luftbad vor. Für weitere Varianten werden Kalkwasser und weitere Gummischläuche benötigt.

A) Die Lehrerin/der Lehrer bereitet den Gasentwicklungsapparat vor (Abbildung 1). Die Reaktion von Natriumbikarbonat und Essigsäure (Reaktionsschema 2) oder Calciumcarbonat und Salzsäure (Reaktionsschema 1) erzeugt Kohlendioxid, das durch einen Gummischlauch in ein Luftbad eingeführt wird. Vier Kerzen, mit unterschiedlichen Höhen, von der kleinsten bis zur größten sortiert, werden in der Wanne platziert. Die Lehrkraft gibt folgende Frage zur Beobachtung: *„Was passiert mit der Kerze, wenn das entstehende Gas eingeführt wird?“* Die Schülerinnen und Schüler beobachten, in welcher Reihenfolge die Kerzen erlöschen. Ihre Vermutungen und Beobachtungen tragen die Schülerinnen und Schüler in die vorbereitete Tabelle im Arbeitsblatt ein.

B) Dann taucht die Lehrerin/der Lehrer den Gummischlauch, der aus dem Gasentwicklungsapparat austritt, in Kalkwasser und lässt das Gas eine Zeit lang blubbern. Die Reaktion von Kohlendioxid verläuft gemäß Reaktionsschema 3. Die Lehrkraft stellt die folgende Frage: *„Was passiert mit dem Kalkwasser, in das die Lehrerin/der Lehrer das entstehende Gas einführt?“*

C) Für jüngere Schülerinnen und Schüler muss die Lehrkraft den Versuch durchführen. Bei etwas älteren Schülerinnen und Schülern können diese den Versuch unter guter Aufsicht und mit Warnhinweisen durchführen.

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet die Behältnisse mit Kalkwasser vor, für je eine Arbeitsgruppe mit zwei bis vier Schülerinnen und Schülern vor. Die Lehrerin/der Lehrer weist die Schülerinnen und Schüler an, etwas Atemluft über einen Gummischlauch in das Kalkwasser zu pusten. Es ist notwendig, dass die Schülerinnen und Schüler den Versuch unter der Aufsicht der Lehrerin/des Lehrers machen. Die Lehrkraft unterstützt mit folgender Frage die Beobachtung der Schülerinnen und Schüler: *„Was passiert mit dem Kalkwasser, in das Luft aus den Lungen geblasen wird?“* Die Schülerinnen und Schüler schreiben ihre Annahmen und die Ergebnisse ihrer Beobachtungen auf das vorbereitete Arbeitsblatt.

3.4 Metalle in unserem Leben

Arbeitsauftrag 1: Dichte der Metalle

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 10 Minuten; Durchführung: 15 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet für jede Arbeitsgruppe, die aus je zwei bis vier Schülerinnen und Schülern besteht, drei verschiedene Gegenstände, wie z.B. Nagel, Halterung, Besteck… aus verschiedenen Metallen (z.B. Aluminium, Eisen und Kupfer) und einen Messzylinder vor. Die Größe des Messzylinders wird von der Lehrerin/von dem Lehrer so gewählt, dass er größer ist als die Gegenstände.

Die Schülerinnen und Schüler schreiben die einzelnen Objekte mit den Nummern 1 bis 3 in Tabelle 1 im zugehörigen Arbeitsblatt, beschreiben ihr Aussehen (Farbe, Glanz) und raten, aus welchem Metall die Gegenstände sind. Um Informationen über die Härte der Metalle zu erhalten, machen die die Schülerinnen und Schüler (z.B. mit einem Nagel) einen

Kratzer in die einzelnen Gegenstände und schreiben in die Tabelle, welches das Metall mit dem tiefsten Kratzer (Härte 1) ist und welches Material nur leichte Spuren hat (Härte 3).

Die Schülerinnen und Schüler wiegen die einzelnen Gegenstände mit einer Waage ab und notieren die Werte in der vorbereiteten Tabelle 2 des Arbeitsblatts. Dann wird der Messzylinder von den Schülerinnen und Schülern mit kaltem Leitungswasser gefüllt und der Wasserstand notiert. Der erste Gegenstand wird in den Messzylinder gelegt, auf der Skala des Messzylinders wird der neue Wert des Wasservolumens abgelesen und in Tabelle 2 eingetragen. Die Wassermenge im Messzylinder muss so bemessen sein, dass ein Gegenstand komplett absinken kann, jedoch der Skalenbereich des Messzylinders nicht überschritten wird. Der erste Gegenstand wird wieder entnommen und in gleicher Weise wird mit dem zweiten und dritten vorgegangen.

Abschließend können ältere Schülerinnen und Schüler die Dichte der Objekte – anhand von Tabelle 3 berechnen. Ergänzend können entsprechende mathematisch-physikalische Tabellen zur Verfügung gestellt werden, in welchen die Schülerinnen und Schüler das Metall, dem die Dichte entspricht, finden.

Arbeitsauftrag 2: Magnetische Eigenschaften von Metallen und Legierungen

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 6 – 11 Jahre oder älter
Dauer: Vorbereitung: 5 Minuten; Durchführung: 10 Minuten

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet Metallobjekte – aus Eisen, Aluminium und Kupfer sowie Metalllegierungen (Messing, Bronze und Chromstahl) – für jede Gruppe vor. Zusätzlich legt die Lehrerin/der Lehrer für jede Arbeitsgruppe für jede Schülerin/jeden Schüler einen Magneten bereit.

Die Schülerinnen und Schüler nummerieren die einzelnen Proben der Metalle und Legierungen und tragen in die Tabelle das Aussehen – Farbe und Glanz ein. Die Lehrkraft gibt folgende Anweisung: *„Beschreibe die Gegenstände und schätze ein, ob sie magnetisch sind oder nicht. Trage deine Einschätzung in die Tabelle ein."* Aufgrund ihrer eigenen Erfahrung sollen sie einschätzen, ob die Metalle und Legierungen vom Magneten angezogen werden oder nicht. Dann bestätigen oder widerlegen die Schülerinnen und Schüler ihre Einschätzungen, indem sie den Magneten an jedem Gegenstand anbringen. Sie tragen ihre Beobachtungen in die vorbereitete Tabelle ein. Die Lehrerin/der Lehrer bestimmt zusammen mit den Schülerinnen und Schülern die Metallen und Legierungen, die bearbeitet wurden.

Arbeitsauftrag 3: Chemische Eigenschaften von Metallen

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 9 – 11 Jahre oder älter
Dauer: eine Unterrichtsstunde

Für jüngere Schülerinnen und Schüler muss die Lehrkraft die Versuche durchführen. Bei etwas älteren Schülerinnen und Schülern können diese die Versuche eventuell unter guter

Aufsicht und mit Warnhinweisen durchführen. Die Versuche dürfen nur von Lehrkräften durchgeführt werden, welche die Verläufe und Ausgänge der Versuche einschätzen können.

Arbeitsvorgang:

A) Reaktionen von Metallen mit Salzsäure

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet für jede Schülerin/jeden Schüler Gummihandschuhe, Schutzbrille und einen Mantel vor. Die Lehrerin/der Lehrer legt für jede Gruppe einen Röhrchenständer, acht Röhrchen, Schleifpapier, Pipetten, etwas 10%-ige Salzsäurelösung und Metallstücke (Zink, Eisen, Kupfer und Aluminium, rostbeschichtetes Zink, Eisen, Kupfer und Aluminium) zurecht. Die Schülerinnen und Schüler sollen vor Beginn der Versuche den Mantel, die Schutzbrille und Gummihandschuhe anziehen. Im Röhrchenständer werden vier Röhrchen mit den Nummern 1 bis 4 einsortiert. In das erste Röhrchen fügen die Schülerinnen und Schüler ein Stück Zink, in das zweite ein Stück Eisen, in das dritte ein Stück Kupfer und in das vierte etwas Aluminium.

Die Schülerinnen und Schüler machen zunächst eine Aussage über den Verlauf der chemischen Reaktion, dann startet der Versuch und sie schreiben ihre Beobachtungen in die vorbereitete Tabelle. Die Lehrkraft gibt jeder Metallprobe 10%ige Salzsäure hinzu. In einer weiteren Runde werden im Röhrchenständer vier weitere Röhrchen mit den Nummern 5 bis 8 vorbereitet. Die oxidierten Metallteile werden vor Beginn mit dem Schleifpapier gereinigt, so dass z.B. das mit einem grünen Edelrost bedeckte Kupfer wieder rotbraun ist und das mit Eisenoxid beschichtete Eisen wieder silberweiß. Die Schülerinnen und Schüler setzen je ein gereinigtes Stück Zink in das Röhrchen 5, ein Stück Eisen in Röhrchen 6, ein Stück Kupfer in Röhrchen 7 und ein Stück Aluminium in Röhrchen 8. Den einzelnen gereinigten Metallproben wird jeweils 10%ige Salzsäurelösung hinzugefügt. Die Lehrkraft fordert die Schülerinnen und Schüler auf ihre Ideen zu äußern und fragt: *„Was passiert mit den Metallen, wenn sie in Salzsäure liegen?“* Die Schülerinnen und Schüler machen zunächst eine Aussage über den vermuteten Verlauf der chemischen Reaktion, dann starten sie den Versuch und schreiben ihre Beobachtungen in die vorbereitete Tabelle.

B) Langfristiges Aussetzen von Metallen in wässriger Lösung

Für eine langfristige Beobachtung der Metalle (bis zu acht Wochen), bereitet die Lehrerin/der Lehrer Metallproben in verschiedenen Umgebungen vor. Alle Metalle werden zuvor gründlich mit Schleifpapier gereinigt. Die ersten vier Glasröhrchen werden in den Röhrchenhalter gestellt und mit Wasser gefüllt. In diese Röhrchen werden im ersten Zink, im zweiten Eisen, im dritten Kupfer und im vierten Aluminium abgelegt. In einer zweiten Reihe des Röhrchenhalters werden vier weitere Röhrchen aufgestellt, diese werden dann aber mit Essig befüllt und dieselben vier Metalle in derselben Reihenfolge hineingelegt.

Die Metallproben müssen in mindestens zwei Drittel der Wasser- und Essiglösung eingetaucht werden. Die Lehrerin/der Lehrer beschriftet die Röhrchen und schließt sie mit Watte, damit das Gas frei entweichen kann aber die Röhrchen an der gleichen Stelle bis zur Laborübung stehen können.

Die Lehrerin/der Lehrer bittet die Schülerinnen und Schüler, anhand ihrer Experimente und ihrer Erfahrungen vorherzusagen, was mit den Metallen geschieht, die längere Zeit in Wasser oder Essig gegeben wurden. Dazu gibt die Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern folgende Frage zur Beobachtung: *„Was passiert mit den Metallen über eine längere Zeit, wenn sie in Wasser/Essig liegen?“* Die Röhrchen mit den Metallen werden nochmals betrachtet, wenn sie längere Zeit Wasser und Essig ausgesetzt waren. Die Röhrchen müssen für die Schülerinnen und Schüler unzugänglich und in einer sicheren Umgebung gelagert werden. Die Beobachtung erfolgt daher nur unter Aufsicht.

3.5 Licht

Arbeitsauftrag 1: Weißes und buntes Licht

Das Hauptziel der Aufgabe ist es, den Schülerinnen und Schülern zu zeigen, dass sich weißes Licht aus farbigem Licht zusammensetzt. Weiteres Ziel ist, Schülerinnen und Schüler zu ermutigen, unabhängig weiter zu forschen und die Phänomene der sie umgebenden Welt zu überprüfen. Ihnen soll klarwerden, dass physikalische Experimente nicht mit speziellen Hilfsmitteln in Laboratorien durchgeführt werden müssen, sondern auch in einer normalen Umgebung mit leicht zugänglichen Objekten und mit Hilfe einer genauen Beobachtung der umgebenden Realität möglich sind. Die Schülerinnen und Schüler können im Folgenden einzeln oder in kleinen Gruppen arbeiten.

Hilfsmittel:

Die Beobachtung der Zersetzung von Licht kann durch verschiedene Geräte erfolgen. Das am leichteste zugängliche Gerät ist ein herkömmliches CD-Laufwerk, welches das Licht durch Interferenzen an der Oberfläche, welche durch die Rillen auf der Aufzeichnungsfläche der Platte gebildet werden, bricht. Wenn ein klassisches optisches Prisma vorhanden ist, kann man auch mit diesem die Lichtzerlegung demonstrieren. In den meisten Fällen erfordert die Zerlegung von Licht unter Verwendung eines Prismas jedoch eine sorgfältigere Vorbereitung der Experimente, einschließlich der Installation einer speziellen Lichtquelle und Schatten. Am besten wird nicht zuerst mit dem optischen Prisma begonnen, sondern die Schülerinnen und Schüler untersuchen die CDs, um die Spektren des Lichts zu sehen. Die Schülerinnen und Schüler sollten zu dem Schluss kommen, dass das Licht und sein Farbspektrum kontinuierlich sind, d.h. es enthält alle Farben und diese fließen ineinander. Das Spektrum der LED „Lampen“ scheint auf den ersten Blick ebenfalls kontinuierlich zu sein, da es zunächst dem Sonnenlicht ähnelt. Dass die Intensität der einzelnen Farben bei unterschiedlichen Lichtquellen unterschiedlich ist, können die Schülerinnen und Schüler kaum wissen. Die Schülerinnen und Schüler werden gebeten die Grundfarben des Lichtspektrums der Sonne zu nennen. Idealerweise nennen sie die sieben Farben (des Farbspektrums nach Newton) – Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett. Sie müssen nicht exakt mit diesen Benennungen so bezeichnet werden.

Das Spektrum von Glühbirnen hat in der Regel eine andere Struktur, als die von Energiesparlampen. Diese (Kompaktleuchtstofflampen) haben klarere Schwerpunkte im Spektrum und sind weniger kontinuierlich. Als weiteres Beispiel einer Lichtquelle im Vergleich der verschiedenen Farbspektren, ist es sehr praktisch, ein Handy-Display zu verwenden. Wenn ein Teil der Anzeige abgedeckt wird, um einzelne Punkte als Lichtquelle zu beobachten, wird klar, dass das Licht, das wir als weiß sehen, tatsächlich aus rotem, grünem und blauem Licht besteht.

Ein interessantes Ergebnis erhält man auch, wenn man versucht das Spektrum eines von einem Laserpointer emittierten Lichts indirekt zu beobachten. Dieses Licht ist monochromatisch, so dass es keine Zersetzung in die Spektralfarben gibt. Achtung! Verwenden Sie keine starken Laser, sondern nur Laserpointer und beobachten Sie diese nie direkt, indem er auf ein Auge gerichtet ist, sondern nur auf Oberflächen. Sonst wird das Auge des Betrachters vorübergehend geblendet. Bei stärkeren Lasern besteht auch die Gefahr einer dauerhaften Augenschädigung, wenn der intensive Laserstrahl das ungeschützte Auge erreicht.

Weiterhin kann das Farbspektrum des Lichts anhand des Regenbogens leicht ohne Hilfsmittel beobachtet werden. Dieser erscheint natürlich bei Regen, aber auch oberhalb eines Wasserfalls oder beim Sprühen von Wasser mit einem Gartenschlauch, wenn Sonnenlicht

darauf fällt und das Licht dadurch gebrochen wird. Da es nicht immer möglich ist, einen echten Regenbogen zu beobachten, können auch qualitativ hochwertige Fotos zur Untersuchung des Phänomens herangezogen werden. Die Aufgabe an die Schülerinnen und Schüler ist es, zu bestimmen, welche Farben im Spektrum enthalten sind und in welcher Reihenfolge sie erscheinen.

! Für die Schülerinnen und Schüler ist es wichtig zu erkennen, dass die Reihenfolge der Farben im Spektrum immer die gleiche ist, egal ob es sich um kontinuierliche oder Linienspektren handelt. Die Zersetzung des Lichts z.B. durch Reflexion auf einer CD, einem optischen Prisma oder durch Wassertröpfchen bildet immer dieselbe Reihenfolge der Farben ab, wie die, die im Regenbogen sichtbar sind. Es ist ratsam, für die Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Schülerinnen und Schüler genug Zeit einzuplanen. Einige Beobachtungen und Schlussfolgerungen daraus, insbesondere z.B. die aus der Brechung von Licht an einer herkömmlichen CD mit einer flachen Lichtquelle, sind möglicherweise nicht abschließend vollständig. In dieser Teilaufgabe geht es um qualitative Beobachtungen, da bei der Beobachtung nichts quantifiziert werden kann.

Arbeitsvorgang:

Die beobachtete Lichtquelle muss kleine Winkelanteile zur Reflexionsfläche haben, um das Licht im Spektrum beobachten zu können.

Wir legen eine normale CD so ab, dass wir die Aufzeichnungsschicht (Rückseite der CD) ungefähr aus einem Winkel von 30 – 40° betrachten und die Lichtquelle für die Reflexion sich auf der gegenüberliegenden Seite der CD befindet. Nach leichtem Neigen der Scheibe sehen wir das Spektrum der beobachteten Lichtquelle. Für die grundlegende Beobachtung der Reflexion von kleineren Lichtquellen können CDs dienen. Bei der Beobachtung einer sehr intensiven Lichtquelle (wie der Sonne, oder einem Laser (Achtung nie direkt betrachten!)) ist es möglich, in einem normalen, nicht verdunkelten Raum zu sein. Bei der Betrachtung der Reflexion von Glühlampen oder Leuchtstofflampen ist es ratsam, dass der Raum zumindest teilweise verdunkelt wird. Eine gute Verdunkelung ist erforderlich, um die Reflexion der Anzeige des Handys zu beobachten. Die Lehrkraft bittet die Schülerinnen und Schüler Folgendes zu beobachten: *„Beobachte das Farbspektrum verschiedener Lichtquellen. Verwende dazu die Widerspiegelung des Lichtes auf einer CD (oder anderer Hilfsmittel). Beschreibe die Farben die du sehen kannst und ihre Reihenfolge. Was fehlt im Vergleich zu anderen?“*

Variante: Basteln eines Spektroskops

Zur besseren Beobachtung und Untersuchung von Licht, können einfache Spektroskope mit einem „Lichtschlitz“ und mit Hilfe einer CD hergestellt werden. Schneiden Sie aus schwarzem Papier den Körper des Spektroskops aus, kleben Sie die CD auf die Bodenseite des Spektroskops und kleben Sie die Schachtel zusammen. Die Verwendung eines solches Spektroskop hat Vorteile gegenüber der Beobachtung allein mit der CD: durch die Dunkelheit in der Box wird das Umgebungslicht weitestgehend gedimmt, so dass das Bild kontrastreicher wird. Das Licht der Quelle wird durch den Eintrittsspalt begrenzt, so dass wir uns nicht auf die Beobachtung gebündelter oder intensiver Lichtquellen beschränken müssen. Das Design der Box gewährleistet den richtigen Blickwinkel, ohne dass die CD kompliziert gekippt werden muss, um die Reflexion zu finden. Aus einer CD können 10 und mehr Spektroskope hergestellt werden. Es ist ratsam, die Stücke mit einem heißen Messer von der CD zu trennen. Es können auch Scheren verwendet werden, wobei die Gefahr besteht, dass die CD reißt oder die Aufzeichnungsschicht sich löst. Im Notfall können Sie auch eine DVD verwenden. Ihre Aufzeichnungsschicht hat jedoch eine violette Farbe, welche die Beobachtung verzerrt. Sie hat auch eine andere Dichte der Aufzeichnungsrillen, so dass das Spektrum schlechter und weniger offensichtlich ist.

Wenn Sie als Lichtquelle das Display des Handys verwenden, müssen Sie die Beleuchtung des Displays auf 100% stellen. Wenn Sie ein Smartphone haben, können Sie sich am besten eine App mit verschiedenen Lichtern installieren. GooglePlay oder der AppStore bieten Services zu „Lichtern" an, z.B. hat Android die „Brightest Free Light"-App, welche die LED-Kamera oder das Display bis zu 100% beleuchten kann.

Wie kann ich den Arbeitsauftrag an die Fähigkeiten meiner Schülerinnen und Schüler anpassen?

- **Für schwächere Schülerinnen und Schüler** reicht es aus, das kontinuierliche Spektrum der Farben des Lichts von Sonne und Glühbirne zu beobachten. Die Schlussfolgerung kann darin bestehen, die Farben im Spektrum zu benennen und darauf hinzuweisen, dass das Spektrum bei Sonne und Glühbirne gleich aussieht.
- **Begabte Schüler** können versuchen, feine Unterschiede zwischen dem Spektrum der Sonne und der LED-"Glühbirne" zu finden. (Beide Spektren sind zusammenhängend, jedoch ist die Lichtintensität im blauen (insbesondere wenn die kühle weiße LED sichtbar ist) und die Intensität im violetten Teil deutlich stärker.) Es ist auch möglich diesen Schülerinnen und Schülern, das Phänomen des sekundären Regenbogens zu erklären. (Die Reflexion der Wassertropfen wird quasi dupliziert, und die Reihenfolge der Farben umgekehrt, genau wie im Spiegelbild.)

Arbeitsauftrag 2: Gesetz der Lichtreflexion

Ziel dieser Aufgabe ist es, die Schülerinnen und Schüler das Gesetz der Lichtreflexion überprüfen zu lassen.

Arbeitsvorgang:

Bevor Sie mit den Experimenten beginnen, ist es angebracht, mit den Schülern auf Grundlage der Zeichnungen im Arbeitsblatt zu erraten, wie die Reflexion des Lichts vom Spiegel erfolgen wird. Die Schülerinnen und Schüler sollen von ihren bisherigen Erfahrungen berichten. Die Lehrkraft fragt die Schülerinnen und Schüler: *„Schätze ein, wie der Lichtstrahl von der Fläche (z.B. CD) widergespiegelt wird. Zeichne die Richtung des sich spiegelnden Strahls in allen 4 Situationen ein."* Falls die Einschätzung ihnen schwerfällt oder zur Unterstützung ihrer Vorstellung, können Sie einen improvisierten Billardtisch bauen: an einem Tisch wird eine Begrenzung auf einer Seite errichtet, so können Sie mit den Schülerinnen und Schülern die Reflexionen mit Hilfe eines Balls, der aus verschiedenen Winkeln gegen die Begrenzung gerollt wird, veranschaulichen. Man kann davon ausgehen, dass die Erfahrungen, welche die Schülerinnen und Schüler durch dieses Experiment verdeutlicht bekommen, bereits aus der Vergangenheit existieren. Basierend auf diesem vorgestellten, mechanischen Experiment oder aufgrund früherer Erfahrungen, füllen die Schülerinnen und Schüler die erste Spalte der Tabelle für die erwarteten Ergebnisse des Experiments aus.

Nun beginnt das eigentliche Experiment zum Thema Licht und Reflexion. Dazu werden eine Lichtquelle (z.B. Laserpointer), eine Spiegelfläche (z.B. auch CD) und ein weißes Blatt Zeichenpapier benötigt. Das Zeichenpapier wird so auf den Tisch gelegt, dass es sich senkrecht zum Spiegel befindet. Mit dem Laserpointer zeigen die Schülerinnen und Schüler den Lichtstrahl auf dem Papier und beobachten, wo er reflektiert wird. Laserpointer sollten niemals auf die eigenen Augen oder die Augen anderer Menschen gerichtet werden. Blendung auf kurze Distanz kann das Auge schädigen. (Es ist wichtig, dass beim Neigen des Pointers der Auftreffpunkt des Strahls auf dem Spiegel konstant bleibt. Am besten wird dieser Punkt auf dem Blatt markiert.) Der Laserstrahl ist natürlich schmal, so dass selbst wenn der Pointer möglichst nahe an die Papierebene gelegt wird, nur ein Teil des Strahls auf das Papier proji-

ziert wird. Die Spuren der Strahlen werden aus verschiedenen Winkeln auf den markierten Punkt reflektiert und es wird mit einem Bleistift der Verlauf des Strahls – sowohl einfallend als auch austretend – aufgezeichnet. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Beobachtung in ihr Arbeitsblatt übertragen. (Es ist möglich, eine andere Lichtquelle anstelle des Laserpointers zu verwenden.) Die Lehrkraft gibt folgenden Gedankenimpuls: *„Kannst du ein Muster oder eine allgemeine Regel für die Richtung des widergespiegelten Strahls erkennen?"*

Der Vorgang wird für alle 4 Positionen, die im Arbeitsblatt für die Lichtquelle und den Spiegel angegeben sind, wiederholt. Ob der Winkel im Experiment genau mit der Zeichnung der Winkel im Arbeitsblatt übereinstimmt, ist nicht kritisch. Es ist nur wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler für die folgenden Situationen im Experiment ein Beispiel bekommen: 1) der auftreffende Strahl ist nahezu parallel zum Spiegel (er steht mit der Spiegelebene in einem Winkel von etwa 10°); 2) der einfallende Strahl befindet sich im Winkel von etwa 45° zur Spiegelebene (so dass die einfallenden und reflektierten Strahlen fast orthogonal sind); 3) der Strahl befindet sich in einem Winkel von etwa 70 bis 80° (fast, aber nicht vollständig senkrecht); 4) der Strahl steht senkrecht zum Spiegel. Die Angaben zum Winkel sind zur Orientierung der Lehrerin/des Lehrers gedacht, nicht für die Schülerinnen und Schüler, da diese die Winkeleinteilung nicht unbedingt kennen. Aufgrund des experimentell bestimmten Verlaufs der einfallenden und reflektierten Strahlen erkennen die Schülerinnen und Schüler einen Teil des Reflexionsgesetzes in dem Sinne, dass der auftreffende und der reflektierte Strahl den gleichen Winkel zur Spiegelfläche einnehmen. Im Reflexionsgesetz werden die Winkel zwischen dem Strahl und der Senkrechten gemessen und angegeben. Dennoch ist es in Ordnung zu tolerieren, dass die Schülerinnen und Schüler den Winkel zwischen Spiegel und Lichtstrahl in den Blick nehmen. Wenn möglich kann im Gespräch der Blick auf den Winkel von Lichtstrahl zur Senkrechten gelenkt werden. Da der gesamte Versuch in der Zeichenebene verläuft, ist es nicht erforderlich, den zweiten Teil des Reflexionsgesetzes (Einfallender Strahl, Einfallslot und reflektierter Strahl liegen in einer Ebene) einzuführen, da der reflektierte Strahl auf der Ebene des Papiers verbleibt.

Wie kann ich den Arbeitsauftrag an die Fähigkeiten meiner Schülerinnen und Schüler anpassen?

- **Für schwächere Schülerinnen und Schüler** – können auch nur zwei Tabellenzeilen (z. B. erste und dritte) ausgefüllt werden. Die Schlussfolgerung desselben Einfalls- und Reflexionswinkels kann als Möglichkeiten abgeleitet werden.
- **Begabte Schülerinnen und Schüler** können mit Unterstützung des Reflexionsgesetzes logisch weiterdenken und die Idee des Experiments auf den Raum „hinter dem Spiegel" (= 3. Dimension) verallgemeinern, d. h. der reflektierte Strahl verbleibt bzw. verläuft weiter in den Spiegel hinein.

Arbeitsauftrag 3: Energie der Licht- und Wärmestrahlung

Arbeitsauftrag 3a:

Das Hauptziel der Aufgabe besteht darin, die Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam zu machen, dass Licht häufig von Wärmestrahlung begleitet wird und auf beide Weisen Energie übertragen wird. Körper, die erglühen, weil sie erhitzt sind, strahlen einen großen Teil der Energie in Form von Wärmestrahlung aus. Die oben erwähnte Glühbirne strahlt 5 – 10% der Energie als Licht, den Rest als Wärme aus. Verschiedene Lichtquellen basieren auf unterschiedlichen Prinzipien, LEDs oder Leuchtstofflampen haben ein anderes Wärme-Lichtverhältnis, mit dem sie Energie abgeben: Sie geben im Vergleich zu herkömmlichen Glühbirnen einen kleineren Anteil an Wärme ab. Die Schülerinnen und Schüler sollen daher bei diesem Arbeitsauftrag die Wärmeenergie messen, die von normalen Glühbirnen im Vergleich zu LED-Lampen abgegeben wird.

Arbeitsvorgang:

Bevor das Experiment startet werden die Schülerinnen und Schüler gebeten, zunächst abzuschätzen, wie das Experiment verläuft, bei dem das Aufheizen von schwarzem Papier durch a) eine normale Glühbirne und b) eine LED-Glühbirne beobachtet wird. Die Lehrerin/der Lehrer fragt die Schülerinnen und Schüler: *„Schätze aufgrund deiner Erfahrungen ein, von welcher Lichtquelle das Papier schneller aufgeheizt wird."* Es ist ratsam, die Schülerinnen und Schüler dies nur auf der Grundlage ihrer eigenen Erfahrung schätzen zu lassen oder sie an die Erklärung, warum herkömmliche Glühlampen durch andere künstliche Lichtquellen ersetzt werden, zu erinnern. Sie sollen zu diesem Zeitpunkt keine Annäherung der Hand oder eines anderen Körperteils an die Lichtquelle unternehmen.

Um den ersten Teil der Aufgabe experimentell umzusetzen, werden zwei Lichtquellen mit einem ähnlichen Lichtstrom, idealerweise eine Lampe mit normaler Glühbirne und eine mit LED-Glühbirne, vorbereitet. Zum Beispiel kann dazu eine 100-W-Glühlampe mit einem Lichtstrom von ca. 1.300 lm und eine LED-Glühbirne mit einer Leistung von ca. 13 Watt bei vergleichbarem Lichtstrom hergenommen werden. Weiterhin sind mehrere Thermometer mit einem Erfassungsbereich, der sich mindestens von der Raumtemperatur bis mindestens 50 °C/vorzugsweise bis zu 100 °C erstreckt, und schwarze Papierblätter vorzubereiten. In einem bestimmten Abstand zur Lampe mit der gewöhnlichen Glühbirne, werden das Papier und darunter ein Thermometer platziert. Unter die Lampe mit der LED-Glühbirne werden im gleichen Abstand ein zweites Papier und darunter ein Thermometer gelegt. Es ist darauf zu achten, dass die Thermometer und Papiere auf demselben Untergrund (z. B. Holztisch, Teppich, Linoleum) liegen. Die Lampen mit Glühbirne und LED-Glühbirne werden eingeschalten und die Temperatur wird in regelmäßigen Abständen an beiden Thermometern zeitgleich abgelesen. Die Messung kann nach Erreichen einer vereinbarten Zeit, einer bestimmten Anzahl an Messungen oder bei Überschreiten des Thermometerbereichs beendet werden. Nach Abschluss der Messung vergleichen die Schülerinnen und Schüler die resultierende Temperatur beider Thermometer. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass eine Lichtquelle mehr Wärme produziert. Das experimentell erhaltene Ergebnis kann mit der ursprünglichen Schätzung verglichen werden. Die Lehrkraft gibt den Schülerinnen und Schülern die folgende Instruktion: *„Vergleiche deine ursprüngliche Einschätzung mit den Ergebnissen der Messung. Wenn es Unterschiede zwischen den eingeschätzten und gemessenen Werten gibt, versuche diese zu erklären."* Den Schülerinnen und Schülern sollte ins Gedächtnis gerufen werden, dass beide Lichtquellen eine vergleichbare Lichtmenge abgeben.

Arbeitsauftrag 3b:

Der zweite Teil zum Thema „Energie der Licht- und Wärmestrahlung" besteht darin zu überprüfen, wie unterschiedlich Körper mit verschiedenen Oberflächenfarben Wärme und Licht aufnehmen. Der ideale schwarze Körper absorbiert die gesamte einfallende Strahlung und wandelt sie in seine innere Energie um. Schwarzes Papier nähert sich trotz der Eigenschaft einer absolut schwarzen Oberfläche keineswegs einem idealen schwarzen Körper, dennoch sollte zu weißem Papier ein Unterschied deutlich erkennbar werden. Die Körper mit heller Oberfläche reflektieren das meiste der einfallenden Energie zurück in die Umgebung, wohingegen dunkle Körper sie absorbieren. Aus eigenen Erfahrungen sollten Schülerinnen und Schüler bereits das Vorwissen mitbringen, dass Körper mit dunkler Oberfläche in der Sonne schneller warm werden als Körper mit heller Oberfläche. Diese allgemein bekannte Tatsache wird durch das folgende Experiment bestätigt.

Arbeitsvorgang:

Für das Experiment wird eine Lichtquelle (idealerweise eine Lampe mit regulärer Glühbirne mit ca. 100 W), mehrere Thermometer mit einem Temperaturbereich bis zu mindestens 50 °C, vorzugsweise 100 °C, und schwarzes und weißes Papier benötigt.

Unter eine eingeschaltete Glühbirne werden im selben Abstand ein weißes und ein schwarzes Papier gelegt. Unter die Papiere werden jeweils die Thermometer platziert. Sowohl Thermometer als auch Papiere müssen auf demselben Untergrund liegen (z. B. Holztisch, Teppich, Linoleum). Die Lehrerin/der Lehrer gibt den Schülerinnen und Schülern folgende Instruktion: *„Schätze aufgrund deiner vorigen Erfahrungen ein, ob der schwarze oder der weiße Gegenstand mehr Energie aufnehmen und bei ihnen daher die Temperatur schneller steigt. Notiere deine Einschätzung."* In regelmäßigen Abständen wird die Temperatur zeitgleich auf den Thermometern unter dem weißen und schwarzen Papier abgelesen und in die Tabelle eingetragen. Die Messung kann nach Erreichen einer vereinbarten Zeit, einer bestimmten Anzahl an Messungen oder bei Überschreiten des Thermometerbereichs beendet werden. Nach Abschluss der Messung vergleichen die Schüler die resultierende Temperatur beider Thermometer und ziehen die Schlussfolgerung, welches der verwendeten Papiere mehr Energie aufgenommen hat. Das experimentell erhaltene Ergebnis kann mit der ursprünglichen Schätzung verglichen werden. Die Lehrkraft gibt folgende Anweisung: *„Vergleiche deine ursprüngliche Einschätzung mit den Ergebnissen der Messung. Wenn es Unterschiede zwischen den eingeschätzten und gemessenen Werten gibt, versuche diese zu erklären."* Abschließend kann darauf hingewiesen werden, dass beide Papiere gleich weit von der Lichtquelle entfernt waren und somit eine vergleichbare Menge an Energie (Licht und Wärme) sie erreicht hat.

Wie kann ich den Arbeitsauftrag an die Fähigkeiten meiner Schülerinnen und Schüler anpassen?

- **Für schwächere Schülerinnen und Schüler** genügt, wenn sie die Temperatur nach einer bestimmten eingestellten Zeit einmal ablesen und vergleichen.
- **Begabte Schülerinnen und Schüler** können die gemessenen Temperaturen in Diagrammen (Zeit und Temperatur als Achsen) darstellen und beide Kurven vergleichen. So sollte der Trend der Temperaturänderungen sichtbar werden. (Er sollte ungefähr linear sein.)

3.6 Physikalische Größen (Volumen, Kraft, Zeit, Gewicht)

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Dauer	Schwierigkeitsgrad	Alter	Verwendete Werkzeuge und Materialien	Ziel der Aktivität
Volumen, Arbeitsauftrag 1: Volumenmessung	45 Minuten	leicht	ab 9 Jahren	PET-Flasche, Schere, wasserfester Stift, Messzylinder, zu messende Körper oder Substanzen, Kopien des Arbeitsblatts	Das Prinzip der Messung des Volumens von flüssigen, losen und festen Substanzen verstehen.
Volumen, Arbeitsauftrag 2: Messung des Lungenvolumens	45 Minuten	leicht	ab 9 Jahren	5-Liter-Kunststoffkanister, wasserfester Stift, Messzylinder, Schlauch, größeres Behältnis (Schüssel), Kopien des Arbeitsblatts	Das Prinzip der Messung des Volumens gasförmiger Substanzen verstehen.
Gewicht, Arbeitsauftrag 1: Gewichtsmessung mit einer Lineal Waage	45 Minuten	mäßig anspruchsvoll	ab 9 Jahren	Lineal, Klammer, Schnur, Karton, Schere, Papier, Bleistift, Gewichtssatz (bekannte Gewichte), zu vermessende Körper, Kopien des Arbeitsblatts	Die Wirkung von Gewicht beobachten und verstehen, basierend auf der Verformung eines elastischen Körpers.

Übung	Dauer	Schwierig-keitsgrad	Alter	Verwendete Werkzeuge und Materialien	Ziel der Aktivität
Zeit, Arbeitsauftrag 1: Herstellen einer Papiersonnenuhr	30 Minuten	leicht	ab 8 Jahren	Schere, Kleber, Anlage mit der Vorlage für die Papiersonnenuhr	Verständnis der Funktionsweise von Sonnenuhren und Erkennen von Unregelmäßigkeiten der Sonnenbewegung am Himmel.
Zeit, Arbeitsauftrag 2: Herstellen einer Sonnenuhr im Garten	12 Stunden	mäßig anspruchs-voll	ab 8 Jahren	Holz- oder Metallstab, Winkelmesser, Steine oder Stifte, um das Zifferblatt zu markieren, Kopien der Korrekturtabelle für die Sonnenuhr	Verständnis der Funktionsweise von Sonnenuhren und Erkennen von (Un-) Regelmäßigkeiten der Sonnenbewegung am Himmel.
Kraft, Arbeitsauftrag 1: Messung der Zugkraft	30 Minuten	mäßig anspruchs-voll	ab 9 Jahren	Gummiband/-seil, fester Griff, Tisch, Papier, Bleistift, (hängendes Gewicht)	Verständnis der Funktionsweise von Geräten zur Messung von Kraft.
Kraft, Arbeitsauftrag 2: Beobachtung von Gewichts- und Auftriebskraft	20 min	leicht	ab 9 Jahren	PET-Flasche, Streichhölzer, Wasser, Schere	Erkennen von Veränderung des Gewichts von Körpern durch Änderung der Zusammensetzung.

Volumenmessung

Arbeitsauftrag 1: Volumenmessung

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 9 – 11 Jahre oder älter
Dauer: eine Unterrichtsstunde

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler schneiden den Hals einer transparenten PET-Flasche ab. Sie fügen nach und nach Wasser mit bekanntem Volumen hinzu (z. B. 100 ml) und notieren Sie den Wasserstand (Abbildung 7). Eine Skala zur Volumenmessung ist so entstanden. Die Schülerinnen und Schüler messen nun welches Volumen unterschiedliche Substanzen mit identischem Gewicht haben. Die Lehrkraft gibt folgende Instruktion: *„Beobachte, wie viel Wasser durch Versenken von 500g Wasser (usw.) verdrängt werden und notiere das Volumen in der Tabelle im Arbeitsblatt.“*

Volumen messen:

1. Wasser mit einem Gewicht von 500 g
2. Sand mit einem Gewicht von 500 g
3. Eisengewicht mit einem Gewicht von 500 g
4. Holzprisma mit einem Gewicht von 500 g

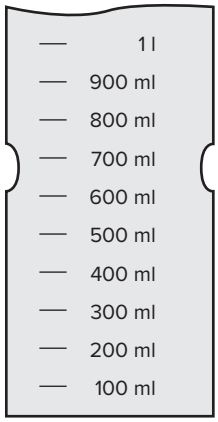


Abbildung 7: PET Messzylinder

Arbeitsauftrag 2: Messung des Lungenvolumens

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 9 – 11 Jahre oder älter
Dauer: eine Unterrichtsstunde

Arbeitsvorgang:

Aus einem Kanister wird ein 5-Liter-Messzylinder (ähnlich wie in Arbeitsauftrag 1) hergestellt. Das Spirometer wird mit Wasser gefüllt und umgedreht in einem Waschbecken/einer großen Schüssel platziert (siehe Abbildung 8), so dass sich die Öffnung unter Wasser befindet. Die Schülerinnen und Schüler entkorken nun das Spirometer und stecken einen Schlauch in die Öffnung des Kanisters (Abbildung 8). Durch Ausatmen der Luft in den Schlauch können die Schülerinnen und Schüler nun das Volumen ihrer Lunge erfassen. Dieses können sie jetzt am Spirometer ablesen.

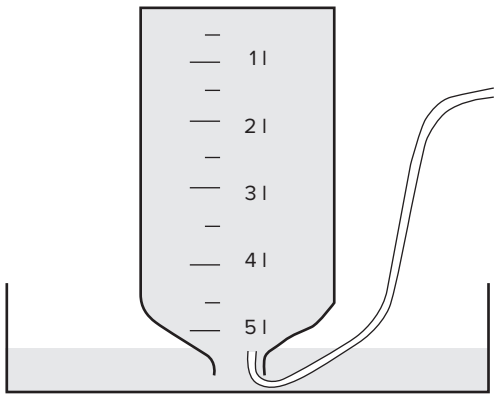


Abbildung 8: Spirometer aus Kunststoffkanister

Gewicht

Arbeitsauftrag 1: Gewichtsmessung mit einer Linealwaage

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 9 – 11 Jahre oder älter
Dauer: eine Unterrichtsstunde

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler befestigen am Ende des Lineals ein Behältnis, indem sie dieses mit einer Schnur am Lineal anbinden (siehe Abbildung 9, z. B. kann aus einem Karton ein Behältnis hergestellt werden, im Idealfall hat das Lienal ein Loch zur leichteren Befestigung). das andere Ende des Lineals wird dann z.B. mit einer Schraubklemme am Tisch angebracht. Beispielsweise an der Wand direkt neben dem Lineal wird ein Papier befestigt, um darauf eine Skala einzeichnen zu können (Abbildung 9). Die Ausgangslage des Lineals wird auf dem Papier mit „0 g“ beschriftet und markiert. Die Schülerinnen und Schüler legen jetzt die Gegenstände mit bekannten Gewichten in das Behältnis und dokumentieren die Durchbiegung des Lineals jeweils auf dem Blatt. Die Lehrkraft gibt folgende Instruktion: *„Wenn du genug Markierungen hast, dann kannst du anfangen Gegenstände zu „wiegen“ deren Gewicht du nicht kennst. Prüfe die Richtigkeit der Messung durch eine Digitalwaage.“* Wenn die Skala fein genug ist, kann ihr Gewicht jetzt „abgelesen“ werden.

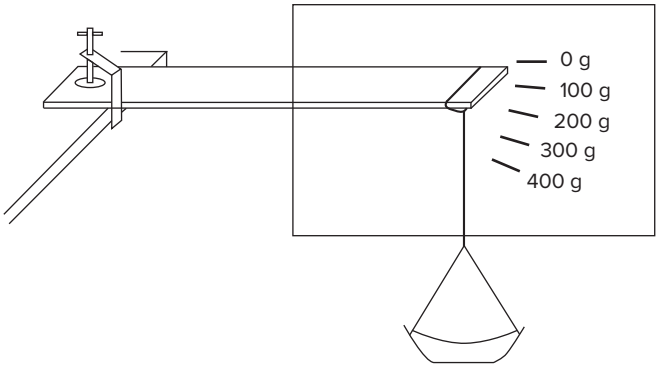


Abbildung 9: Gewicht aus einem Lineal

Zusätzliche Fragen:

- Welche Gewichte können mit der so hergestellten Waage gewogen werden? (Das maximale Gewicht ergibt sich aus der Stärke des Lineals.)
- Wie könnten wir die Empfindlichkeit der Waage erhöhen? (Wir können die Empfindlichkeit erhöhen, indem wir ein längeres Lineal verwenden.)
- Wie können wir den Skalenbereich so verschieben, dass die Waage schwerere Gegenstände messen kann? (Wir erhöhen den Bereich, indem wir das Lineal kürzen oder zwei oder mehr Lineale übereinander verwenden.)

Zeit

Arbeitsauftrag 1: Herstellen einer Papiersonnenuhr

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 8 – 11 Jahre oder älter
Dauer: ca. 30 Minuten

Arbeitsvorgang:

Um eine Sonnenuhr herzustellen, kann die Vorlage aus dem Anhang verwendet werden. Die Uhr wird genau ausgeschnitten und horizontal an einen sonnigen Ort gelegt. Die Schülerinnen und Schüler warten so lange, bis die Uhr eine Uhrzeit anzeigt. Jetzt wird die Sonnenuhr so eingestellt, dass nach der Korrektur dieselbe Uhrzeit angezeigt wird, wie bei einer anderen Uhr (z.B. Armbanduhr).

Arbeitsauftrag 2: Herstellen einer Sonnenuhr im Garten

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 8 – 11 Jahre oder älter
Dauer: einen Tag (12 Stunden)

Arbeitsvorgang:

Für diese Aufgabe wird eine längere Zeitspanne benötigt, da einen gesamten Tag Aufzeichnungen gemacht werden. Wählen Sie einen Ort, der den ganzen Tag von der Sonne beleuchtet wird. Befestigen Sie eine Stange im Norden der Fläche, die für die Sonnenuhr genutzt wird und in einem Winkel von 50° zum Boden. Die Schülerinnen und Schüler können nun die Position des Schattens jede Stunde aufzeichnen. Beachten Sie jedoch, dass die Sonnenuhr aufgrund des aktuellen Datums um einige Minuten zu schnell oder verzögert sein kann.

Kraft

Arbeitsauftrag 1: Messung der Zugkraft

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 9 – 11 Jahre oder älter
Dauer: 30 Minuten

Arbeitsvorgang:

Befestigen Sie das Gummiseil (oder ähnliches, etwa 3 Meter lang) mit einem Ende an einem festen Gegenstandes der auch bei hohem Kraftaufwand nicht kippen oder beschädigt werden kann. Am anderen Ende des Seils können Sie einen kurzen Stab als Griff anbringen. Markieren Sie mit einem Zeichen ungefähr die Mitte des Seils. Platzieren Sie unter dem Seil an der Stelle der Marke einen Tisch und darauf ein Blatt Papier, auf dem eingezeichnet wird, wie sich die Mitte des Seils verändert. Jetzt dürfen die Schülerinnen und Schüler an dem Seil ziehen und es kann geschaut werden, wer die größte Zugkraft entwickeln kann. Die Lehrerin/der Lehrer gibt folgende Instruktion: *„Ziehe mit großer Kraft an dem Seil und beobachte, wie sich die Markierung verändert."* Die Veränderung des Mittelpunkts des Seils wird durch Markierungen auf dem Blatt eingetragen (Abbildung 10). Die Zugkraft wird durch die Kraft, die zwischen dem Boden und den Schuhen wirkt, beeinflusst. Daher können die Schülerinnen und Schüler auch mal barfuß oder wenn möglich auf unterschiedlichem Untergrund an dem Seil ziehen.

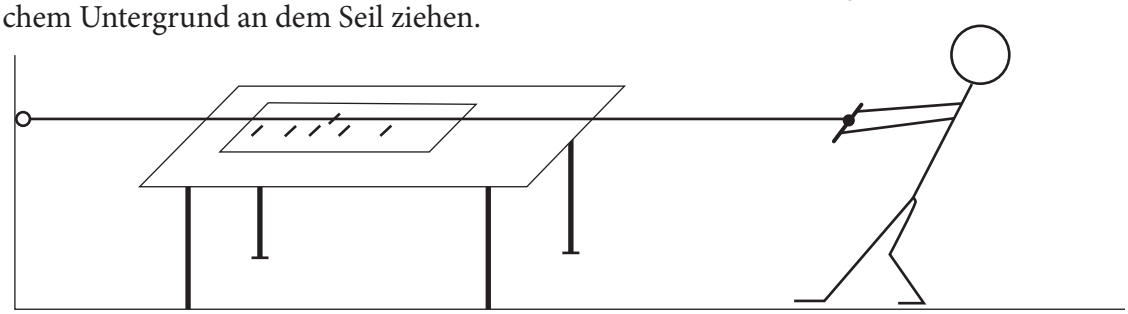


Abbildung 10: Messung der Zugkraft mit einem Gummischlauch

Arbeitsauftrag 2: Beobachtung der Gewichts- und Auftriebskraft

Empfohlenes Alter der Schülerinnen und Schüler: 9 – 11 Jahre oder älter
Dauer: 20 Minuten

Arbeitsvorgang:

Füllen Sie eine verformbare PET-Flasche bis zum Rand mit Wasser und geben Sie einige Streichhölzer hinein. Je mehr die Schülerinnen und Schüler drücken, desto mehr Streichhölzer werden sinken. Die Lehrkraft gibt folgende Instruktion: *„Drücke die Flasche mit der Kraft deiner Hand. Was beobachtest du?"* Dieses Gerät zur Messung der Kräfte, die wirken (Gewichts- und Auftriebskraft), arbeitet nach dem Prinzip, dass die Dichte des Streichholzes, durch das in seinen Körper eingepresste Wasser, verändert wird. Dichte und Gewicht verändern sich und so auch das Verhältnis von Gewichts- und Auftriebskraft, die auf die Streichhölzer wirken (archimedisches Prinzip). Schülerinnen und Schüler kennen das Konzept der Dichte in der Regel nicht, also verwenden wir die Umschreibung: *„Wenn wir ein wenig Wasser in das Streichholz hineindrücken, erhöhen wir das Gewicht des Streichholzes."*

OBJEKTE KÖNNEN ANDERE OBJEKTE AUS DER FERNE BEEINFLUSSEN

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Harlen (Harlen, Hrsg., 2015) beschreibt das Konzept wie folgt: Alle Objekte beeinflussen andere Objekte, ohne sie zu berühren. In einigen Fällen liegt der Einfluss eines Objekts auf das andere Objekt in Form von Strahlung (z. B. sichtbares Licht) vor. In anderen Fällen wird der Einfluss eines Objekts auf das andere durch das Vorhandensein eines Kraftfeldes, eines magnetischen, elektrischen oder Gravitationsfeldes erklärt. Gravitation ist die allgegenwärtige Kraft, die zwischen allen Objekten wirkt, ob klein oder groß. Gravitation bewirkt, dass die Planeten auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne kreisen und Objekte auf der Erde in Richtung des Erdmittelpunkts fallen.

Im Sinne des **Konzepts der Big Ideas nach Wynne Harlen** geht es darum, ein umfassendes **Konzept des Phänomens, dass Kräfte von Objekten, die andere Objekte aus der Ferne beeinflussen können**, zu begreifen. Es ist ein Phänomen, das nur über Beobachtung vermittelt werden kann, d. h. es ist nicht möglich, die Kraft selbst direkt zu beobachten, sondern nur die Manifestation ihrer Wirkung, z. B. Anziehen einer (metallischen) Nähnadel zum Magneten oder Fallenlassen des Objekts auf den Boden. Harlen erwähnt in ihrem Buch, welches das Arbeiten mit dem Konzept der Big Ideas fokussiert (Harlen, Hrsg., 2015), dass ein elementares Verständnis dieses Konzepts erst im Alter von 7 – 11 Jahren möglich ist. **Das bedeutet, dass es Vorschulkindern noch schwerfällt, dieses Phänomen zu begreifen. Für Grundschulkinder ist es dagegen schon erfahrbar (siehe Abschnitt 1.2).**

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Im jüngeren Schulalter (7-11-Jährige), in dem die Kinder erste Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Grundphänomenen machen (nach Harlens Vorstellung des Konzepts der Big Ideas), sollten Schülerinnen und Schüler eine Idee davon haben, dass Objekte andere Objekte beeinflussen können, obwohl sie nicht in direktem Kontakt miteinander sind. Zum Beispiel kann Licht von nahegelegenen Lichtquellen wie Glühbirnen oder Feuer, aber auch von fernen wie Sonne und Sternen gesehen werden, weil es Objekte beeinflusst (bzw. anstrahlt), die von unseren Augen wahrgenommen werden. Die Objekte, die wir sehen, strahlen oder reflektieren das Licht, sodass es unser Auge identifizieren kann. Klang entsteht beispielsweise wenn eine Materie, z.B. Luft, zum Schwingen gebracht wird. Dieser Klang, also die Bewegung der Luft, kann von uns auch in einer bestimmten Entfernung von seiner Quelle wahrgenommen werden, da z.B. Luftvibrationen unsere Ohren durchdringen und somit den Klang „hörbar“ machen. Andere Beispiele von Objekten bzw. Kräften, die andere Objekte beeinflussen, ohne sie zu berühren, sind Magnete oder elektrische Ladungen und die Gravitation, durch die Dinge in Richtung des Erdkerns fallen.

Aus dem oben genannten wird deutlich, dass das genannte Phänomen die Aspekte **Magnetismus, Gravitation, Elektrizität, Licht und Klang umfasst**. Nach dem Konzept der Big Ideas nimmt eine Schülerin/ein Schüler während des jüngeren Schulalters Licht (von nahen Quellen wie Feuer oder Glühbirne oder von entfernten Quellen wie der Sonne oder anderen Sternen) als beobachtbares Dasein wahr, welches Objekte selbst bei sehr großen Entfernungen beeinflussen kann, da es sie für uns sichtbar macht.

Ein weiteres Element des Konzepts ist das Verständnis, dass wir die Objekte sehen, weil sie eine Quelle von Licht sind oder das Licht reflektieren. Weiterhin beinhaltet das Konzept auch das Konzept des Klangs. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Idee entwickeln, dass Töne entstehen, wenn Materie (z.B. Luft) schwingt. Wenn also die Luft in Bewegung kommt, dann können wir Geräusche wahrnehmen. Die Schülerinnen und Schüler sollen auch den Einfluss von Magneten auf andere Objekten (in einer gewissen Distanz), die Wechselwirkung von elektrischen Ladungen und die Wirkung der Erdanziehungskraft auf verschiedene Objekte wahrnehmen.

Schlüsselwörter:

Magnetismus
Gravitation
Elektrizität
Licht
Klang

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Magnetismus

Magnetit

Der mineralische Magnetit und seine magnetischen Eigenschaften wurden sowohl im antiken Rom als auch im alten China entdeckt und genutzt. Der Magnetit ist zu einem wichtigen Geschäftsartikel geworden, hauptsächlich aufgrund seiner Fähigkeit zu navigieren. Nach der Entdeckung dieser Magnetiteigenschaft mussten sich Seeleute nicht mehr nur auf Sterne und Leuchttürme an der Küste verlassen, sondern konnten nun auch Karten und den Kompass zur Hilfe nehmen, um ihr Schiff zu navigieren, da die magnetische Nadel des Kompasses die Nord-Süd-Richtung anzeigte.

Magnetit ist ein magnetisiertes Eisenerz. Nicht jedes Eisenerz auf der Erde hat magnetische Eigenschaften. Die Ursprünge dieser Besonderheit werden von Wissenschaftlern anhand verschiedener Theorien erklärt. Eine bevorzugte Erklärung ist, dass der Magnetit durch den natürlichen Vulkanismus gebildet wird. Durch die Druckentlastung beim Ausbruch bilden sich große Mengen an Gasen. Je nach Eigenschaften der ursprünglichen Gesteine und der Zusammensetzung der Lava, kommt es zur Bildung von Eisenhydroxiden, also eine Verstärkung der eisenhaltigen Schichten. Daraus entsteht beim Abkühlen Magnetit (durch Kristallisation). Wenn das Magma, welches das Eisen enthält, schnell abkühlt, kommt es nicht zur Bildung von Eisenhydroxiden, sodass sich nicht magnetisches Eisenerz ausbildet.

Im Sand und im Boden ist es möglich Spuren von Magnetit zu finden. Diese kleinen Teilchen können mit einem Eisenobjekt mit magnetischen Eigenschaften oder einem Magneten selbst angezogen werden. Große Magnetite sind dagegen schwerer zu finden, dennoch reicht die Menge aus, um Magnete zu produzieren.

Magnetismus in Objekten aus Eisen und Stahl

Eisen- und Stahlobjekte können durch das Reiben an/mit einem Permanentmagneten vorübergehend magnetisch aufgeladen werden. Nach dem Aufladen verlieren dünne, kleine Gegenstände aus Eisen (wie Nägel, Stifte) ihre magnetischen Eigenschaften in ein

paar Minuten. **Stahlgegenstände sind dagegen länger magnetisch, brauchen aber länger, um magnetisch aufgeladen zu werden. Dabei ist zu beachten, dass der Gegenstand nur in eine Richtung an den Permanentmagneten gerieben wird.** Somit können sich die Pole im Gegenstand schneller ausrichten, als wenn abwechselnd in beide Richtungen gerieben wird. Durch das Magnetisieren bildet sich um den Gegenstand ein magnetisches Feld mit einer bestimmten Feldstärke aus. Sie nimmt nach der Magnetisierung des Gegenstandes jedoch merklich ab. Dies bleibt gleich, egal wie oft der Gegenstand magnetisch aufgeladen wurde. Die zweite Möglichkeit, einen Gegenstand magnetisch aufzuladen, besteht darin, Objekte, die vom Magneten angezogen werden, lange Zeit in seiner Nähe zu belassen.

Industriemagnete

Industriemagnete bestehen üblicherweise aus Stahl und erhalten ihre magnetischen Eigenschaften durch die Einwirkung von elektrischem Strom. Beispielsweise indem ein Draht um einen Nagel gewickelt und dieser in den Stromkreis gehalten wird. Der Draht, mit der der Nagel umwickelt ist, stellt ein zentrales Element der Industriemagneten, die Spule, dar, durch welche der Strom fließt. Unmittelbar nach dem Anschließen an den Stromkreis entsteht in der Spule ein magnetisches Feld, durch das der Nagel magnetisch aufgeladen wird. **Ein solcher Magnet, welcher durch das Fließen von elektrischem Strom entsteht, wird als Elektromagnet bezeichnet.** Die Intensität des erzeugten Magnetfeldes hängt von der Dichte des durch den Draht fließenden elektrischen Stroms ab. Durch die dichte Umwicklung des Drahtes um den Nagel erhalten wir schon bei niedrigen Werten des fließenden elektrischen Stroms eine gute magnetische Ladung. Wird der Nagel vom aus dem Stromkreis entfernt, verliert er hingegen seine magnetischen Eigenschaften. **Das Prinzip der Schaffung eines Elektromagneten ist, dass jeder Draht, durch den der elektrische Strom fließt, ein magnetisches Feld in seiner Nähe erzeugt.**

Erdmagnetfeld

Die magnetischen Eigenschaften des Kompasses können ausgenutzt werden, da sich die Erde wie ein großer Magnet verhält. Der Grund für die **Existenz des Erdmagnetfeldes** wird durch mehrere Hypothesen erklärt. Eine dieser Erklärungen besagt, dass **Bewegungen im Erdinneren einen elektrischen Strom erzeugen, durch den das Magnetfeld induziert wird. Die Bewegungen zwischen dem inneren (festen) und äußeren (flüssigen) Teil des Erdkerns und der Rotation der Erde erzeugen einen elektrisch geladenen Materialfluss. Um diesen elektrisch geladenen Stromfluss herum, bildet sich ein Magnetfeld aus: das Erdmagnetfeld!** Da der Erdkern hauptsächlich aus Eisen und Nickel (magnetische Materialien) besteht, wird ein sehr großer Magnet erzeugt. Heutige (Land-)Karten sind an die Ausrichtung dieses Magnetfeldes angepasst. Die klassische Karte zeigt den Raum so, dass seine senkrechte Richtung die Nord-Süd-Richtung darstellt. Karten, die eine andere Ausrichtung haben, enthalten normalerweise eine Kompassrose, mit der die nördliche Richtung auf der Karte identifiziert werden kann. Da der nördliche geographische Pol etwa 1.600 km vom nördlichen magnetischen Pol entfernt ist und der südliche geographische vom magnetischen etwa 2.400 km, kann der Kompass mit hoher Präzision im Raum ausgerichtet werden.

Theorie der Elementarmagnete

Obwohl die magnetischen Eigenschaften einiger Metalle bereits seit mehreren Jahrhunderten verwendet werden, muss die Wissenschaft das Phänomen noch weiter untersuchen. Interessant ist die Tatsache, dass ein Magnet in kleinere Teile geteilt werden kann, wobei jeder Teil seinen Nord- und Südpol behält. Diese Eigenschaft wird mit dem **Begriff des Elementarmagneten** erklärt. **Magnete bestehen aus kleinen magnetischen Einheiten, den so genannten Elementarmagneten, innerhalb dieser jeweils ein nördlicher und südlicher Magnetpol identifiziert werden kann.** Diese Elementarmagnete sind zufällig in einem Material gespeichert, also nicht fest angeordnet. Wenn wir jedoch das Objekt mit einem Magneten in einer Richtung zu reiben starten, beginnen sich die Elementarmagnete in eine Richtung auszurichten, sodass ein Magnet mit Nord- und Südpol wird gebildet. Das Erwärmen des Magneten bewirkt eine Zunahme der Bewegung dieser kleinen magnetischen Einheiten, welches zur Folge hat, dass die geordneten Teile verschoben werden. Somit geht die magnetische Eigenschaft verloren. Dies geschieht auch bei einer starken Erschütterung des Magneten.

Magnete ziehen nur Metallobjekte an, aber nicht alle. Neben Eisen sind auch Kobalt und Nickel angezogen. Andere Metalle werden nicht vom Magneten angezogen. Zum Beispiel zieht korrosionsbeständiger Stahl den Magneten nicht an, und er ist dem Stahl mit einem hohen Eisengehalt sehr ähnlich, der vom Magneten angezogen wird. Die visuelle Unterscheidung der vom Magneten gezogenen Metalle von denen, die nicht vom Magneten angezogen werden, ist oft nicht möglich. Die Metalle können mit einer antikorrosiven Beschichtung aus einem anderen Metall behandelt sein. Dosen bestehen normalerweise aus Stahl (durch einen Magneten gezogen) und sind mit einer antikorrosiven Oberfläche überzogen, die selbst nicht vom Magneten angezogen wird. Die meisten Stifte bestehen aus Stahl und können mit einem Magneten zusammengehalten werden, aber einige (auch wenn sie ähnlich aussehen) können aus rostfreies Material oder Messing bestehen, was bedeutet, dass sie nicht vom Magneten angezogen werden. Ähnlich verhalten sich auch Schlüssel, Löffeln oder kleine Verbindern (Nägel, Schrauben, Muttern usw.).

Magnetfeld

Magnetische Eigenschaften zeigen sich nur in einem bestimmten Abstand vom bewegen. In einer gewissen Entfernung vom Magneten ist das Feld so schwach, dass wir es nicht erkennen können – praktisch existiert es gar nicht. **Verschiedene Magnete haben Magnetfelder, die sich auf verschiedene Entfernungen erstrecken (sie wirken auf Objekte und andere Magnete in unterschiedlichen Abständen).** Zusätzlich zu diesem Merkmal variieren die Magnete auch mit dem Magneten, und wir sagen, dass ein **magnetisches Feld** um den Magneten herum existiert. **Das Magnetfeld kann in der Intensität variieren, was dem Magneten entspricht, der Objekte aus einem größeren oder kleineren Abstand anzieht.** Auch wenn wir das Magnetfeld nicht sehen können, kann es zum Beispiel durch Eisenspäne beobachtet werden. Die meisten Eisenspäne befinden sich in der Nähe von Magnetpolen. Späne sind in bestimmten Linien organisiert, die die Feldlinien kopieren – Richtung der Magnetkraft. Obwohl die Eisenspäne nicht in einem Abstand zum Magneten angeordnet sind, bedeutet dies nicht, dass das Magnetfeld nicht funktioniert. Es ist einfach zu schwach, um die Späne zu **Intensität des Magnetfeldes.** Dies zeigt sich beispielsweise daran, dass Magnete mit hoher magnetischer Feldstärke ein größeres Gewicht von Eisenobjekten beibehalten. **Die Größe und Intensität des Magnetfeldes des Magneten sind zwei verschiedene Eigenschaften.** Dies bedeutet, dass der Magnet ein kleines (bis zu einer kleinen Entfernung), aber sehr intensives (um eine große Menge an Eisengegenständen zu behalten) Magnetfeld und dergleichen haben kann. **Das Magnetfeld wirkt auch durch Hindernisse, und das Magnetfeld selbst kann nicht reduziert oder geschwächt werden.** Dies bedeutet, dass, wenn ein Hindernis zwischen dem Magneten und dem von dem Magneten angezogenen Objekt eingefügt wird, der Magnet das Objekt erreichen wird, wenn es innerhalb der Reichweite seines Magnetfeldes ist.

2.2 Gravitation

Im Gegensatz zur magnetischen Kraft **sind Gravitationskräfte immer anziehend und existieren unter allen Objekten, denen ausnahmslos alle Stoffe ausgesetzt sind, sogar auch Licht. Die Gravitationskraft wirkt kontinuierlich auf Objekte und Materialien**. Zum Beispiel, wenn ein Fallschirmspringer in ein Flugzeug einsteigt, das ihn anhebt und er herausspringt, ist der Effekt der Gravitation besonders bemerkbar, wenn er aus dem Flugzeug springt, aber der Fallschirmspringer wird von der Gravitation in jedem Moment beeinflusst. **Gravitationskräfte hängen nicht von den Eigenschaften der Umgebung ab**, wie dies bei magnetischen Effekten der Fall ist, auch hier können ihre Wirkungen durch Hindernisse nicht „geschwächt“ oder „überschattet“ werden. **Gravitationskräfte verursachen zum Beispiel die Anziehungskraft der Erde und anderer kosmischer Körper, halten die Planeten in der Umlaufbahn um die Sonne; Ein Mond und ein künstlicher Satellit in der Umlaufbahn um die Erde.**

Newton und Gravitation

Zum ersten Mal hat sich Isaac Newton mit der Gravitationskraft ernsthaft beschäftigt. **Die Kraft, die den Körper dazu zwingt, senkrecht zur Erde zu fallen, ist identisch mit der Kraft, die den Planeten dazu zwingt, entlang der Bahnen um die Sonne und den Mond um die Erde herum zu zirkulieren.** Basierend auf dieser Idee und anderen Berechnungen, in denen Newton die bereits bekannte Kepler-Formel verwendet hat, ein so genanntes **Newtonsches Gravitationsgesetz** hervorgegangen ist, nach dem **zwei Körper durch die Kraft (Gravitation) zueinander angezogen werden, die umso größer ist, je größer das Produkt der Gewichte der beiden Körper ist (direkt proportional zum Gewicht der beiden Körper) und je kleiner der Abstand zwischen ihnen ist (indirekt relativ zur Entfernung zweier Körper)**.

Zum Beispiel beeinflussen sich Erde und Mond intensiver als die Erde und zum Beispiel Jupiter, weil Erde und Mond viel näher beieinanderliegen. Darüber hinaus wirkt die Erde mit höherer Anziehungskraft, weil sie schwerer als der Mond ist, dies können wir zum Beispiel durch den Vergleich der Auswirkungen der Gravitation auf der Erde und dem Mond beobachten. Auf dem Mond werden Astronauten von viel schwächerer Anziehungskraft in Vergleich zur Erde angezogen.

Die Körper müssen sich für eine solche Kraftwirkung nicht berühren – die Gravitationskraft wirkt auf Distanz – um jeden materiellen Körper herum gibt es ein Gravitationsfeld. **Gravitation ist auch weitreichend, was bedeutet, dass zwei greifbare Objekte Gravität auf sich selbst wirken, wo auch immer weit weg**. Die Größe dieser Kraft nimmt mit der Entfernung ab, aber auch zwei Objekte auf den „gegenüberliegenden Seiten des Universums" sind zumindest gravitativ aktiv. Wir fühlen die Gravitation nicht selbst, wir nehmen sie mehr wahr, wenn wir sie überwinden wollen, indem wir springen, fliegen und den Fall aufhalten möchten.

Freier Fall

Als **freier Fall** betrachten wir **eine Bewegung, bei der der Körper aus einer bestimmten Höhe über der Erdoberfläche freigesetzt wird**. Die Geschwindigkeit des freien Falls des Körpers hängt nicht von seinem Gewicht ab. Dies bedeutet, dass Körper unterschiedlicher Gewichte, die aus der gleichen Höhe kommen, gleichzeitig auf den Boden auftreffen sollten, da die Beschleunigung dieser Körper durch die Gravitation nicht vom Körpergewicht abhängig ist. Beifallenden Objekten wird die Erde jedoch von der Atmosphäre beeinflusst, so dass es möglich ist, die gleiche Beschleunigung im Fall von zwei Körpern mit unterschiedlichen Gewichten nur in der Vakuumumgebung zu beobachten.

Die Vorstellung, dass schwerere Körper schneller auf den Boden fallen, gehört zur relativ alten aristotelischen Wahrnehmung der Gravitationskräfte. Diese Idee wurde auf der Grundlage von Experimenten von Galileo Galilei überwunden. Die Untersuchung der Bewegung von Körpern durch Auslösen von einem schrägen Turm in Pisa hat gezeigt, dass die Geschwindigkeit von frei fallenden Körpern fast nicht von ihrem Gewicht abhängt. Ihre Forschungsfrage leitete: Wenn eine Person im Turm gleichzeitig einen 10 und 5 Kilogramm schweren Ball fallen lässt, welcher Ball zuerst auf den Boden fällt? Wird die Gravitation mehr den 10-Kilogramm-Ball beeinflussen? Auch nach wiederholten Beobachtungen landeten beide Bälle fast zur gleichen Zeit.

Es ist wichtig zu beachten, dass die **Größe und Form der Objekte auch die Fallgeschwindigkeit beeinflussen können, wenn die Beobachtung unter natürlichen Bedingungen in der Atmosphäre** (Luft) **durchgeführt wird. Der Luftwiderstand verlangsamt den Fall von Objekten erheblich**. Wenn wir zum Beispiel zwei gleich große Papierstücke nehmen und eines von ihnen in einen Ball formen und auf gleicher Höhe auf einmal fallen lassen, wird der Papierball definitiv früher landen. Dies liegt jedoch nicht daran, dass die Gravitation der Erde dieser beiden Objekte durch eine andere Kraft beeinflusst wurde, sondern an den allgegenwärtigen Widerstand der Luft. Wenn keine Luft um uns herum wäre, würden alle Objekte mit der gleichen Geschwindigkeit herunterfallen. Die Luft verlangsamt jedoch den Fall von Objekten und je mehr, desto größer ist die Oberfläche des Objekts. So funktioniert der Fallschirm. Die Gravitationskraft zieht den Fallschirm zu Boden, aber unter der Kuppel des Fallschirms sammelt sich das Luft, das ihn abbremst und seinen Fall verlangsamt.

In vielen Fällen, wenn man den Fall von Objekten unter natürlichen Bedingungen beobachtet, muss sogar der Wind berücksichtigt werden, zum Beispiel im Fall von Galileo Galileis Ansatz, Aristoteles These über die verschiedenen Effekte der Anziehungskraft der Erde auf verschieden schwierige Objekte zu überwinden.

Gewicht, Masse und Schwere

Bei genauer Kenntnis der Wirkung der Gravitation auf Objekte und Materialien ist es wichtig, den **Unterschied zwischen Gewicht, Masse und Schwere** zu erkennen. Während die **Masse die Menge an Materie darstellt, aus der die Materialien und Objekte bestehen, ist das Gewicht im Wesentlichen das Ergebnis der Wirkung einer anziehenden Gravitationskraft auf die Masse und wird in Gramm ausgedrückt. Schwere ist die Kraft, mit der der Körper im Gravitationsfeld auf die Matte wirkt und wird in Newton ausgedrückt**. Der Körper hat eine Schwere, wenn er sich in einem Gleichgewicht zwischen zwei Kräften befindet: eine ist die Gravitation, die nach unten drückt und zweite die entgegengesetzte Kraft, die von der Erde nach oben drückt (z. B. Zentrifugalkraft, die durch Rotation der Erde um ihre Achse verursacht wird; daher ist die Masse geringer am Äquator als an den Polen).

Die Masse unseres Körpers ändert sich nicht, wenn wir von Planet zu Planet reisen, aber unser Gewicht wird davon abhängen, wie die Anziehungskraft auf unseren Körper auf diesen Planeten wirkt. Die Schwere ändert sich proportional zum Gewicht. So ist zum Beispiel der Mond kleiner als die Erde (er hat weniger Masse), also hat er eine geringere Gravitationskraft auf die Umwelt, also Objekte wiegen da weniger als auf der Erde. Selbst mit weniger Gravitation ist es immer noch möglich, den Einfluss der Gravitationskraft des Mondes auf der Erde wahrzunehmen.

Wirkung der Gravitationskraft des Mondes auf Gezeiten

Wenn wir Astronauten beobachten, wie sie in ihrem Raumfahrzeug schweben, während sie um die Erde kreisen, bezweifeln wir nicht, dass sie sich in einem schwerelosen Zustand befinden (oder dass ihre Schwere minimal ist, niemals ganz Null). Aber sie sind nicht in einem Zustand ohne Kraftwirkung, weil sich das Raumfahrzeug im Gravitationsfeld der Erde bewegt. Für normale Umlaufbahnen ist die Intensität des Gravitationsfeldes fast die gleiche wie an der Erdoberfläche, aber die Wirkung der Zentrifugalkraft der Erde, die durch die Rotation verursacht wird, nimmt ab. Die Wirkung der Gravitationskraft des Mondes auf die Erde ist am einfachsten bei Gezeiten zu beobachten. **Gezeiten sind die Zunahme und Abnahme von Meer- und Ozeanwasserständen, die wir an ihren Küsten sehen.** Die Flut ist, wenn der Mond auf der anliegenden Seite der Erde ist und intensiv auf die riesigen Wassermassen in den Meeren und Ozeanen wirkt; Der Ausfluss tritt auf, wenn der Mond auf der gegenüberliegenden Seite der Erde ist und seine Gravitationswirkung auf der gegenüberliegenden Seite der Erde reflektiert wird. In geringerem Maße manifestiert sich der Gravitationseffekt des Mondes auch auf Seen, Flüssen und Land. Zusammenfassend ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass **es noch keine etablierte wissenschaftliche Theorie darüber gibt, was die Existenz von Gravitationskräften verursacht**.

2.3 Elektrizität

Elektrizität ist eine Form von Energie, die sich entweder als **statische Elektrizität** an einem bestimmten Ort oder als **elektrischer Strom**, der durch das Material von einem Ort zum anderen fließt, manifestiert.

Statische Elektrizität

Statische Elektrizität entsteht zum Beispiel, wenn ihr etwas gegen das andere reibt. Wenn wir zum Beispiel einen Ballon um die Haare reiben, werden sie dann zum Ballon gezogen. Dies liegt daran, dass durch die Reibung auf beiden Oberflächen die entgegengesetzte elektrische Ladung (eine kleine Menge an Elektrizität) entsteht, was dadurch zum Ausdruck kommt, dass der schwerere Ballon die leichteren Haare anzieht, wenn der Ballon in der Hand gehalten wird.

Ein ähnliches Phänomen kann beobachtet werden, wenn wir auf einem Nylonteppich laufen. Während des Laufens reiben wir auch unbewusst um den Teppich, unser Körper lädt sich allmählich mit einer elektrischen Ladung auf, und dann, zum Beispiel, berühren wir

einen Metallgriff und fühlen einen „Tritt“, was ein Gefühl von Elektroschock ist, in dem die akkumulierte elektrische Ladung durch Erdung entladen wird. Wenn wir den Griff in der Dunkelheit berühren, können wir sogar den Schock in Form eines kleinen „Blitzes“ sehen, der zwischen der Hand und dem Griff springt, bevor wir ihn berühren. Dies bedeutet, dass statische Elektrizität auch aus der Entfernung auftritt.

Blitze

Die Blitze, die während des Sturms im Himmel beobachtet werden, sind auch die Manifestationen der statischen Elektrizität. Indem die Wolken (kondensiertes Wasser in der Atmosphäre) durch Luftströme bewegt werden, werden sie um die Umgebungsluft gerieben und mit elektrischer Ladung geladen. Wenn die elektrische Ladung ausreicht, springt sie in Form eines Blitzes zur Erde. Ausreichend sensible Menschen empfinden sogar sanftes Zittern oder Krabbeln in der Luft oder Schläge, wenn der Sturm nahe ist. Die elektrische Entladung in Form von Blitzen hat gewaltige Ausmaße, was sich in der enormen Menge an akkumulierter Elektrizität widerspiegelt und ist auch ein Hinweis darauf, wie weit die elektrische Ladung wirkt.

Elektrizität

Elektrizität wird durch Elektronen verursacht. Elektroden sind atomare Teilchen, die an den Rändern der Atome, aus denen alle Materialien bestehen, „umkreisen“. Jedes Elektron trägt eine negative Ladung. Die Atome selbst haben meist eine ausgewogene Anzahl positiver Ladungen (im Kern des Atoms) und negativer Ladungen (in der Atomhülle), sie sind elektrisch neutral, sie haben keine elektrische Ladung. Die Stoffe, zum Beispiel der Gummi, aus dem der Ballon besteht, bestehen aus Molekülen und diese aus einzelner Atome. Da Atome keine elektrische Ladung haben, haben auch Moleküle, die aus Atomen bestehen, keine von diesen, so dass der Stoff selbst, in unserem Fall der Gummi, aus dem der Ballon besteht, keine elektrische Ladung hat.

Aber wenn wir anfangen, einen Ballon von anderem Zeug hin und her zu reiben, beginnt sich die elektrische Ladung zu bilden. Durch Drücken und Ziehen unserer Hände lösen sich einige Elektronen von der Oberfläche des Ballons und bleiben auf der Oberfläche des Stoffes haften, den wir reiben, beispielsweise auf unseren Haaren. Dies bedeutet, dass dem Ballon alleine die Elektronen fehlen und er wird positiv geladen (er wird eine kleine positive elektrische Ladung erhalten). Umgekehrt enthalten unsere Haare mehr Elektronen als üblich und erhalten daher eine kleine negative elektrische Ladung. Weil die positiven und negativen elektrischen Ladungen (wie die entgegengesetzten magnetischen Pole) gezogen werden, zieht der Ballon die Haare an. Diese anziehende Kraft wirkt über eine gewisse Distanz.

Um elektrische Ladungen zu erzeugen, reicht es nicht aus, nur zwei Gegenstände zu reiben, wichtiger ist, dass wir zwei Gegenstände aus zwei verschiedenen Materialien reiben. Durch Reiben zweier Materialien entsteht eine elektrische Ladung aufgrund der so genannten **Tribo-Elektrizität** (oder auch des triboelektrischen Effekts).

Wie oben erwähnt, bestehen alle Stoffe aus neutralen Atomen. Verschiedene Stoffe bestehen aus verschiedenen Molekülen, die aus verschiedenen, aber immer neutralen Atomen bestehen. **In Molekülen verschiedener Substanzen werden die Elektronen einzelner Atome von einer großen Menge an Kraft angezogen, abhängig davon, welche chemischen Bindungen in Atomen zwischen Atomen gefunden werden.** Somit können durch Reibung zweier Stoffe Elektronen, die in einem Stoff schwächer gebunden sind, freigesetzt werden und an die Oberfläche des zweiten Stoffes wandern, in dem die Elektronen stärker gezogen werden. Als Ergebnis **wird ein Material positiv geladen** (eines, das die Elektronen verliert) und **das andere negativ** (dasjenige, das die Elektronen empfängt). Die Materialien sind elektrisiert und es wird **statische Elektrizität** erzeugt. Längere Materialreibung erhöht die Anzahl der Atome, die an dieser Elektronenverschiebung beteiligt sind, erhöht die elektrischen Ladungen beider Reibungsmaterialien und erhöht somit die statische Elektrizität.

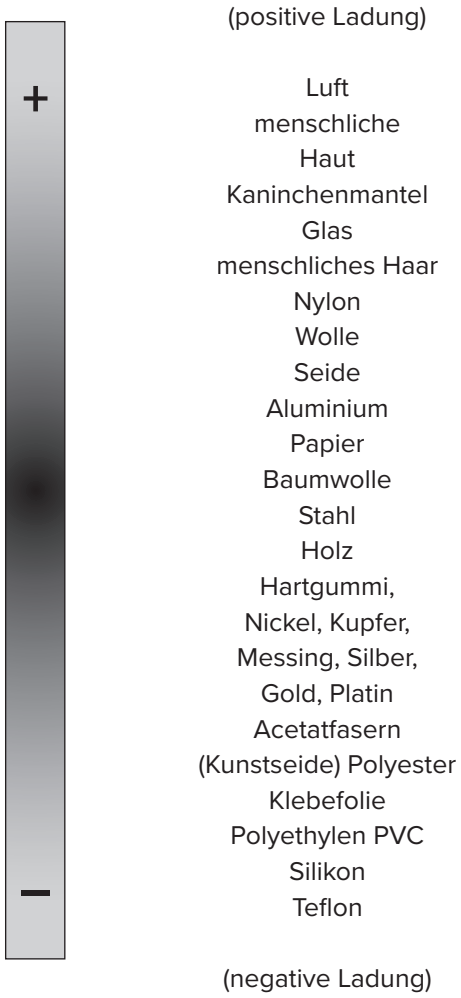


Abbildung 11: Triboelektrische Reihe

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass für die gegenseitige Reibung zweier Substanzen typisch ist, dass einige Substanzen eine positive Ladung erhalten, während es für andere typisch ist, eine negative Ladung zu erhalten. Wie viel elektrische Ladung erhalten wird, hängt auch von der Tatsache ab, welcher Stoff reiben wir – manche Stoffe sind mit derselben Reibung elektrifizierter, andere weniger Auf der Grundlage dieses Wissens ist es möglich, die Stoffe in der Reihenfolge der bei der Reibung geladenen Ladung anzuordnen. Eine solche Anordnung von Stoffen nennen wir **triboelektrische Reihe** (siehe Abbildung 11).

Es ist notwendig, die fragliche Reihenfolge nicht sehr streng während der Untersuchung zu berücksichtigen, da die Stoffe selbst, die wiederum erwähnt werden, verschiedene Zusätze enthalten können, die ein leicht unterschiedliches Verhalten dieser Stoffe in gegenseitiger Reibung verursachen. Zum Beispiel werden Papier und Baumwolle als Stoffe angesehen, die mehr oder weniger keine Antwort auf die Erzeugung elektrischer Ladung haben. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie nicht elektrifiziert werden können, insbesondere, wenn sie verschiedene Beimischungen oder Beschichtungen enthalten.

Es ist wichtig anzumerken, dass diese derzeit akzeptierte Erklärung der Erzeugung von statischer Elektrizität durch eine Reihe von Studien aus dem Jahr 2011 gestört wurde, in denen Wissenschaftler herausgefunden haben, dass **statische Elektrizität nicht nur ein einfacher Elektronentransfer von einer Substanz zu einer anderen ist, sondern eine chemische Reaktion, die auftritt, wenn zwei Oberflächen berührt werden**. Der Ausgangspunkt für ihre Untersuchung und Rückkehr zur Theorie der statischen Elektrizität war die Tatsache, dass statische Elektrizität auch entstehen kann, wenn zwei identische Stoffe kontaktiert werden, und selbst reicht es, wenn sie sich berühren (sie liegen übereinander), sie müssen

nicht gerieben werden. Die neue Erklärung wurde jedoch noch nicht in einer kompakten Theorie spezifiziert, die die derzeit akzeptierte ersetzen würde. Dies ist ein wichtiges Merkmal wissenschaftlicher Theorien – sie sind nicht endgültig, sie unterliegen ständiger Überprüfung und mit der Entwicklung der Wissenschaft verbessern sie sich ständig.

Verwendung von statischer Elektrizität

Obwohl statische Elektrizität im Vergleich zum Strom relativ unbrauchbar scheint, **verwenden wir sie in verschiedenen Geräten**. Nach dem Prinzip der statischen Elektrizität arbeiten beispielsweise Laserdrucker und Kopierer. Mit statischer Elektrizität werden die Tonerteilchen von der Rolle auf das Papier übertragen. Herbizid-Zerstäuber arbeiten nach dem Prinzip der statischen Elektrizität, um sicherzustellen, dass Herbizide die gesamte Oberfläche von Pflanzenblättern erreichen, die entsorgt werden müssen. Auch Färbung- und Lackierroboter verwenden statische Elektrizität, um Farb- und Lacktropfen nur auf der Karosserie und nicht auf den anderen Geräten zu erzeugen. Statische Elektrizität wird häufig in verschiedenen Luftfiltern verwendet, um kleinere Verunreinigungen aus der Luft zu entfernen.

Auf der anderen Seite kann statische Elektrizität auch ernste Probleme verursachen, zum Beispiel beim Arbeiten mit kleinen elektronischen Bauteilen. Ein Verständnis des Prinzips der statischen Elektrizitätserzeugung und -zerstörung hilft Ingenieuren, antistatische Lösungen an Orten zu entwickeln, an denen das Vorhandensein von statischer Elektrizität unerwünscht ist.

Strom

Neben statischer Elektrizität kennen wir auch Elektrizität in Form von **Strom**. **Wenn sich Elektronen von einem Ort zum anderen bewegen, sagen wir, dass der elektrische Strom fließt**. Die Elektronen sind in diesem Fall die Träger von Elektrizität.

Um den Unterschied zwischen statischer Elektrizität und elektrischem Strom zu verstehen, ist es gut, den **Unterschied zwischen potentieller und kinetischer Energie** zu kennen. Einfach gesagt, **potentielle Energie ist Energie, die in irgendeiner Weise für die spätere Verwendung gespeichert wird**. Zum Beispiel hat ein Auto, das auf einem Berg steht, potentielle Energie, weil es das Potenzial hat (Option), bergab zu fahren. Wenn das Auto den Berg hinunterfährt, ändert sich seine potentielle Energie in die kinetische (die Energie, die das Objekt hat, wenn es sich bewegt).

Statische Elektrizität und Strom können mit potentieller und kinetischer Energie verglichen werden. Wenn statische Elektrizität entsteht, hat sie das Potential, in der Zukunft zu erscheinen. Die in der Batterie gespeicherte Elektrizität repräsentiert potentielle Energie. Zum Beispiel kann die in der Batterie gespeicherte Energie verwendet werden, um die Glühbirne zu beleuchten. Wenn die tragbare Lampe (Taschenlampe) eingeschaltet wird, stellt die Batterie im Inneren eine Glühbirne für Elektrizität bereit und diese wandelt sie in Lichtenergie um (das bedeutet, dass Batterieleistung verbraucht wird – und zu Licht wird). Während die Lampe (Taschenlampe) eingeschaltet ist, liefert die Batterie der Glühbirne Energie, bis die in der Batterie gespeicherte Energie aus ist.

Elektrische Schaltung

Um einen elektrischen Strom zu erzeugen, müssen wir eine elektrische Schaltung erstellen. Der Stromkreis muss geschlossen sein, wobei elektrische Geräte die Stromquelle (Batterie) mit dem Gerät verbinden (z. B. eine Glühbirne in einer tragbaren Lampe – eine Taschenlampe), die leitende Kabel verwenden. Der elektrische Strom fließt nur, wenn der Stromkreis geschlossen ist – das Kabel verbindet die Batterie mit der Glühbirne und die Glühbirne mit der Batterie. Der elektrische Stromkreisschluss ist auch für Geräte wie Glühbirnen erforderlich. Das Glühbirnenbild zeigt, wie ein Leiter in die Glühbirne (Nr. 8) eingeht und der andere ausgeht (Nr. 11). Wenn die Glühbirne nur mit einem Leiter an die Stromquelle (Batterie) angeschlossen wird, indem das Metallgewinde (Nr. 9) angeschlossen wird, in dem sich ein Teil des Schaltkreises (Nr. 8) innerhalb der Glühbirne befindet, wird der Stromkreis nicht geschlossen, da das andere Ende der Schaltung innerhalb der Glühbirne (Nr. 11) bleibt offen und die Glühbirne leuchtet nicht.

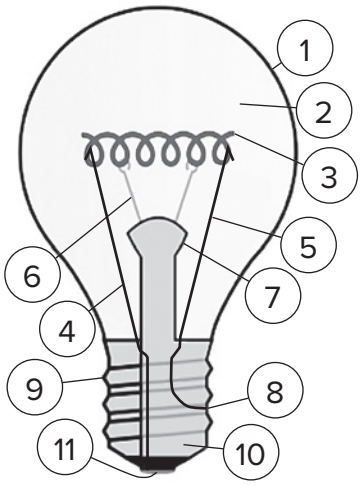


Abbildung 12: Elektrische Schaltung

Aus praktischer Sicht werden elektrische Geräte zu elektrischen Schaltungen hinzugefügt, der so genannte Schalter. Es ist ein Gerät, das den Stromkreis unterbricht. Wenn der Stromkreis unterbrochen wird, hört der elektrische Strom auf zu fließen und die Glühbirne leuchtet nicht auf.

Leiter und Isolatoren

Materialien, die elektrischen Strom führen, werden Leiter genannt. Diejenigen, die den elektrischen Strom nicht führen, werden elektrische Isolatoren genannt. Die besten Leiter des elektrischen Stroms sind Metalle (Gold, Silber, Kupfer, Aluminium, Nickel, Eisen usw.). Alle Metalle führen den elektrischen Strom. Der elektrische Strom führt auch der Graphit (Bleistift), menschlicher Körper, Salzwasser (aber auch andere wässrige Lösungen) und so weiter. Elektrische Isolatoren (Nichtleiter) umfassen beispielsweise Gummi, verschiedene Kunststoffe, Holz, Papier, Wachs, Glas, Porzellan und andere. Da der elektrische Strom ein Elektronenstrom ist, kann dieses Phänomen nur in Materialien beobachtet werden, deren Struktur die freie Bewegung von Elektronen erlaubt. **Daher sind Metalle die besten elektrischen Stromleiter.** Diese Materialien bezeichnen wir als diejenige, die eine hohe Leitfähigkeit haben. Somit werden die Stoffe auch so verteilt, wie sie elektrisch leitend sind.

Elektromagnet

Elektrische und magnetische Phänomene sind verwandt. Zum Beispiel begegnen wir wenn der elektrische Strom ein- oder ausgeschaltet wird. Dies kann beispielsweise beobachtet werden, indem ein Kompass in der ihnen mit der Verwendung der so genannten Elektromagneten. **Der Elektromagnet ist Stahl, dessen magnetische Eigenschaft durch einen elektrischen Strom ein- oder ausgeschaltet werden kann.** Sie werden zum Beispiel in Autofriedhöfen verwendet. Wenn wir das Wrack anheben wollen, annähern wir den Elektromagneten, schalten wir den elektrischen Strom ein und der Elektromagnet zieht das Auto an. Wir übertragen das Auto an die gewünschte Stelle, und wenn der elektrische Strom ausgeschaltet ist, ist die magnetische Eigenschaft verloren und der Elektromagnet ist von dem Wrack getrennt. Elektromagnete arbeiten an der Tatsache, dass ein magnetisches Feld um elektrische Drähte herum erzeugt wird,

Nähe eines elektrischen Kabels platziert wird und der Kompassnadel gedreht wird, wenn der Strom ein- oder ausgeschaltet wird. **Das Magnetfeld entsteht als Folge der Änderung des elektrischen Stroms.** Dieses Prinzip funktioniert auch bei Elektromotoren. **Ein Elektromotor ist ein Gerät, das elektrische Energie in mechanische Energie umwandelt.** Elektrische Energie dreht den Motor der und bewegt den gesamten Mechanismus, an dem der Motor angeschlossen ist.

Elektromotor

Der Elektromotor besteht aus einem Zylinder, an dessen Rand sich Magnete befinden. In der Mitte des Zylinders befindet sich ein Stahlkern, der mehrfach mit einem elektrischen Kabel (z. B. Kupferdraht) umwickelt ist. Wenn wir Elektrizität in das Kabel fallen lassen, wird der Stahlkern aufgrund des Vorhandenseins eines Magnetfeldes magnetisiert, das

durch den Strom erzeugt wird, der durch das Kabel fließt. Magnete, die sich an der Kante des Zylinders befinden, bewirken ein abwechselndes Ziehen und Abstoßen des Elektromagneten (des Stahlkerns) in der Mitte, was den Stahlkern des Motors und andere Komponenten des Geräts, die mit dem Motor verbunden sind, verdreht.

Dynamo

Wenn wir die Elektrizität nutzen, um einen Magneten zu erzeugen, können wir auch Elektrizität durch Magnetismus erzeugen. Dynamo ist ein Gerät ähnlich einem Elektromotor. Wenn wir die Pedale an einem Fahrrad drehen, dreht sich auch der Dynamo, der an der Radachse befestigt ist. Im Inneren des Dynamos befindet sich ein Stahlkern, der wie der Elektromagnet in ein mehradriges Elektrokabel gewickelt ist. Der Stahlkern bewegt sich zwischen den Magneten, um einen elektrischen Strom zu erzeugen, und z. B. können wir das Licht auf dem Fahrrad anzünden. **Ähnlich funktioniert auch die Stromerzeugung in Kraftwerken**, der einzige Unterschied ist, wie viel Energie wir verwenden, um den Stahlkern im Dynamo zu drehen. Zum Beispiel könnte es Wind oder Wasser sein, was den Kern des elektrischen Generators (Dynamos) dreht, aber auch Wasserdampf. Im Prinzip produzieren fast alle Kraftwerke auf die gleiche Weise Strom. Ausnahmen sind Solarkraftwerke. Wenn das Licht auf die Solarzelle fällt, fängt das Material, aus dem sie besteht (Silikon), die Energie des Lichts ein und wandelt es direkt in Elektrizität um. Da Energieverluste in solchen Geräten minimal sind, werden Solarzellen im Vergleich zu elektrischen Generatoren als sehr effizient angesehen.

2.4 Licht

Licht ist elektromagnetische Strahlung. Zusätzlich zu sichtbarem Licht sind auch Gammastrahlen, Röntgenstrahlen, Ultraviolettstrahlung, Infrarotstrahlung, Mikrowellenstrahlung und Radiostrahlung in der elektromagnetischen Strahlung enthalten. Die verschiedenen Arten von Strahlung unterscheiden sich in ihren Wellenlängen (siehe Abbildung 13).

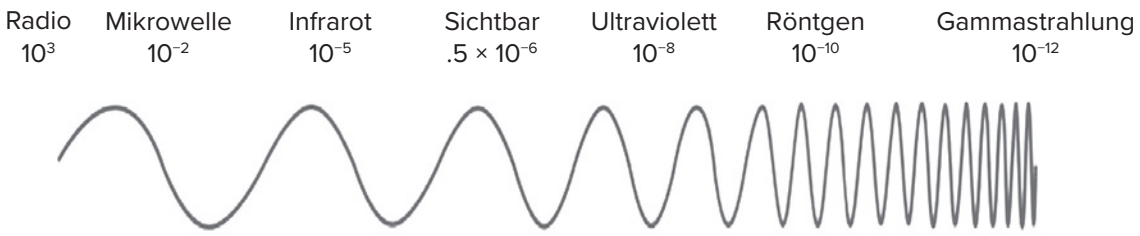


Abbildung 13: Wellenlänge

Radiowellen

Es ist interessant festzustellen, dass zum Beispiel Radiowellen eine Wellenlänge haben, die mit großen Gebäuden vergleichbar ist und auch eine Entfernung von einem Kilometer erreichen können. Innerhalb von Radiowellen unterscheiden wir zwischen kleineren und größeren Wellenlängen, wie lange (LW), mittlere (MW), kurze (KW), sehr kurze Wellen (SKW, oder auch VHF von Englisch Very High Frequency) und ultra kurze Wellen (*UKW oder UHF von Englisch Ultra High Frequency*). Sehr kurze Radiowellen haben eine viel kleinere Wellenlänge als lange Radiowellen, aber nur im Vergleich in einer Makrowelt (*von Kilometer zu Zentimeter*). Zum Beispiel ist der Unterschied zwischen langen und sehr kurzen Radiowellen im Vergleich zu Lichtstrahlung vernachlässigbar. Es ist auch interessant festzustellen, dass die Mikrowellenstrahlung, die wir zum Beispiel in Mikrowellenöfen verwenden, eine Wellenlänge von einigen Millimetern (0,01 m) hat und daher Materialien auf der molekularen Ebene nicht beeinflusst.

Wie Radiowellen auch Lichtstrahlen bestehen es aus Wellen unterschiedlicher Wellenlängen, wobei das menschliche Auge das Lichtspektrum einer bestimmten Wellenlänge als eine bestimmte Lichtfarbe wahrnimmt:

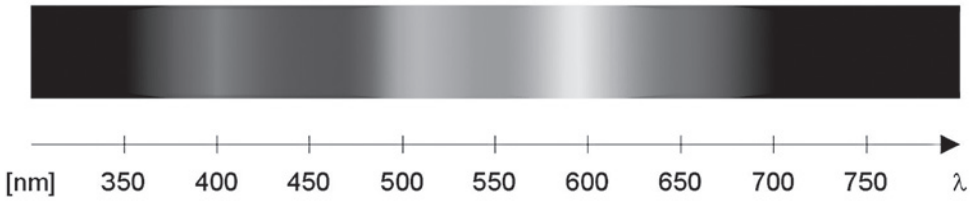


Abbildung 14: Lichtspektrumstrahlung
(*Quelle: http://www.giangrandi.ch*)

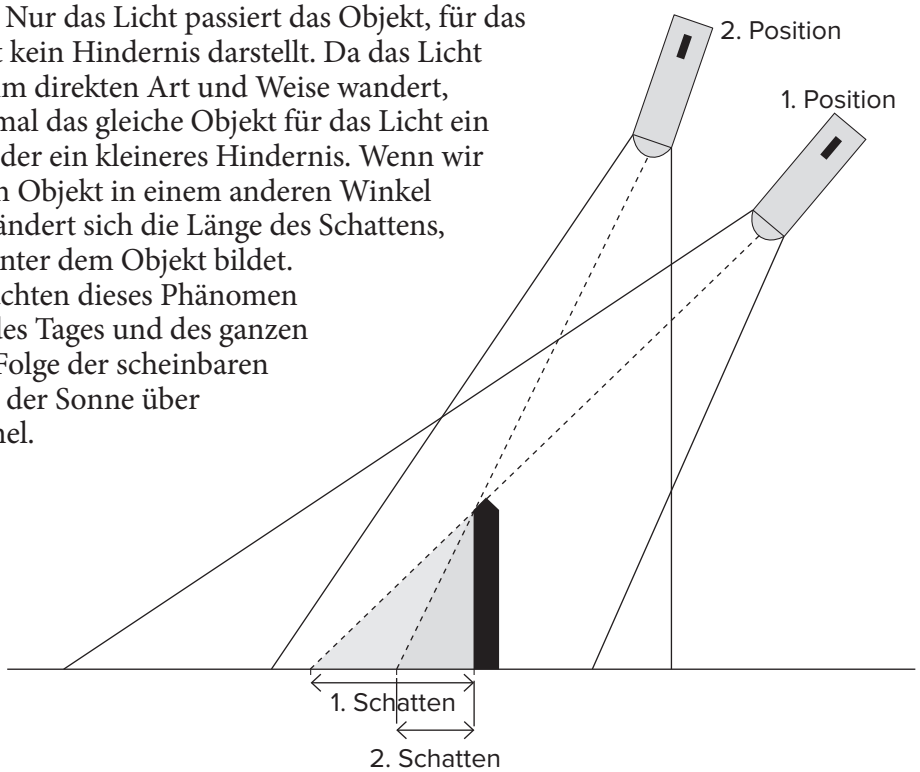
Sichtbares Licht

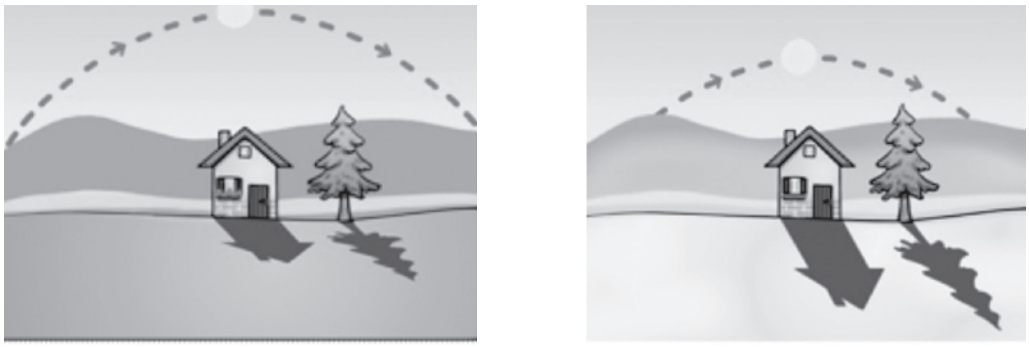
Der Teil der **Strahlung, den man wahrnehmen kann, wird als sichtbares Licht bezeichnet**. Einige Tiere können auch in anderen Bereichen des Strahlungsspektrums sehen, zum Beispiel kann eine Biene ultraviolettes Licht sehen, das man nicht sehen kann, und einige Reptilienarten können Infrarotlicht sehen, dass von einer Person nicht eingefangen werden kann.

! **Alle Wellenlängen des Lichts werden kombiniert, um ein weißes Licht zu geben** – man nimmt es als farblos war. Licht kann auf verschiedene Arten nach verschiedenen Wellenlängen unterteilt werden, die man als Farbspektrum wahrnimmt (die Schaffung eines Regenbogens). Dies bedeutet, dass man sehen kann, um welche Wellenlänge des Lichts es sich handelt, basierend auf seiner Farbe. Zum Beispiel, wenn wir Glas, das alle sichtbaren Wellenlängen durch erlaubt, mit rotem Film abdecken, kommt nur die Wellenlänge des Lichts, das wir als rotes Licht sehen, durch das Glas. Gleichzeitig bedeutet dies, dass der Film die Eigenschaft hat, dass er die anderen Farben des Lichtspektrums abfasst. Wenn das Objekt rot erscheint, bedeutet dies, dass es nur das rote Licht reflektiert, die anderen Teile des Lichtspektrums werden vom Material absorbiert. Je mehr Licht das Material absorbiert, desto mehr wird es warm – das Licht verändert sich in die Wärme, indem es Material absorbiert. **Die größte Lichtquelle der Erde ist die Sonne** (ein Stern des Sonnensystems). Sonnenlicht kommt in ca. 8 Minuten zur Erde. Auf der Erde wird Licht von verschiedenen Materialien absorbiert und wandelt sich in Wärme um.

Licht und Schatten

Das Licht läuft geradeaus von der Quelle in alle Richtungen, wenn es nicht geführt wird. **Wenn Licht auf verschiedene Materialien fällt, kann es absorbiert, reflektiert oder gebrochen werden. Auf der Grundlage dieser Phänomene werden Schatten erzeugt.** Licht von der Quelle geht direkt auf das Objekt. Wenn das Objekt nicht durchscheinend ist, wird ein Teil des Lichts absorbiert und ein Teil reflektiert. Nur das Licht passiert das Objekt, für das das Objekt kein Hindernis darstellt. Da das Licht im Raum im direkten Art und Weise wandert, ist manchmal das gleiche Objekt für das Licht ein größeres oder ein kleineres Hindernis. Wenn wir also auf ein Objekt in einem anderen Winkel scheinen, ändert sich die Länge des Schattens, der sich hinter dem Objekt bildet. Wir beobachten dieses Phänomen während des Tages und des ganzen Jahres als Folge der scheinbaren Bewegung der Sonne über den Himmel.





22. Juni 2016 22. Dezember 2016

Abbildung 15: Licht und Schatten

Die Schatten erzeugen alle Objekte, die mindestens einen Teil des Lichts erfassen. Das Licht muss jedoch das Objekt umfließen, sonst wird der Schatten nicht erzeugt. Schatten ist daher ein Ort hinter dem Objekt, wo es weniger hell ist als in der Umgebung. Die Schatten können auch gefärbt sein, wenn sie hinter einem Objekt gebildet sind, das einen Teil des Lichts passiert, während es gefärbt ist. Licht kann in der Intensität variieren. Einige Lichtquellen liefern nur sehr schwaches Licht, andere geben sehr intensives Licht ab. Je mehr Lichtquellen in einem bestimmten Raum leuchten, desto intensiver ist das Licht im Raum. Aus diesem Grund können wir hellere und dunklere Schatten beobachten.

Reflexion des Lichts

Man sieht Objekte, weil Licht von ihnen reflektiert wird. Da das Licht geradeaus verläuft, können wir die Objekte hinter der Ecke nicht sehen. Wir können nur das Objekt sehen, auf das das Licht fällt und gleichzeitig das Licht in unserem Auge reflektiert. **Da alle Objekte auf der Erde mindestens einen Teil des Lichts reflektieren, sind sie für uns sichtbar.** Wenn das Objekt das gesamte Licht absorbiert, wäre es für das menschliche Auge unsichtbar. **Unsichtbar werden Objekte für den Menschen in Abwesenheit von Licht – im Dunkeln.** Tiere, die an das Nachtleben angepasst sind und das Auge für die Orientierung in ihrer Umgebung nutzen, können in völliger Abwesenheit von Licht nichts sehen (z. B. eine Katze). Bei geringer Lichtintensität können diese Tiere aber auch Objekte beobachten, die man nicht mehr sieht. Deshalb sprechen wir vom Menschen als einem Tier, das an die tägliche Lebensweise angepasst ist. Aus diesem Grund hat der Mensch seit seiner Geburt einen natürlichen Respekt vor der Dunkelheit.

Mit Lichtreflexion ist es möglich, die Richtung seiner Raumfahrt zu ändern. Die Reflexion von Licht von Objekten hat ihre eigenen Regeln. Unter welchem Winkel das Licht auf das Objekt fällt, es reflektiert sich im gleichen Winkel. Im Spiegel sehen wir uns, weil er dank seiner glatten Oberfläche sehr viel Licht reflektiert. Zum Beispiel können wir unsere Reflektion auch in einer flachen Aluminiumfolie (Alufolie) sehen. Aber wenn wir sie knittern, ist das Bild verloren. Es funktioniert auch, wenn man seine Reflexion auf dem Wasserspiegel beobachtet. Während der Wasserspiegel friedlich ist, sehen wir unser Spiegelbild. Wenn der Wasserspiegel kraust sich, ist das Bild verloren.

Auf einer ebenen Oberfläche
(Spiegel)

Auf einer rauen Oberfläche
Streuung (Wand)

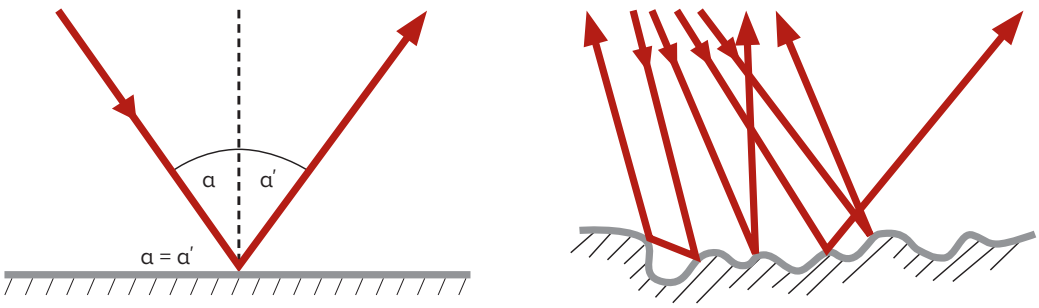


Abbildung 16: Reflexion des Lichts

Ausbreitung des Lichts

Licht breitet sich durch Vakuum, durchscheinende und transparente Materialien aus. Im Vakuum breitet sich das Licht am schnellsten aus. In verschiedenen Materialien verbreitet es sich unterschiedlich schnell. **Wenn Licht von einem Material zu einem anderen übergeht, bricht es an seiner Grenzfläche.** Dieses Phänomen kann beispielsweise beobachtet werden, wenn das Licht von Luft zu Wasser übergeht. Licht breitet sich schneller durch Luft als Wasser oder Glas aus. Wenn die Lichtstrahlen von der Luft ins Wasser gelangen, breitet sich das Licht im Unterwasserabschnitt langsamer aus als oberhalb des Wassers, und wir sagen, dass der Lichtstrahl bricht. Aufgrund dieses Phänomens nimmt eine Person die Objekte, die sie beobachtet, aus der Luft im Wasser an einer anderen Position als sie tatsächlich sind (siehe Bilder).

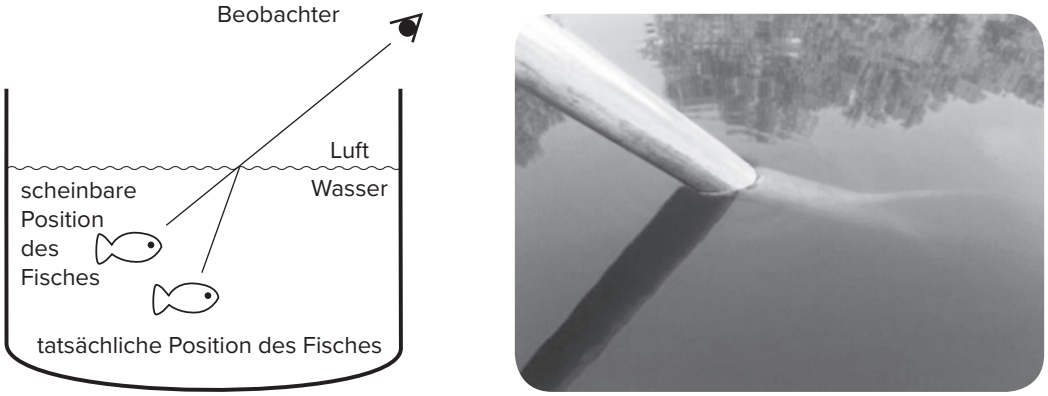


Abbildung 17: Ausbreitung des Lichts

Wenn wir zum Beispiel eine Münze vom Boden des Containers abfischen wollen, können wir ihre Position nicht genau bestimmen, weil das Licht, das ihre Position an der Wasser- und Luftgrenzfläche anzeigt, bricht. Aber wenn wir ins Wasser tauchen, können wir die Münze genau lokalisieren. Im Wasser verbreitet sich das Licht mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, aber immer noch direkt.

2.5 Klang

Klang ist die Form von Energie, die durch Schwingung von Materie erzeugt wird. Wenn das Material vibriert, wird diese Vibration auf umgebende Materialien wie Luft übertragen. Daraus folgt, dass der **Klang durch die Bewegung von Material (Materie) erzeugt wird. Wenn die erregten Luftteilchen auf das Hörorgan einer Person auftreffen, fühlt es sich an wie ein Klang.** Da die Schwingung der Teilchen auf andere Materialteilchen übertragen wird, geht die Vibrationskraft allmählich verloren. Der Klang wird schwächer, bis er vollständig verschwindet (wenn die Schwingungsenergie nicht ausreicht, um andere umgebende Partikel anzuschweigen). Die allmähliche Übertragung und Dämpfung des Klangs kann mit der Ausbreitung der Wellen im Wasser verglichen werden, nachdem der Stein auf einen ruhigen Wasserspiegel eingestellt wurde. Wenn die Materialteilchen schnell schwingen, nimmt eine Person die entstehende Schwingung als einen Hochfrequenzton wahr (hohe Töne). Wenn die Partikel langsamer vibrieren, ist die Schallintensität schwächer (tiefe Töne). Ein weiteres Merkmal des Klangs ist die Lautstärke. Wir messen sie in Dezibel. Das menschliche Flüstern hat ungefähr 15 bis 20 Dezibel. Der Ton, der mehr als 85 Dezibel beträgt und wir ihm regelmäßig ausgesetzt sind, kann unser Gehör schädigen. Der Schmerz in unserem Ohr fühlt sich bei 130 Dezibel an und ein solcher Ton kann das Gehör mechanisch so stark schädigen, dass das Hörorgan nicht mehr funktioniert.

Klangübertragung

Im Gegensatz zu Licht wird der **Klang nur durch die Materialien übertragen**. Da Schallübertragung die Übertragung von Teilchenvibrationen auf andere Teilchen bedeutet, die sich in der Nähe derjenigen befinden, die vibrieren, wird der Schall besser durch Materialien übertragen, in denen Teilchen näher zusammen gelagert sind. Dies bedeutet, dass

der **Klang besser durch Feststoffe als durch Flüssigkeit und besser durch Flüssigkeit als durch gasförmige Stoffe übertragen wird**. Während sich zum Beispiel in trockener Luft der Schall mit einer Geschwindigkeit von 343 Metern pro Sekunde ausbreitet, bewegt sich der Schall im Wasser gleichzeitig bis auf 1.482 Meter und im Stahl auf 4.512 Meter. Daraus folgt auch, dass in dem Raum, in dem kein Material (Masse) vorhanden ist (im Vakuum), der Klang nicht übertragen wird.

Abbildung 18: Klangwahrnehmung

Da der Klang im Prinzip eine Vibration des Materials ist, kann er auch durch die Berührung wahrgenommen werden. Ein gesunder Mensch hat für die Wahrnehmung von Klängen Hörorgan entwickelt. Das Hörorgan wurde entwickelt, um die Bewegung verschiedener Materialien und Organismen in der Umwelt zu erfassen. Bewegung erzeugt einen Klang, der in die Ohren eines Menschen gelangt, und aufgrund der Erfahrung kann man beurteilen, was ein bestimmter Klang verursacht hat, und entsprechend darauf reagieren. Menschen mit einer Hörschädigung verlassen sich mehr auf andere Sinne, und der Ton wird normalerweise besser durch die Berührung aufgezeichnet. Wenn wir unsere Hand an den Hals liegen und reden, spüren wir das Geräusch der Vibration auf unserer Handfläche.

Hörorgane

Man hat Hörorgane entwickelt, die seiner Lebensweise angemessen sind. Da er für andere Tierarten nicht allgemein eine Beute ist und er gleichzeitig nicht auf die Jagd in der Nähe angewiesen ist (die Jagd kann mit verschiedenen Instrumenten betrieben werden), sind die Hörorgane nicht so gut entwickelt als bei anderen Tierarten. Ein typisches Merkmal von Tieren, die Geräusche wahrnehmen können, die man nicht mehr hört, sind beispielsweise verschiedene Raubtiere, wie Fuchs, Wolf, aber auch verschiedene Beute, wie Reh oder Kaninchen. Diese Tiere haben normalerweise größere Ohren, um Schallwellen von größeren Bereichen zu erfassen und sie auf das Innenohr zu konzentrieren, und das Ohr kann sich zu verschiedenen Seiten drehen, ohne den Körper zu bewegen.

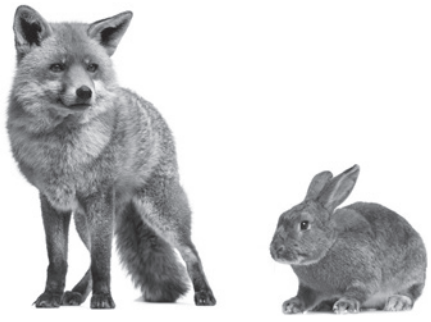


Abbildung 19: Hörorgane von Tieren

Das Funktionsprinzip eines größeren Ohres kann durch ein umgekehrtes Megaphon oder durch einfaches Auflegen der Handflächen oder anderer (am besten festsitzender) Objekte auf das Ohr untersucht werden, so dass der Schall aus einem größeren Raum „gesammelt“ und im Ohr zentriert wird, wofür auch die Form des Ohres angepasst ist.

Interessanterweise **wächst das menschliche Ohr ein Leben lang**. Das menschliche Gehör wird allmählich abgenutzt, und das vergrößerte Ohr kann aufgrund der geringeren Funktionalität des Mittel- und Innenohrs bei Hörgeschädigten eine etwas bessere Erfassung der Umgebungsgeräusche liefern. Manchmal brauchen wir Schall, um sich gut im Raum zu verbreiten (zum Beispiel in Hörsälen oder Konzertsälen), und manchmal wollen wir nicht, dass der Schall sich ausbreitet (zum Beispiel in Bibliotheken). Wir sprechen über die **akustischen Eigenschaften der Räume**. Ihr Design verwendet Informationen über Materialien und ihr Verhalten gegen den Klang. Einige Materialien absorbieren den Klang insbesondere dadurch, dass der Klang die Partikel dieses Materials schwingt und die Partikel schwingen weniger andere Partikel. Bei anderen Materialien kann der Ton reflektiert werden. Dies sind insbesondere feste Materialien.

Echo

Wir spüren das Echo, wenn das Material, von dem der Klang reflektiert wird, in einer bestimmten Entfernung ist, so dass der reflektierte Klang wieder wahrgenommen wird, d. h. er wird nicht verschwinden, wenn er reflektiert wird und zu unserem Ohr zurückkehrt. Wenn wir jemanden anrufen wollen und die Person ist ziemlich weit von uns entfernt oder wir befinden uns in einer belebten Umgebung, legen wir intuitiv unsere Handflächen um den Mund und erzeugen eine Art Trichter, um den Klang weiter auszubreiten. Wir schaffen ein einfaches Megaphon. Diese Methode zur Verbesserung der Schallausbreitung in den Stimmbändern geschafft funktioniert definitiv. Die Ursache sind zwei verschiedene Phänomene. Das erste besteht darin, dass **wir durch die Schaffung eines Trichters den Klang so lenken, dass er nicht vom Mund nach allen Seiten wandert, sondern dass er sich mehr direkt in Richtung des Adressaten bewegt**. Das zweite Prinzip hat eine größere Auswirkung auf die Verbesserung der Schallausbreitung. Immer wenn sich der Schall von einem engeren Raum zu einem breiteren Bereich ausbreitet, wird ein Teil der Schallwellen zurück reflektiert. Die Form des Trichters bewirkt, dass diese Schallwellen nicht zurück reflektiert werden, sondern durch die spezifische Form des Trichters nach außen reflektiert werden, wo wir sie haben wollen.

Der Klang der Stimmbänder dringt in eure Münder ein und bringt sie in direkten Kontakt mit dem Trichter (Handfläche oder direkt ein Megaphon), im Trichter wird er reflektiert und gelenkt und kommt ohne viel Energieverlust weiter. Damit das Megafon gut funktioniert, sollte es aus diesem Grund so lang sein wie die Schallwellen, die wir mit dem Megaphon verstärken wollen. Die menschliche Stimme hat eine Wellenlänge von mehreren Zentimetern, so dass das Megafon mit einer Länge von 80 cm (das offizielle Sprachmegaphon hat eine Länge von 81,28 cm) für die Stimmverteilung geeignet ist.

Abbildung 20: Megaphon

3. METHODISCHE LEITLINIEN FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

3.1 Entwicklung der Idee eines Magneten, der auf entfernte Objekte wirkt

Die Aufgaben bestehen darin, die Idee der Wirkung eines Magneten auf entfernte Objekte zu entwickeln. Die Schülerinnen und Schüler werden dazu geführt, darüber nachzudenken, an welchen Objekten Magnete wirken. Ein Teil der Aktivitäten ist der Untersuchung der Entfernung gewidmet, in der es möglich ist, die Anziehungskraft des Magneten auf die von dem Magneten angezogenen Objekte zu identifizieren. Schüler lernen die unterschiedlichen Eigenschaften des Magnetfeldes kennen, vergleichen die verschiedenen Magnete, aber auch das Verhalten derselben Magnete von verschiedenen Seiten. Schließlich untersuchen sie die Wirkung des Magneten über die Hindernisse und entwickeln dabei die Vorstellung, dass das Magnetfeld nicht „abgeschirmt“ oder geschwächt werden kann.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- weißer Papierbogen, Büroklammern (gleiche Größe), Magnet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/ Der Lehrer kann mit der Lernsituation beginnen, indem er die Büroklammern auf ein weißes Blatt Papier legt und auf den Tisch legt. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es, vorzuschlagen, wie es sein könnte, dass sich die Klammer bewegt oder die Klammer auf den Boden fällt. Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler so viele Möglichkeiten wie möglich ausdenken. Diese Aufgabe kann auch als Hausaufgabe genutzt werden, damit die Schülerinnen und Schüler nachdenken können. Aus diesem Grund wird die Situation auch im Arbeitsblatt für Schülerinnen und Schüler angezeigt. Direkt im Unterricht besteht die erste Aufgabe der Schülerinnen und Schüler darin, ihre vorgeschlagenen Praktiken zu vergleichen. Die Lehrerin/ Der Lehrer motiviert die Schülerinnen und Schüler dazu, verschiedene Vorschläge zu machen, indem sie/er sie ermutigt, verschiedene Werkzeuge, Geräte, Gegenstände oder natürliche Phänomene zu benutzen. Bei der Erörterung von Vorschlägen besteht die Rolle der Schülerinnen und Schüler darin, vorgeschlagene Praktiken in Frage zu stellen oder zu klären, um nur diejenigen zu behalten, die allen vertraut scheinen. Die Verfahren, die im Unterricht in die Praxis umgesetzt werden können, werden von den Schülerinnen und Schülern getestet.

Wenn eine Bewegung der Klammer mit dem Magneten zwischen den vorgeschlagenen Verfahren nicht auftritt, schlägt die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern vor, zur Bewegung der Klammer eines von den folgenden Objekten zu verwenden: Platte, Fächer, Wasser, Magnet, Katze, Licht, Ball.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Büroklammern (gleiche Größe)

Arbeitsvorgang:

Nach der Vorstellung der vorgeschlagenen Praktiken beschäftigt sich die Lehrerin/ der Lehrer zusammen mit den Schülerinnen und Schülern mit ihrem Vergleich. Das Ziel dieser Aufgabe ist es, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass wir manchmal das Objekt durch direkten Kontakt bewegen und manchmal ohne Kontakt auf das Objekt einwirken - nur aus der Entfernung. Die Rolle der Schülerinnen und Schüler besteht darin, darüber nachzudenken, was in jeder der vorgeschlagenen Praktiken dazu führt, dass sich die Büroklammer bewegt. Die Schülerinnen und Schüler tragen die erste vorgeschlagene Methode in die Tabelle in Arbeitsauftrag 2 ein und dann, was die Bewegung der Klammer verursachte. In der Tabelle wird ihnen das Beispiel von der Lehrkraft erklärt. Die Lehrerin/ Der Lehrer bewegt die Klammer auf dem Papier mit ihrer/seiner Hand, die Klammer bewegt sich mit der Hand und die Bewegung verursacht die Kraft der Bewegung ihrer/seiner Hand. Es ist nicht die Kraft der Hand, denn, wenn wir ein großes Objekt auf die gleiche Weise bewegen wollen, wird es nicht funktionieren, weil wir nicht genug Kraft in unseren Händen haben werden. Die Lehrerin/Der Lehrer gibt den Schülerinnen und Schülern ein Beispiel und lässt die Schülerinnen und Schüler über jeden Schritt nachdenken.

Damit die Schülerinnen und Schüler in allen Gruppen nicht über die gleichen Beispiele nachdenken, sind die Methoden zum Anbringen der Klammer entweder zugeordnet, oder es wird empfohlen, dass sie sich denen widmen, die die anderen Gruppen nicht vorgeschlagen haben. Am interessantesten sind Situationen, in denen wir die Klammer mit Hilfe eines Magneten bewegen, indem wir Gravitationskraft (z. B. das Kippen des Tisches oder des Papiers) und Luft (Luftzug, Blasen usw.) verwenden.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Knopf, Münze, Schlüssel, Plastiklöffel, Magnet

Arbeitsvorgang:

In der dritten Aufgabe führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu an, einen der vorgeschlagenen Prozesse in der Gruppe auszuwählen und sich zu fragen, ob die Methode auch zum Bewegen anderer Objekte verwendet werden könnte. In der Tabelle in Arbeitsauftrag 3 haben die Schülerinnen und Schüler auch spezifische Objekte: Knopf, Münze, Schlüssel und Plastiklöffel. Die Schülerinnen und Schüler müssen ihre Antworten auch erklären, womit die Lehrerin/der Lehrer herausfinden wird, wie die Schülerinnen und Schüler über diese Situation denken. Sie präsentieren die Erklärungen untereinander. Eine der analysierten Situationen wird auch die Bewegung der Klammer verursachen durch den Magneten. Die Lehrerin/Der Lehrer macht die Schülerinnen und Schüler auf diese Situation aufmerksam und versucht es in Frage zu stellen, ob das Objekt durch den Magneten bewegt werden kann oder nicht. Auf diese Weise wird sie/er eine Situation für die weitere Erforschung der Wirkung von Magneten auf Objekte vorbereiten.

Schließlich fasst die Lehrerin/ der Lehrer die allgemeinen Ergebnisse zusammen und weist darauf hin, dass wir manchmal Objekte beeinflussen können, ohne sie direkt zu berühren. Ein solcher Fall ist die Wirkung des Magneten auf die Klammer und legt nahe, dass die Wirkung des Magneten auf die Objekte besser untersucht werden sollte.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- hölzerner Knopf, hölzerner Würfel, hölzerner Löffel, Zweig, Münze, Schlüssel, Metalllöffel, Hufeisen, Plastikknopf, Plastikkamm, Plastiklöffel, Plastikflasche, Magnet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/ Der Lehrer bereitet die Objekte gemäß der Tabelle in Arbeitsauftrag 1 vor. Es ist wichtig, sich darauf zu konzentrieren, Holz- und Kunststoffgegenstände frei von anderen Materialien zu machen, damit nur Holz und Plastik übrig bleibt. Bei Metallobjekten ist es wichtig sicherzustellen, dass einige der Gegenstände von einem Magneten (wie einem Löffel und Hufeisen) angezogen werden und einige nicht (Münze, Schlüssel). Ohne diese Bedingung können die Forschungsziele der Aufgabe nicht erreicht werden. Objekte sind bewusst unterschiedlich in Gewicht und Form.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, herauszufinden, welche Objekte vom Magneten angezogen werden und welche nicht. In der Aufgabe werden Objekte absichtlich in Gruppen nach Materialien gruppiert, so dass die Schülerinnen und Schüler dazu neigen, Verallgemeinerungen zu generieren (wir bringen ihnen eine systematische Übersicht anhand eines Situationsbeispiels bei). In der Einleitung ist es wichtig, die Forschungsfrage hervorzuheben: Welche Objekte werden von einem Magneten angezogen? Anschließend werden die Schülerinnen und Schüler zur Schaffung von Annahmen geführt. Absichtlich werden unterschiedlich schwere Gegenstände mit verschiedenen Formen präsentiert, wobei das gemeinsame Merkmal offensichtlich das Material ist, aus dem sie hergestellt sind. Bei der Erstellung von Annahmen stehen den Schülern die Objekte zur Verfügung, um ihre unterschiedlichen Qualitäten zu berücksichtigen. Die Erstellung von Annahmen erfolgt in einer Gruppe, aber jede Schülerin/ jeder Schüler hat die Möglichkeit, seine eigenen Annahmen zu erfassen. Dies bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler eine Diskussion führen und versuchen, den Annahmen zuzustimmen, indem sie sie vor Klassenkameraden rechtfertigen, aber wenn sie ihren Argumenten nicht glauben, haben sie die Möglichkeit, ihre eigenen Annahmen zu erfassen. Folglich werden die Annahmen durch den Magneten verifiziert.

Nachdem wir die Annahmen der Schülerinnen und Schüler überprüft haben, führen wir die Schülerinnen und Schüler zur Bewertung dessen, was sie gefunden haben (wenn die Annahmen nicht bestätigt wurden). Gleichzeitig führen wir sie dazu, eine verallgemeinernde Schlussfolgerung zu formulieren, die in Form einer Antwort auf eine Forschungsfrage formuliert werden sollte, wobei die Schülerinnen und Schüler auf ihre Ergebnisse reagieren (Tabellendaten).

Ziel der vierten Aufgabe ist es, dass die Schülerinnen und Schüler in ihren Schlussfolgerungen beurteilen, dass Metallobjekte, aber nicht alle Metallobjekten von den Magneten angezogen werden. In diesem Stadium erfasst die Lehrerin/ der Lehrer keinen Beschluss, andernfalls ist es nicht möglich, die Kapazität für induktives Lernen zu entwickeln. Die Schülerin/ Der Schüler schreibt die Schlussfolgerung in Bezug darauf, was er gefunden hat und wie er es verstanden hat.

Jede der erhaltenen Ergebnisse werden miteinander verglichen. Basierend auf der Präsentation anderer Gruppen können sie ihre Ergebnisse mit anderen Ergebnissen bereichern. Anschließend führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu, darüber nachzudenken, ob sich alle Magnete auch gegen alle Objekten gleich verhalten. Es ist ratsam zu untersuchen, ob ein Objekt auch von irgendeinem anderen Magneten angezogen wird.

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- Metallobjekte, die von einem Magneten aus einer früheren Aufgabe angezogen werden, Magnet, Messgerät (z. B. Lineal)

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, diejenigen Objekte auszuwählen, die vom Magneten angezogen wurden, aus der Gruppe von Objekten, deren Verhalten mit dem Magneten in der vorherigen Aufgabe untersucht wurde. Es sollte sich um zwei bis drei Metallobjekte handeln. Vor allem werden sie schätzen, dass sie alle metallisch sind. Anschließend fragt die Lehrerin/ der Lehrer, ob der Magnet an den Objekten befestigt werden muss, um zu sehen, ob die Objekte vom Magneten angezogen werden oder nicht, oder ob das Objekt nur näher gelegt werden soll. Sie/ Er schlägt vor, dass die Schülerin/ der Schüler herausfindet, ob der Magnet alle Objekte aus der gleichen Entfernung anzieht. Sie/ Er wird die Forschungsfrage hervorheben (*Zieht der Magnet verschiedene Objekte aus der gleichen Entfernung an?*). Zusammen mit den Schülern bespricht sie/ er, wie man genaue Messungen macht, denen wir vertrauen können. Es ist unangemessen, wenn die Lehrerin/ der Lehrer in diesem Schritt die Schülerinnen und Schüler dazu bringt, das von der Lehrerin/ vom Lehrer selbst vorgeschlagene Verfahren durchzuführen. Die Schülerinnen und Schüler sollten sich der Tatsache bewusst sein, dass sie die Art und Weise vorschlagen, wie sie ihre Forschungsaktivitäten durchführen. Die Lehrerin/ Der Lehrer überwacht die Tatsache, dass das endgültige Verfahren tatsächlich brauchbar und glaubwürdig ist. Gleichzeitig führt sie/ er die Schülerinnen und Schüler dazu an, die Messungen mindestens viermal zu wiederholen, um sicherzugehen, dass sie bei der Messung keinen Fehler gemacht haben. Die Messergebnisse werden in der Tabelle in Arbeitsauftrag 5 aufgezeichnet. Wenn die Schülerinnen und Schüler die gleichen Objekte und die gleichen Magnete auf die gleiche Weise verwenden (die Entfernung, von der der Magnet das Objekt anzieht, hängt auch von der Seite ab, von der sich der Magnet dem Objekt nähert), sollten sie dieselben Ergebnisse erzielen. Wenn unterschiedliche Magnete verwendet wurden, könnten die Ergebnisse in signifikanter Weise unterschiedlich sein.

Sie vergleichen die Ergebnisse und versuchen auf der Grundlage dessen, was sie beobachten, die Fragen unterhalb der Tabelle zu beantworten. Ziel dieser Fragen ist es, die wichtigsten Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufzuzeigen, die von den Schülerinnen und Schülern erlernt werden können, und auch, was die Unterschiede verursachen könnte. Auf diese Weise leitet die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zur systematischen Arbeit mit den erworbenen Daten an und lehrt sie, in den Daten Ergebnisse zu finden, die sie dazu führen, aus der Beobachtung einen Schluss zu ziehen und gleichzeitig die Forschungsfrage zu beantworten. Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler daher zu einem Schluss in Form einer Antwort auf eine Forschungsfrage durch Beantwortung von Fragen.

! Frühere Forschungen haben gezeigt, dass verschiedene Objekte unterschiedlich schnell vom Magneten angezogen werden. In der Interpretation, zu der die Schüler in Fragen unter Aufgabe 5 geführt werden, ergibt sich meist eine Erklärung, dass es durch die Schwierigkeit der Objekte, die Rauheit und die Oberfläche ihrer Anziehung verursacht wird. Die Intensität des Magnetfelds von dem Magneten nimmt allmählich ab. Um ein schwereres Objekt anzuziehen, muss es näher am Magneten sein als ein Objekt, das leicht ist, denn es genügt, das leichte Objekt zu ziehen, so dass das Objekt in einem Magnetfeld von geringerer Intensität ist. Die Schülerinnen und Schüler beobachten dieses Phänomen, wie es sich manifes-

tiert - schwerere Objekte werden von einem Magneten aus einer geringeren Entfernung angezogen als leichtere Objekte. Obwohl ein solches Argument unter dem Gesichtspunkt der Funktionsprinzipien des Magnetfeldes nicht als richtig angesehen werden kann, stimmt es mit der empirischen Beobachtung überein, und so akzeptieren wir es auf dieser Ebene.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- verschiedene Magnete, Metallbüroklammer, Lineal

Arbeitsvorgang:

In der folgenden Aufgabe werden die Schülerinnen und Schüler eine Forschungsfrage beantworten, um herauszufinden, ob der gleiche Magnet das gleiche Objekt in gleicher Entfernung anzieht. Wie bei anderen Forschungsaufgaben ist es auch hier wichtig, die Forschungsfrage hervorzuheben: *Zieht derselbe Magnet das gleiche Objekt in der gleichen Entfernung an?* Anders als bei der vorherigen Forschungsaufgabe wird das Verfahren in dieser Aufgabe in Form einer vorbereiteten Tabelle angegeben, in der die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse vervollständigen sollen. Die Diskussion über das Verfahren läuft mit einem Schwerpunkt auf der praktischen Realisierung der Abstandsmessung ab, von der der Magnet das Objekt anzieht. Zum Beispiel ist es wichtig, alle Messungen auf demselben Hintergrund zu machen; das Objekt muss immer in gleicher Weise auf den Magneten gerichtet sein; der Magnet muss sich immer der gleichen Seite nähern.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler wird es sein, die Größe des Magnetfeldes von zwei verschiedenen Magneten durch eine vorbestimmte Prozedur zu messen. Das Ziel der Aufgabe besteht darin, die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu entwickeln, die Daten in die Ergebnisse und dann in die relevanten Schlussfolgerungen (d. h. die in den Daten verankerten Schlussfolgerungen) zu verarbeiten. Sie lernen, mit der Identifizierung der Ausnahme und der Regel für wiederholte Messungen angemessen zu arbeiten und damit die Wichtigkeit der Durchführung wiederholter Messungen zu klären.

Die Lehrerin/ Der Lehrer erklärt den Schülern die Vorgehensweise. An Position 0 auf einem Lineal, das auf einer glatten Oberfläche (auf der Bank) platziert ist, einen der Gegenstände zur Beobachtung anbringen (Klammer, Münze - siehe Tabelle in Aufgabe 6 in den Arbeitsblättern für den Schüler). Der Magnet nähert sich dem Objekt langsam entlang des Lineals und die Schülerinnen und Schüler beobachten, wann das Objekt vom Magneten angezogen wird. Sie messen die Entfernung und schreiben sie in die Tabelle. Die Messungen wiederholen sich 4 Mal für das gleiche Objekt und den gleichen Magneten. Dann werden die Messungen für den zweiten Magneten nochmals 4 Mal durchgeführt. Messungen werden auch mit einer Münze und einem anderen Gegenstand ihrer Wahl durchgeführt.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Tabelle zu betrachten und zu überlegen, was und wie gemessen werden sollte, um die Daten in die Tabelle aufzunehmen. Sie führen dann eine Beobachtung durch und fügen der Tabelle zwei weitere Objekte hinzu, mit denen sie die Messungen durchführen. Dies müssen Objekte sein, die vom Magneten angezogen werden. Während der Arbeit der Schülerinnen und Schüler beobachtet die Lehrerin/ der Lehrer, wie sie bei der Messung voranschreiten und fordert die Schülerinnen und Schüler einzeln, (wenn nötig) in Gruppen dazu auf, Beobachtungen machen, um dem Ergebnis vertrauen zu können.

Nach der Messung haben die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, die Fragen unter der Ergebnistabelle zu beantworten. Fragen führen dazu, dass sie die Regel in den erhaltenen Daten identifizieren und sie dazu bringen, Daten zu verwenden, um ihre Schlussfolgerungen und andere Verallgemeinerungen zu unterstützen.

Die Lehrerin/ Der Lehrer kann eine Diskussion zu den Ergebnissen einleiten. Zum Beispiel lädt sie/ er eine Gruppe ein, ihre Ergebnisse zu präsentieren, ihre eigenen Forschungsergebnisse mit denen der Klassenkameraden zu vergleichen und die Gemeinsamkeiten und Unterschiede auszudrücken. Wenn unterschiedliche Ergebnisse gefunden werden, sollte der Lehrer versuchen, mit anderen Schülern den Grund für die Erlangung anderer Ergebnisse zu identifizieren und damit den Unterschied zu begründen.

Während der Schlussfolgerung weist die Lehrerin/ der Lehrer auf den **Vergleich der Daten hin, die bei den Messungen** mit demselben Magneten und demselben Objekt (wiederholte Messungen) **erhalten wurden**. Wenn zwischen den Messdaten ein großer Unterschied besteht, sollten die Messungen wiederholt werden und Daten, die einen sehr hohen oder sehr niedrigen Wert aufweisen, aus dem Datensatz ausgeschlossen und durch einen Messfehler gerechtfertigt werden (so genannte Fehlerakzeptanz, Ausnahme). Durch den Vergleich der Ergebnisse sollen die Schülerinnen und Schüler herausfinden, dass die Messwerte für verschiedene Objekte und den gleichen Magneten unterschiedlich sind. Wenn jedoch ein Objekt ein größeres Magnetfeld aufweist (Objekte aus größerer Entfernung anzieht), sind die für dasselbe Objekt gemessenen Werte immer größer als für den zweiten Magnet (Regelerkennung, Suche nach einer Antwort auf die Forschungsfrage in den Daten).

Die Ergebnisse werden oft in Form einer grafischen Darstellung dargestellt, die in vielen Fällen die möglichen Unterschiede in den Daten besser hervorhebt. Ein Teil der Aufgabe besteht darin, den Schülerinnen und Schülern zu helfen, ein Diagramm zu erstellen. Damit die Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler beherrschbar ist, sind sowohl das Diagramm als auch die Legende bereits vorgezeichnet, ihre Aufgabe besteht lediglich darin, die gemessenen Daten in das Diagramm einzutragen. Die Lehrerin/ Der Lehrer versucht zu erklären, was das Diagramm zeigt. In jeder der vorbereiteten Reihen zeichnen die Schülerinnen und Schüler Daten von vier Messungen für einen Magneten und für den anderen auf. Sie vergleichen dann die Länge der Reihen für den einen und den anderen Magneten und bestätigen das verallgemeinerte Beobachtungsergebnis, diesmal unterstützt durch die visualisierte Form der Magnetdifferenz.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Magnet, Messgerät (z. B. Lineal), Metallbüroklammer

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe besteht darin, zu untersuchen, ob derselbe Magnet das gleiche Objekt in der gleichen Entfernung anzieht, wenn wir ihn dem Objekt durch seine verschiedenen Seiten nähern. Jeder Magnet hat zwei Pole, die sich gegenseitig abstoßen. An Orten, an denen sich die Pole des Magneten treffen, erstreckt sich das Magnetfeld auf einen Mindestabstand. Der größte Abstand liegt an den Seiten der Pole, so dass die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Ergebnisse erhalten sollten, wenn sich derselbe Magnet von verschiedenen Seiten dem Objekt nähert.

Die Lehrerin/ Der Lehrer stellt zuerst die Forschungsfrage vor und hebt sie hervor und führt dann die Schülerinnen und Schüler zur Durchführung der Messung. Auf dem Magnet markieren sie vier Seiten (oder drei wenn es sich um runder Magnet handelt) und markieren die Seite des Magneten, mit dem sie sich dem Objekt nähern. Wie bei den vorherigen Aufgaben ist es wichtig, in dieser Aufgabe an wiederholte und genaue Messungen zu erinnern, damit wir uns auf die Daten verlassen können.

Nach der Messung führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu einem Schluss in Form einer Antwort auf eine Forschungsfrage. Es ist wichtig, den Schülerinnen und Schülern die Aufgabe zu lassen, ihre eigenen Schlussfolgerungen zu formulieren. Wenn sie in Bezug auf die erhaltenen Daten formuliert wird, ist es in Ordnung, auch wenn sie nicht mit der derzeit akzeptierten wissenschaftlichen Idee des gegebenen Phänomens übereinstimmt.

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- 4 gleiche Magnete, Messgerät (z. B. Lineal), Metallbüroklammer

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe besteht darin, zu untersuchen, ob es möglich ist, die Entfernung, von der der Magnet ein Objekt anzieht, zu verkleinern oder zu vergrößern, indem ein anderer Magnet an dem Magneten angebracht wird. Die Schülerinnen und Schüler sprechen die Forschungsfrage aus: *Wenn ich ein Objekt mit zwei oder mehr Magneten anziehe, ziehe ich das Objekt aus der gleichen Entfernung, als würden wir nur mit einem Magneten anziehen, an?*

Da durch die Überlappung der Magnetfelder die Intensität des Magnetfeldes teilweise zunehmen kann, werden die Schülerinnen und Schüler bemerken, dass das Objekt bei Anziehung zweier Magnete über eine größere Distanz gezogen werden kann. Der Abstand erhöht sich jedoch nicht proportional zu der hinzugefügten Anzahl von Magneten, da sich das Magnetfeld des letzten Magneten nur bis zu einer bestimmten Entfernung erstreckt und somit das Anziehobjekt selbst nicht beeinflusst.

Nach der Messung führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu einem Schluss in Form einer Antwort auf eine Forschungsfrage. Es ist wichtig, den Schülerinnen und Schülern die Aufgabe zu lassen, ihre eigenen Schlussfolgerungen zu formulieren. Wie in der vorherigen Aufgabe ist es auch notwendig, die Tatsache zu akzeptieren, dass, wenn die Schlussfolgerung im Sinne der erhaltenen Daten formuliert wird, in Ordnung ist, auch wenn sie nicht mit der gegenwärtig akzeptierten wissenschaftlichen Idee des gegebenen Phänomens übereinstimmt. Die Lehrerin/ Der Lehrer sollte auch mit Kindern über mögliche Erklärungen (Interpretationen) dessen, was sie beobachtet und gefunden haben, diskutieren.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

In Arbeitsauftrag 8 fanden die Schülerinnen und Schüler heraus, dass die Entfernung, von der der Magnet das Objekt anzieht, teilweise durch Magnete verändert werden kann.

Die folgende Aufgabe spricht dieses Phänomen allgemeiner an. Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler zur Lösung der Forschungsaufgabe: *Wäre es möglich, die Anziehung von Objekten durch den Magneten in irgendeiner Weise zu beeinflussen, um die Entfernung zu erhöhen, von der Magneten Objekte anziehen?*

Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, eine Aufgabe zu lösen, die darauf abzielt, zu erkennen, ob es möglich ist, die Anziehung von Objekten durch den Magneten zu beeinflussen, wenn die Entfernung, von der der Magnet das Objekt anzieht, vergrößert oder verringert wird. Die Schülerinnen und Schüler führen eine Diskussion in der Gruppe und schreiben das Ergebnis in die Arbeitsblätter in Arbeitsauftrag 9. Die Schülerin/ Der Schüler muss nicht nur auf eine bestimmte Frage antworten, sondern auch seine Antwort begründen. Wenn die Antwort positiv ist, sollten die Schülerinnen und Schüler einen Weg aufzeichnen, wie der Abstand variiert werden kann, von dem der Magnet die Objekte anzieht. Nach Abschluss der Diskussion in Gruppen lädt die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler ein, über ihre Ideen im Unterricht zu diskutieren. Dabei geht es vor allem darum, was eine Schülerin/ ein Schüler über die Wirkung eines Magneten durch Hindernisse aus unterschiedlichen Materialien auf Objekte denkt.

Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- Magnet, Metallbüroklammer, Papier, Bücher unterschiedlicher Dicke

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, Annahmen darüber zu formulieren, ob der Magnet auf Objekte (z. B. auf eine Büroklammer) auch über Hindernisse einwirkt. Die Schülerinnen und Schüler diskutieren in Gruppen und die Ergebnisse der Diskussion in Form von Annahmen sind in die Tabelle in Arbeitsauftrag 10 einzutragen. Neben den drei angegebenen Objekten (Papier, Buch, Tür) ist es ihre Aufgabe, drei weitere Objekte hinzuzufügen und eine Vermutung abzugeben.

Nach Abschluss der Annahmen wird den Schülern Material zur Überprüfung zur Verfügung gestellt. Die Schülerin/ Der Schüler erhält Bücher mit unterschiedlicher Dicke, so dass die Schülerinnen und Schüler die Tatsache herausfinden, dass die Anziehung hauptsächlich von der Dicke des Gegenstands abhängt (d. h. dem Abstand zwischen dem Gegenstand und dem Magneten). Sie sollen die Ergebnisse der Beobachtung in die Tabelle schreiben.

Die Lehrerin/ Der Lehrer lädt die Schülerinnen und Schüler ein, die Annahmen und Ergebnisse der Beobachtung (Verifikation) zu vergleichen. Die Schlussfolgerungen aus dem Vergleich schreiben die Schülerinnen und Schüler in die Arbeitsblätter der Aufgabe. Die Schlussfolgerung sollte auch die Antwort auf die Forschungsfrage beinhalten, worauf die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler aufmerksam macht und die Forschungsfrage wiederholen soll (Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, ob die Magnete auf Objekte auch über Hindernisse einwirken). Die Schülerinnen und Schüler präsentieren kurz ihre Ergebnisse und vergleichen, ob sie zu demselben Ergebnis gekommen sind. Wenn sich die Schülerinnen und Schüler in einigen Schlussfolgerungen nicht einig sind, führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu einer Diskussion, in der sie herausfinden, warum die Ergebnisse unterschiedlich sind. Die Schlussfolgerungen aus dem Vergleich zwischen den Gruppen (oder die Ansichten aus den Präsentationen der anderen Gruppen) werden die Schülerinnen und Schüler zu den Schlussfolgerungen in der Aufgabe hinzufügen.

Die Lehrerin/ Der Lehrer betont, dass die Anziehung von Objekten durch den Magneten nicht von der Dicke des Objekts abhängt, sondern von der Entfernung zwischen dem Objekt und dem Magneten. Sie/ Er sorgt dafür, dass die Schülerinnen und Schüler zum Abschluss kommen indem sie/er die Schülerinnen und Schüler dazu führt, herauszufinden, aus welcher Entfernung der Magnet das Objekt anziehen kann und diese Entfernung mit der Dicke des Objekts, mit dem sie die Wirkung des Magnetismus auf das Hindernis testen, zu vergleichen. Wenn die Materialdicke größer ist als die Entfernung, von der der Magnet Objekte anzieht, sollte beachtet werden, dass das Hindernis (das Objekt selbst) nicht dazu führte, dass das Objekt schwer zu erfassen war, d. h. die Intensität des Magnetfeldes des Magneten wurde durch das Material nicht beeinflusst; die Nicht-Dehnung wurde durch den nahen Abstand des Magneten und des angezogenen Objekts verursacht.

Arbeitsauftrag 11

Hilfsmittel:

- Magnet, Messgerät (z. B. Lineal), Metallbüroklammer

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/Der Lehrer erklärt den Schülerinnen und Schülern, dass sie zwar herausgefunden haben, dass die Magnete auch durch Hindernisse wirken, aber sie noch nicht herausgefunden haben, ob das Hindernis die Wirkung des Magneten auf die Objekte schwächt. Dies ist eine weitere Forschungsaufgabe. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, ein Verfahren zu entwickeln, um herauszufinden, ob das Objekt hinter dem Hindernis, schwächer angezogen wird als im Fall ohne Hindernis. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, alle Informationen und Erfahrungen zu nutzen, mit denen sie an früheren Aufgaben gearbeitet haben. Nach Abschluss des Vorschlagsverfahrens stellt die Lehrerin/der Lehrer den Schülern die Werkzeuge zur Verfügung und die sie setzen ihren Vorschlag um und zeichnen die Untersuchungsergebnisse auf.

Die Aufgaben zum Thema Magnetismus können beendet werden, indem Schülerinnen und Schüler in Gruppen eingeladen werden, um Poster fertig zu stellen, auf dem die Schülerinnen und Schüler nach Abschluss aller Forschungsarbeiten schreiben sollen, was sie über Magnetismus gelernt haben. Die Schülerinnen und Schüler präsentieren sich die Poster gegenseitig.

3.2 Entwicklung des Konzepts der Wirkung von Gravitationskraft auf Objekte und Materialien

Die Reihe der folgenden Aufgaben zielt darauf ab, die Manifestationen der Erdgravitationskraft auf verschiedene Objekte und Materialien zu untersuchen. Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler auf die verschiedenen, häufig beobachteten Phänomene aufmerksam zu machen, die durch die Gravitation der Erde verursacht werden. Die sichtbarste Manifestation der Gravitation ist der Fall von Objekten. Ein Teil der Aktivität ist daher dem freien Fall von Objekten gewidmet.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Objekte mit unterschiedlichem Gewicht, Arbeitsblatt, Internet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/ Der Lehrer initiiert eine Diskussion darüber, was die Objekte auf den Boden fallen lässt. Ziel der Diskussion ist es herauszufinden, was die Schülerinnen und Schüler bereits über die Gravitation und ihre Auswirkungen auf Objekte wissen. Die Lehrerin/ Der Lehrer kann die gleiche Situation nutzen, um diese Diskussion zu beginnen, wie er sie im Thema Magnetismus verwendete – Arbeitsauftrag 1 mit einer Büroklammer auf dem Tisch. Die Lehrerin/ Der Lehrer bringt die Schülerinnen und Schüler dazu, an diejenigen vorgeschlagenen Prozesse zu denken, bei denen sie zur Bewegung der Klammer die Gravitation der Erde nutzten. Dann überlegen sie, ob es möglich ist, auch andere Objekte auf die gleiche Weise zu bewegen. Zum Beispiel, wenn ein Buch auf dem Tisch auf ein Papier gelegt wird. Ziel ist es, den Schülern zu vermitteln, dass schwierige Objekte nicht so leicht zu bewegen sind, was zur Identifizierung der ersten Forschungsfrage führt, um zu untersuchen, ob die Fallgeschwindigkeit von Objekten von ihrem Gewicht abhängt.

Zuerst fragt die Lehrerin/ der Lehrer, ob sie glauben, dass die Geschwindigkeit fallender Objekte vom Gewicht der Objekte abhängt. Die übliche Sicht der Schülerinnen und Schüler dieses Alters ist die Annahme der Fallgeschwindigkeit von Aristoteles – je schwerer das Objekt, desto schneller fällt es. Die Lehrerin/Der Lehrer schlägt vor, dass sie dieses Phänomen erforschen. Folglich führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu Arbeitsauftrag 1, wo sie mit der Entwicklung eines Verfahrens beauftragt wurden, um herauszufinden, **ob die Fallgeschwindigkeit von dem Gewicht fallender Objekte abhängt**. Diese Frage wird hervorgehoben, am besten ist es, sie sichtbar an die Tafel zu schreiben und dazu die Annahmen, die die Schülerinnen und Schüler im Klassenzimmer aufgestellt haben.

Im Sinne der Theorie der Entwicklung großer (komplexer) wissenschaftlicher Ideen ist es wichtig, den prozessualen Aspekt der Untersuchung in den Vordergrund zu stellen. Die Forschungsaufgabe ist offen. Solche Aufgaben betonen die Fähigkeit des Forschers, seine eigene Art der Überprüfung der Annahmen zu entwerfen. Dies bedeutet, dass der wichtigste Teil der aktiven Aktivität der Schülerinnen und Schüler der Vorschlag eines durchdachten Verfahrens und seiner Diskussion ist. Es eignet sich, wenn die Schülerinnen und Schüler in Gruppen arbeiten, in denen die Lehrerin/ der Lehrer die Gruppe beobachtet und nur dann berät, wenn die Schülerinnen und Schüler nicht mehr weiterkommen. Insbesondere ermutigt sie/er sie mittels Fragen, eigene Vorschläge zu machen.

Bei der Gestaltung der Prozeduren lehrt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, mit den verschiedenen Attributen der Probanden (den so genannten Variablen der untersuchten Situation) zu arbeiten, auf denen sie die Fallgeschwindigkeit erfahren. Wenn das Ziel darin besteht zu bestimmen, ob die Fallgeschwindigkeit von Objekten von ihrem Gewicht abhängt, wäre es am besten, zwei Objekte zu haben, die sich nur im Gewicht unterscheiden und die anderen Eigenschaften (Variablen, insbesondere Form und Volumen) gleich sind.

In Anbetracht dieser Tatsache muss auch eine Teilforschungsfrage behandelt werden, die darauf abzielt, **festzustellen, ob die beiden Objekte gleich groß sind**. Zum Beispiel beschließen die Schülerinnen und Schüler, die Fallgeschwindigkeit von zwei Knetbällen zu vergleichen. Der größere Knetball ist schwerer, hat aber auch ein größeres Volumen und nimmt mehr Platz ein, daher wäre es gut, einen Plastikball mit einem gleichgroßen Glas-

ball, Polystyrolball oder anderem Ball zu vergleichen. Hier besteht jedoch die Notwendigkeit zu sehen, ob sie wirklich gleich groß sind. Obwohl Größenvergleiche nur durch Schätzung von den Schülerinnen und Schülern gemacht werden können, ist es angemessener, sie auf die für wissenschaftliches Verfahren typische Präzision zu bringen und ihnen zu helfen, zu messen, ob die Bälle so groß sind (sie haben das gleiche Volumen), indem sie sie beispielsweise in Bechergläser eintauchen (Messzylinder).

Das Nachdenken über diesen Zustand ist der Schlüssel zum Erfolg bei der Entwicklung von Ideen. Auch das Nachdenken darüber, wie die Schülerinnen und Schüler die Fallgeschwindigkeit von Objekten messen (oder vergleichen) werden. Wenn die Höhe, von der die Objekte beginnen zu fallen, relativ klein ist (max. 2 Meter, wenn die Prüfung im Klassenraum durchgeführt wird), sind die Unterschiede möglicherweise nicht ausreichend. Irgendwelche Unterschiede in dieser Situation können nicht einmal festgestellt werden, wenn die Schülerinnen und Schüler vorschlagen, die Fallgeschwindigkeit mit Stoppuhr zu messen. Unterschiede sollten von den Schülern bei dieser Aufgabe nicht beobachtet werden (wenn sie eine ausreichend genaue Untersuchung durchführen), da in solch einem Fall das Problem der Unzuverlässigkeit der erhaltenen Ergebnisse auftreten kann, wobei dies die Schülerinnen und Schüler insbesondere der kleinen Höhe zuschreiben, aus der die Gegenstände gestartet wurden. Um den Schülerinnen und Schülern mehr Ergebnisvertrauen zu geben, empfehlen wir, zum Beispiel die Untersuchung von dem ersten Stock des Gebäudes durchzuführen und zu vergleichen, d. h. den gleichen Beginn des Falles der beiden Objekte aus einer Höhe zu gewährleisten und dann ihren Einfall zu vergleichen.

Vorgeschlagene Verfahren werden von jeder Gruppe präsentiert. Die Aufgabe der anderen Gruppen besteht darin, für die Gruppen, die die Verfahren vorstellen, nach Fehlern und nicht vertrauenswürdigen Teilen der vorgeschlagenen Verfahren zu suchen. Der Zweck der vorgeschlagenen Verfahren besteht darin, sie so zu modifizieren, dass sie wirklich verwendbar und wahrhaft vertrauenswürdig sind. Basierend auf der Diskussion entscheiden sie, wie sie ihre Annahme überprüfen und den Prozess implementieren. Mehrfache Beobachtungen sind wichtig, um sicherzustellen, dass die Schülerinnen und Schüler sicher sind, was sie beobachtet haben, insbesondere wenn es um Untersuchungen geht, die ihre Annahmen wahrscheinlich widerlegen. Die Ergebnisse der Beobachtung und die Schlussfolgerung in Form der Antwort auf die Forschungsaufgabe werden von den Schülern in der Schlussfolgerung in Arbeitsauftrag 1 in eigenen Worten formuliert.

Um die Idee besser zu verankern, vergleichen die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse mit den Ergebnissen, die Galileo Galilei durch das Experimentieren gewonnen hat. Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler an, im Internet herauszufinden, wie Galileo Galilei sein Experiment umgesetzt hat. Sie/ Er führt sie dazu, ihr Experiment, was sie in der Schule gemacht haben, mit dem von Galileo Galilei zu vergleichen. In ähnlicher Weise vergleichen sie ihre eigenen Beobachtungen mit denen von Galileo Galilei.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Ping-Pong-Ball (oder Knet-Ball, Büroklammer), Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/Der Lehrer beginnt eine Diskussion darüber, ob alle Objekte zur Erde fallen. Es soll die Forschungsfrage identifiziert werden, **ob es möglich ist, den Fall von Objekten zu verlangsamen, und wenn ja, auf welche Weise**. In der Einleitung zu der Diskussion ist es jedoch gut, das zu erläutern, was den Schülern bei der einleitenden Frage einfällt.

Zum Beispiel ist es möglich zu diskutieren, welche Objekte fliegen und was sie in der Luft hält. Ausreichend artikulierte Ideen können dann zu interessanten Lösungen für die Forschungsfrage selbst führen.

Sobald die Diskussion abgeklungen ist (Schülerinnen und Schüler bringen keine neuen Ideen und sachlichen Bemerkungen ein), nimmt die Lehrerin/ der Lehrer ein bestimmtes Objekt, wie zum Beispiel einen Knetball, eine Büroklammer oder einen Tischtennisball, und fragt, ob das Objekt fällt oder nicht, wenn wir es aus der Hand fallen lassen. Um den vertikalen Fall des Objekts zu markieren, ist es interessant, die Schülerinnen und Schüler dazu zu führen, zu versuchen, die Markierung auf dem Boden zu zeichnen, wo sie denken, dass das Objekt aufkommen wird, wenn die Lehrerin/ der Lehrer es fallen lässt.

Anschließend fordert die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auf, ein Verfahren zu entwickeln, um den Fall des Objekts zu verlangsamen (Büroklammer, Knet- oder Ping-Pong-Ball). Es ist ratsam, dass die Schülerinnen und Schüler an Gruppenvorschlägen arbeiten. Ziel ist es, mindestens eine Prozedur in der Gruppe vorzuschlagen. Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, den Vorschlag zu zeichnen und entsprechend zu beschreiben. Sie sollten auch erklären, warum sie denken, dass das funktionieren könnte (indem sie ihre eigenen Erfahrungen in der Vergangenheit mit ähnlichen Situationen rechtfertigen oder ihre Ideen verwenden). Die Lehrerin/ Der Lehrer bringt die Schülerinnen und Schüler zur Erklärung mit folgenden Fragen: *Auf welcher Grundlage denkst du, dass dies so funktionieren wird? Hast du schon mal so etwas gesehen? Wenn ja, wo? Was führt deiner Ansicht nach dazu, dass das Objekt in deinem vorgeschlagenen Ansatz langsamer fällt? Usw.*

Nachdem sie Vorschläge gemacht haben, präsentieren sie diese. Wie in der vorherigen Aufgabe ist es auch hier die Aufgabe der anderen Gruppen, über den vorgeschlagenen Vorschlag zu diskutieren, um seine Funktionalität in Frage zu stellen, d. h. Fehler zu finden und zu verbessern. Gleichzeitig müssen die Schülerinnen und Schüler in dieser Diskussion ihre Argumente verwenden – warum sie denken, dass dies so funktioniert. Nach der Diskussion der Vorschläge werden sie die Werkzeuglisten vorbereiten und sie zur nächsten Unterrichtsstunde mitbringen, um ihre Verfahren auszuprobieren. Die tatsächliche Umsetzung der Vorschläge ist weniger wichtig in Bezug auf das Bildungspotenzial der gesamten Aktivität im Vergleich zur Gestaltung und Begründung. Dies bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler auch die Prozeduren zu Hause ausprobieren und das Ergebnis der Untersuchung mitbringen können. Die Ergebnisse der Überprüfung sind in Form einer Schlussfolgerung zusammengefasst, die in ihren eigenen Worten beurteilt, ob ihr Vorschlag funktioniert hat oder nicht. Des Weiteren sollen sie versuchen zu begründen, warum sie glaubten, dass er funktioniert oder nicht oder was für Änderungen im Verfahren sie vorschlagen würden.

Abschließend diskutieren die Schülerinnen und Schüler mit der Lehrerin/ dem Lehrer, welche Prozesse funktioniert haben und bewerten, wie diese Verfahren zusammenhängen, mit der Tatsache, dass die Gravitationskraft immer noch durch das fallende Objekt überwunden werden muss, beispielsweise durch Arbeiten am Objekt in die entgegengesetzte Richtung und dergleichen. In jedem Fall ist es jedoch nicht möglich, die Gravitation für ein Subjekt aufzuheben.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Stab, Schere, Leinwand, Knete, Waage

Arbeitsvorgang:

Zu Beginn der Aktivität identifiziert die Lehrerin/ der Lehrer die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler darüber, wie Objekte auf den Boden fallen. Sie/ Er kann folgende Fragen verwenden: *Fallen alle Objekte auf den Boden? Fallen alle Gegenstände genauso schnell auf den Boden? Was beeinflusst, wie Dinge auf den Boden fallen (wo, wie schnell)? Kann ich etwas erfinden, das den Fall des Objekts auf den Boden verlangsamt oder beschleunigt?* Es ist wichtig, dass es wirklich darum geht, die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu finden. Das erste Prinzip (das Identifizieren von Kindheitsideen) ist, dass die Lehrerin/ der Lehrer nach einer wirklichen Idee fragt, nicht nach einem Wissen, damit die Schülerinnen und Schüler nicht das Gefühl haben, dass die Lehrerin/ der Lehrer etwas verlangt, was sie/ er mit ihnen nicht angesprochen hat, und sie es nicht wissen, obwohl sie es wissen sollten. Es muss wirklich eine kuriose Frage zu den vergangenen Erfahrungen sein, daher ist es ratsam, den einleitenden Wortlaut der Fragen zu verwenden: Was meinst du... Was ist deine Idee von... Denke darüber nach, was du erlebt hast ... und so weiter. Der zweite Grundsatz besteht darin, jeder Schülerin/ jedem Schüler genügend Zeit zu geben, die Antwort zu durchdenken. Daher ist es unangemessen, die Schülerinnen und Schüler auf der Vorderseite reagieren zu lassen, dann reagieren immer ein paar Schülerinnen und Schüler (oft unwissentlich) und die anderen bleiben in ihrer Vorstellung untätig.

Wenn eine Schülerin/ ein Schüler aus der Erfahrung des untersuchten Phänomens nicht das verwendet, was er bereits weiß, können wir nicht davon ausgehen, dass sich ihre/ seine Idee aufgrund der Untersuchung ändern wird. Es ist besser, wenn die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler ermutigt, sich in der Gruppe zu beraten. Gleichzeitig entwickelt die Lehrerin/ der Lehrer die Idee, dass die Untersuchung eine kollektive Aktivität mit einem gemeinsamen Ziel und einem gemeinsamen Ergebnis ist, genauso ist es auch in der Wissenschaft und Technologie. Jedes Produkt (sei es in Form von Entdeckung, Erklärung oder direkt praktischer Lösung oder Konstruktion) entsteht in einer kooperativen Atmosphäre, zu der jeder auf seine Art und Weise beiträgt.

Durch die Einführung einer Umfrage (die in einer präzisen Arbeit viel Zeit in Anspruch nimmt, aber als wichtiger Teil der Bildungstätigkeit angesehen werden muss), erfährt die Lehrkraft, was die Schülerinnen und Schüler über die Idee von fallenden Objekte wissen. Sie/ Er führt zusammen mit den Schülerinnen und Schülern eine Diskussion, woraus eine Frage entstehen soll, die Gegenstand ihrer Untersuchung sein wird. Wenn die Lehrerin/ der Lehrer vor dieser Aktivität auch die erste und die zweite Aufgabe ausgeführt hat, ist die Identifizierung der Idee auch wichtig im Hinblick auf die Rückmeldung darüber, was die Schülerinnen und Schüler in der vorherigen Prüfung gelernt haben.

Anschließend fragt die Lehrerin/ der Lehrer, wo eine Verlangsamung des Falls stattfindet; ob es möglich ist, den Fall einer Person zu verlangsamen, wenn ja, wie. Sie/ Er entwirft mit den Schülerinnen und Schülern einen Fallschirm. Damit das Design sinnvoll ist, führt sie/ er die Schülerinnen und Schüler zunächst dazu, darüber nachzudenken, wie sie vorgehen würden, wenn nur die folgenden Gegenstände zur Verfügung stünden: Stab, Schere, Leinwand und Knete. Es ist ratsam, wenn die Schülerinnen und Schüler diese Materialien in der Gruppe zur Verfügung haben, um sie anzusehen. Am optimalsten ist es, wenn die Schülerinnen und Schüler versuchen, einen Fallschirm zu zeichnen, damit sie ihn aus den Materialien, die ihnen zur Verfügung stehen, herstellen können. Die Lehrerin/ Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, ihre Vorschläge umzusetzen.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler ihre Prototypen konstruiert haben, unterrichtet die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler darüber, wie sie prüfen können, ob Fallschirme funktionieren. Das Verfahren, dass sie anwenden werden, sollte aus einer gemeinsamen Diskussion hervorgehen, um zu verstehen, wie genau die Schülerinnen und Schüler prüfen werden, wie der Fallschirm funktionieren wird. Der einfachste Weg, um die Leistung eines Fallschirms zu überprüfen, ist, zwei gleich große (schwere) Knetbälle

zu schaffen (am besten, wenn sie sie sogar gleich viel wiegen), man hängt einen Ball an den Fallschirmprototyp und beide fallen von der gleichen Höhe ab – einer wird durch den Prototyp des Fallschirms gebremst und der andere fällt direkt auf den Boden. Es ist ratsam, die Fallschirme aus möglichst hoher Höhe, vorzugsweise vom ersten Stock aus zu testen, um den Unterschied im Fall am stärksten zu sehen; aber auch zwei Meter sind ausreichend. Es ist wichtig für die Schülerin/den Schüler zu erkennen, dass der Fallschirm funktioniert, wenn der Fallschirmball später fällt als ein Ball ohne Fallschirm.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- Stab, Scheren, Knete, Tüll, Chiffon, Mikroten (30 × 30 cm Stoffmaße)

Arbeitsvorgang:

In der vorherigen Aufgabe fanden die Schülerinnen und Schüler heraus, dass der Fall des Objekts durch einen einfachen Leinenfallschirm verlangsamt werden könnte. Darüber hinaus haben sie das Verfahren entworfen und getestet, mit dem es möglich ist, herauszufinden, ob der Fallschirm tatsächlich den Fall des Objekts verlangsamt. Die nächste Aufgabe besteht darin, zu untersuchen, wie der Fallschirm funktioniert. Die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler wird sich daher darauf konzentrieren, wann der Fallschirm funktioniert und wann nicht und aus welchem Material er am besten hergestellt wird.

Die Lehrerin/Der Lehrer fragt, ob anstelle von Leinwand anderer Stoff verwendet werden darf. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schüler zur Lösung der Forschungsfrage: *Mit welchem Stoff können wir einen Fallschirm herstellen?* Die Lehrerin/Der Lehrer bietet den Schülerinnen und Schülern in Gruppen drei Arten von Material – Tüll, Chiffon und Mikroten. Um die Untersuchung der Fallschirmfunktionalität genauer zu machen, ist es ratsam, die Fallschirme gleich groß zu machen. Daher wird die Lehrerin/ der Lehrer für jede Gruppe die gleichen Quadrate dieser Materialien vorbereiten. Eine geeignete Größe ist 30 × 30 cm. Die Schülerinnen und Schüler werden sich die Stoffe ansehen und ihre Aufgabe ist es, die Annahmen darüber zu erstellen, welches dieser Materialien bei der Herstellung des Fallschirms funktionieren wird. Um tatsächlich Annahmen zu schaffen, sollte die Lehrerin/der Lehrer auch fragen, warum die Schülerinnen und Schüler gerade diese Annahmen erstellen. Sie argumentieren, dass sie ihre eigenen persönlichen Erfahrungen verwenden. Die anschließende Untersuchung wird ihnen eine Überprüfung ermöglichen. Es ist sehr wichtig, nach der Erklärung formulierter Annahmen zu fragen. Wenn die Lehrerin/der Lehrer danach fragt, ziehen sich die Schülerinnen und Schüler allmählich von der Spekulation (sie tippen nur) zu komplexeren Annahmen zurück (Versuch und Irrtum werden allmählich zu einer echten Untersuchung).

Die Schülerinnen und Schüler kleben Proben der zu untersuchenden Materialien in die markierten Kästchen in Arbeitsauftrag 4 und markieren ihre Annahmen (ü oder û). Dann konstruieren sie Fallschirme und verwenden dasselbe Verfahren wie in Arbeitsauftrag 3, um herauszufinden, ob Fallschirme funktionieren oder nicht. Die Beobachtungsergebnisse sind im Arbeitsblatt in Arbeitsauftrag 4 entsprechend derselben Legende wie in den Annahmen aufgezeichnet. Sobald die Überprüfung abgeschlossen ist, werden die Überprüfungsergebnisse ausgewertet. Es ist wichtig, die ausgefüllten Arbeitsblätter bei der Auswertung zu verwenden – die Lehrerin/der Lehrer verwendet zum Beispiel das Arbeitsblatt einer Schülerin/ eines Schülers (oder einer Gruppe) und fragt, was sie über einzelne Materialien gedacht haben und was sie herausgefunden haben, d. h. ob die Annahme bestätigt wurde oder nicht. Sofern nicht bestätigt, betont sie/ er, dass sie eine neue, interessante Sache entdeckt haben. Es ist sehr wichtig, auf den Datensatz zu zeigen. Die Lehrerin/ Der Lehrer führt

die Schülerinnen und Schüler nach ihrem eigenen Beispiel zur Schlussfolgerung, indem sie das aufzeichnen was sie gefunden haben. Dies entwickelt die argumentative Kompetenz der Schülerinnen und Schüler, die ein wichtiges Element der allgemeinen Fähigkeit der wissenschaftlichen Arbeit bei der Entwicklung der elementaren natürlichen Alphabetisierung ist.

Der Abschluss dieser Aufgabe wird sein, dass alle Materialien funktionieren – ein Ball ohne Fallschirm fiel schneller als ein Ball mit einem Fallschirm. D. h. die Schülerinnen und Schüler finden heraus, dass Fallschirme aus verschiedenen Materialien funktionieren, aber bei den Prüfungen stellen sie sicher, dass einige Materialien die Knete mehr und einige weniger verlangsamen (besonders, wenn wir Fallschirme aus größerer Höhe starten). Daher führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu einer anderen Forschungsfrage (Arbeitsauftrag 5).

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- Fallschirme aus verschiedenen Materialien aus der vorherigen Aufgabe

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler sprechen die Forschungsfrage an: *Welches Material eignet sich am besten für die Herstellung des Fallschirms (der am meisten den Fall abbremst)?* Ziel ist es, dass die Schülerin/ der Schüler selbst herausfinden kann, welches Material für die Herstellung eines Fallschirms am besten geeignet ist (mit Hilfe eines Lehrers). Zunächst führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu an, zu versuchen, Annahmen darüber zu treffen, welches der verwendeten Materialien ihrer Meinung nach am besten geeignet ist. Den Schülerinnen und Schülern stehen die Materialien zur Verfügung, um sie anzusehen. Sie sollten versuchen zu beschreiben, welche Eigenschaften das Material haben sollte, um den besten Fallschirm zu kreieren. Das Nachdenken über das Material ist wichtig, da die Lehrerin/ der Lehrer so die Möglichkeit hat, zu sehen, ob die Schülerin/der Schüler die Relevanz der Materialqualität und wie der Fallschirm funktioniert, erkannt hat.

Um die Schülerforschung zu erleichtern, wird die kombinatorische Aufgabe, die bei der Untersuchung der vier Materialien zu behandeln ist, für die Schülerinnen und Schüler bereitgestellt. Wir geben ihnen ein Beispiel, wie es weitergehen soll, wenn wir herausfinden wollen, welches der vier möglichen Materialien besser ist. Ebenso sind das Halbfinale und das Finale verschiedener Wettbewerbe ähnlich. Zuerst vergleichen die Schülerinnen und Schüler die Probe 1 mit der Probe 2 und getrennt die Probe 3 mit der Probe 4. Dies schließt Materialien aus, die für die Herstellung eines Fallschirms weniger geeignet sind, und zwei „gewinnende" Materialien müssen noch verglichen werden. Bei der Herstellung von Fallschirmen stellen wir sicher, dass die Schülerinnen und Schüler die Fallschirme so konstruieren, dass dieselben großen Teile der verschiedenen untersuchten Materialien, die gleiche Länge der Schnürsenkel, die gleiche Befestigungsmethode und die gleichen großen Knetstücke anstelle der Gewichte verwendet werden. Es muss beim Vergleich von zwei Fallschirmen sichergestellt sein, dass beide Fallschirme immer von derselben Höhe aus starten. Wir machen die Schülerinnen und Schüler auf diese Details aufmerksam, dies ist Teil der Entwicklung der Fähigkeit, ein Experiment durchzuführen, um unsere eigenen Annahmen zu verifizieren. Die Ergebnisse werden in Arbeitsauftrag 5 gezeigt.

Schließlich kann die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zur Interpretation führen. Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Materialien und versuchen herauszufinden, welche Eigenschaft des Materials den Fallschirm besser funktionieren lässt. Zum Beispiel kann die Diskussion dazu führen, dass Löcher im Material, die die

Funktionalität des Fallschirms reduzieren. Wenn die Schülerinnen und Schüler noch den Willen haben zu forschen, können wir ihnen verschiedene andere Materialien (immer die gleich großen Stücke, weil die Größe des Fallschirms auch seine Funktionalität beeinflusst) zur Verfügung stellen und sie spontan ihre Annahmen überprüfen lassen. Sehr geeignete Materialien sind Mikrotaschen (verschiedene Stärken), Cellophan, aber auch Seide. Wenn das Follow-up durchgeführt wurde, wäre es ratsam, abzuschließen und zu bewerten, welches Material am besten geeignet ist und ob bestätigt wurde, was sie von den Eigenschaften halten, die die Funktionalität des Fallschirms beeinflussen.

Andere Forschungsfragen, die in diesem Thema angesprochen werden können, sind, wie sich die Funktionalität des Fallschirms auf die Größe des Materials auswirkt, mit dem wir ihn herstellen. Um eine Präzisionsarbeit mit Variablen zu entwickeln, ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler beim Vergleich der Größe des Fallschirms, Fallschirme aus demselben Material herstellen, weil wir in der vorangegangenen Untersuchung festgestellt haben, dass die Qualität des Materials auch die Funktionalität des Fallschirms beeinflusst. Fallschirme sollten in einer konsistenten Weise hergestellt werden, der einzige Unterschied zwischen den zwei Fallschirmen, die verglichen werden, wird die Größe der Substanz sein, die für seine Produktion verwendet wird.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- 3 Stück Büropapier

Arbeitsvorgang:

In der sechsten Aufgabe zeigt die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern drei gleich große Blätter. Eines von ihnen zerknittert sie/er zu einem Ball und zwei lässt sie/er so wie sie sind. Sie/Er erklärt den Schülern, dass es ihre Aufgabe sein wird, die Fallgeschwindigkeit dieser drei Papierblätter zu vergleichen, wobei das erste horizontal, das andere vertikal und das dritte zerknittert ist, wie in der Tabelle in Arbeitsauftrag 6 angegeben. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es zu überlegen, ob sie genauso schnell fallen oder schneller fallen. Dementsprechend werden die Sequenznummern jedem Bild der Situation in der Tabelle zugewiesen. Sie versuchen die Annahmen zu rechtfertigen, anhand davon, was sie in den vorherigen Fallschirmaufgaben getan haben. Die Annahmen werden überprüft und die Lehrerin/ der Lehrer drückt die Verallgemeinerung der Erklärungen aus, die die Schülerinnen und Schüler vorgeschlagen haben. Wenn die Annahme dem tatsächlichen Ergebnis entspricht, behalten wir die ursprüngliche Idee bei.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Karte von einem Berggebiet, Internet

Arbeitsvorgang:

Die siebte Aufgabe besteht darin, die Tatsache zu betonen, dass die Gravitation auch Flüssigkeiten beeinflusst, was sich durch verschiedene häufig beobachtete Phänomene manifestiert, beispielsweise dadurch, dass das Wasser bergab fließt oder der Wasserstand immer horizontal ist. Diese Phänomene sind typisch für Flüssigkeiten.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es, die Karte des ausgewählten Berggebietes zu betrachten. Ihre Aufgabe mit der Karte besteht vor allem darin, Wasserressourcen, insbesondere Bäche und Flüsse, zu identifizieren. Die Schülerinnen und Schüler können eine Karte im Internet suchen, wo die Farbe angezeigt wird und somit bestätigen, wo die Ströme überall sind. Auf der Grundlage von Karteninformationen und dem Wissen, dass die Gravitation auch das Wasser beeinflusst, sollten sie daher angeben, wo sich die Anstiege in den Bergen befinden. Mit Hilfe von Höhenkurven wissen sie sogar, welche Punkte auf der Karte ungefähr gleich sind und welche niedriger oder höher sind. Ziel der Aufgabe ist es, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass das Wasser wegen der Gravitation immer abwärts fließt. Wenn wir diese Tatsache erkennen, können wir auf der Grundlage der Karte beispielsweise die Rauheit des Geländes bestimmen, das wir durchgehen wollen.

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- Einweckglas mit Deckel, Wasser

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe besteht darin, das Verhalten des Wasserspiegels im Glas zu beobachten. Die Lehrerin/Der Lehrer zeigt den Schülerinnen und Schülern die Gläser, die zur Hälfte mit Wasser gefüllt und geschlossen sind, so dass die Schülerinnen und Schüler verschiedene Positionen erreichen können, ohne Wasser zu verschütten. Das Glas wird von den Schülerinnen und Schülern gesehen, aber es ist nicht ratsam, das Glas zur Verfügung zu haben, bevor sie ihre Annahmen schaffen. Die Schülerinnen und Schüler tendieren dann dazu, ohne Nachdenken zu lernen – im Gegensatz zur Forschung studieren sie nur. Die Schülerinnen und Schüler lösen die Annahmen, wenn die Lehrerin/der Lehrer sie auffordert aufzuzeichnen, wie sie denken, dass das Wasser in dem Glas gespeichert ist und wie sich das Glas wie in den verschiedenen Situationen, wie in der Tabelle gezeigt, dreht. Sie färben den Teil des Glases, wo sie denken, dass es Wasser geben wird. Die erste Position wird den Schülerinnen und Schülern als Beispiel vorgegeben. Die Lehrerin/Der Lehrer geht durch die Gruppe und hilft den Schülerinnen und Schülern, Annahmen darüber zu entwickeln, wie die Schülerinnen und Schüler über den Wasserstand denken. Sie/Er fordert sie auf, den Wasserstand genau so zu zeichnen, wie sie es nach dem Kippen des Glases zu bemerken glauben.

Sobald die Annahmen getroffen sind, führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, diese zu verifizieren. Sie/Er bietet den Schülerinnen und Schülern ein geschlossenes Glas Wasser, das die gleiche Form wie die Gläser in den Arbeitsblättern der Schülerinnen und Schüler haben sollte. Es ist wichtig für die Schülerinnen und Schüler, das Beobachtungsergebnis zur Verifikation aufzuzeichnen, nur dann wird die Beobachtung entwickelt – sie ist gezielt – um den aufgezeichneten Zustand zu überprüfen und sie ist detailliert, d. h. die Schülerin/der Schüler wird geführt, um zu sehen, wo der Wasserstand im Glas ist, und so zeichnet sie/er ihn in der Auswertung auf. In der letzten Spalte der Tabelle färben die Schülerinnen und Schüler die Glühbirnen ein, auf den Zeilen, wo sie eine neue Tatsache fanden – die Annahme wurde nicht bestätigt. Die Lehrerin/Der Lehrer macht die Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam, dass das Wasser (Niveau) im Glas ständig in der gleichen Position zur Erde bleibt, in der sich das Glas vorsichtig bewegt. Wenn wir das Glas schnell drehen, fließt das Wasser anders, aber schließlich bleibt das Wasser in dem Glas immer in der horizontalen Position. Im folgenden Teil der Aufgabe führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, zu versuchen, die Beziehung dieses beobachteten Phänomens mit den Gravitationseffekten der Erde in ihren eigenen Worten zu erklären.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- Glasbecher, Wasserbehälter, Polystyrol kugeln, Buntstifte

Arbeitsvorgang:

Um den Schülerinnen und Schülern weitere Beweise dafür zu liefern, dass der Wasserspiegel noch horizontal ist, wird die Lehrerin/ der Lehrer einen großen transparenten Wasserbehälter verwenden, auf den eine durchgehende Schicht von Polystyrol kugeln aufgetragen wird. Sie/Er nimmt das leere Glas ohne Deckel und zeigt den Schülerinnen und Schülern, was passiert, wenn sie/ er es kopfüber in einen Behälter mit Wasser taucht. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, in die erste Zeile der Tabelle in den Verifikationsbereich zu zeichnen, wo sich der Wasserstand befindet, oder einfacher, wo sich die Polystyrol Kügelchen befinden. Durch das vollständige Eintauchen des Glases in den Wasserbehälter wird der Wasserspiegel im Glas (da die Luft aus dem Becher nicht entweicht) und die Polystyrole kugeln verschoben. Das Ziel der Aktivität ist nicht, den Schülerinnen und Schülern zu erklären, warum das der Fall ist, sondern es ist wichtig zu beobachten, was mit dem Wasserstand in dem Glas passiert, wenn das Glas auf verschiedene Arten gedreht wird.

Nach einer ersten Beobachtung kann die Lehrerin/ der Lehrer diw Schülerinnen und Schülern dazu führen, Annahmen darüber zu machen, wie der Wasserstand im Behälter und im Becher in den einzelnen Situationen in der Tabelle von Arbeitsauftrag 9 eingestellt wird. Es ist ratsam, die Schülerinnen und Schüler so zu führen, dass der Teil des Wasserbehälters, wo sich Wasser befindet, so genau wie möglich gefärbt wird. Dann überprüfen sie die Annahmen, indem sie das Glas unter die Oberfläche tauchen.

Nach Abschluss der Beobachtung konzentriert sich die Lehrerin/ der Lehrer auf verallgemeinernde Beobachtungen, wobei sie/ er sich auf die Tatsache konzentriert, dass der Wasserspiegel in dem großen Behälter und der Wasserspiegel in dem Glas, in das wir eintauchen, immer noch horizontal ist. Die Lehrerin/ Der Lehrer bezieht sich auf die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler und zeigt es erneut auf dem Wasserbehälter. Wie in der vorherigen Aufgabe ist auch hier die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler zu versuchen, den Zusammenhang dieses beobachteten Phänomens mit dem Gravitationseffekt der Erde in ihren eigenen Worten zu erklären.

Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- Wasserwaage, Ball

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe zeigt die Lehrerin/ der Lehrer den Schülerinnen und Schülern die Wasserwaage. Sie/Er diskutiert zuerst mit den Schülerinnen und Schülern, ob sie dieses Gerät kennen und wenn ja, wofür es verwendet wird. Wenn sie die Wasserwaage nicht kennen, erklärt sie/er ihnen, dass sie verwendet wird, um herauszufinden, ob Objekte horizontal gelagert sind. Sie/Er lädt die Schülerinnen und Schüler ein, sie richtig zu sehen und zu erklären, wie sie funktioniert.

Anschließend führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, vorherzusagen, welche Plätze in der Klasse (in der Tabelle aufgeführt) horizontal angeordnet sind und welche nicht. Mit Hilfe der Wasserwaage überprüfen sie ihre Annahmen und zeichnen sie in der Tabelle auf. Ihre nächste Aufgabe ist es, zu erklären, wie der Gebrauch der Wasserwaage mit der Gravitationswirkung der Erde zusammenhängt.

Nach der Diskussion fordert die Lehrerin/der Lehrer die Kinder auf, einen Ball zu nehmen und drei Stellen zu finden, an denen der Ball anrollt, und drei Stellen, wo er liegen bleibt, wo er hingelegt wurde. Sie zeichnen diese Orte in das Arbeitsblatt, um sie besprechen zu können. Ziel der Diskussion ist es, die Orte, an denen der Ball weg gerollt ist, mit denen zu vergleichen, wo er geblieben ist, und den Unterschied zwischen diesen beiden Orten herauszufinden. Das Ziel ist es, den Ball zum Rollen zu bringen, wo der Bereich nicht horizontal (gerade) ist.

Arbeitsauftrag 11

Hilfsmittel:

- Ball

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/ Der Lehrer bereitet vor Ausführung der Aktivität ihren/seinen eigenen Tisch so vor, dass er leicht geneigt ist, aber die Neigung auf den ersten Blick nicht sichtbar ist. Es wird so gemacht, dass die Schülerinnen und Schüler es nicht bemerken. Die Aktivität kann beginnen, indem sie/er einen Würfel und einen Ball nimmt und diese auf den (vorgefertigten) Tisch legt. Der Ball beginnt sich zu bewegen. Der Ball wird dann von der Lehrerin/ vom Lehrer dorthin zurückgebracht, wo er sein sollte. Sie/Er sagt den Schülerinnen und Schülern, dass etwas Besonderes passiert – der Ball bewegt sich, der Würfel jedoch nicht. Sie/Er zeigt dies mehrmals, damit die Schülerinnen und Schüler sehen, dass der Ball sich wirklich so verhält. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, darüber nachzudenken, was das verursacht: *Denken Sie darüber nach, warum der Würfel an Ort und Stelle blieb, als er auf den Tisch gelegt wurde, und der Ball vom Tisch nach unten verschoben wurde. Bewegen sich die Bälle selbständig, wo auch immer wir sie hinlegen?*

Dann führt sie/er die Schülerinnen und Schüler dazu, im Klassenzimmer drei Stellen zu finden, an denen der Ball rollt, und drei Stellen, wo der Ball da liegen bleibt, wo er hingelegt wurde. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, die Eigenschaften dieser Orte zu vergleichen und führt sie zu einer Erklärung: *Was haben wir mit dem Tisch zu tun, damit der Ball genau dort bleibt, wo wir ihn hinstellen?* Die eigenen Erklärungen der Schülerinnen und Schüler können sehr unterschiedlich formuliert werden, es ist wichtig, auf das Wesen, das sie ausdrücken, Wert zu legen.

Arbeitsauftrag 12

Hilfsmittel:

- Werkzeuge, vorgeschlagen von Schülern, Wasserwaage

Arbeitsvorgang:

Was die Schülerinnen und Schüler in früheren Aufgaben gelernt haben, kann zur Lösung von Arbeitsauftrag 12 genutzt werden. Die Forschungsfrage lautet: *Wie kann ich mit Hilfe*

des Wassers herausfinden, ob das Objekt waagerecht platziert ist oder nicht? Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, den genauen Prozess vorzuschlagen, in dem sie die Eigenschaften von Wasser nutzen und eine Gravitationskraft ausüben, um ein Werkzeug zu schaffen, das wiederverwendet werden kann, um zu sehen, ob die untersuchte Oberfläche horizontal ist oder nicht.

Wie bei ähnlichen Aufgaben präsentieren und diskutieren die Schülerinnen und Schüler auch hier über ihre Vorschläge. Basierend auf der Diskussion können sie immer noch ihre Designs bearbeiten und die Werkzeuge aufschreiben, die sie für die Implementierung benötigen. Sie werden von der Lehrerin/ vom Lehrer zur Verfügung gestellt oder sie werden von den Schülerinnen und Schülern mitgebracht. Eine weitere geeignete Option ist die Vorbereitung eines Werkzeugs als Hausaufgabe.

Mit Hilfe ihrer wasserbasierten Werkzeuge versuchen die Schülerinnen und Schüler herauszufinden, welche Schulbänke im Klassenzimmer horizontal gelagert werden und welche nicht. Jede Gruppe führt Beobachtungen mit ihren eigenen Werkzeugen durch. Um die Ergebnisse schließlich vergleichen zu können, erstellen die Schülerinnen und Schüler ein Schema von Schulbänken im Klassenzimmer, bevor sie die Untersuchung durchführen. Dieses Schema wird auf die gleiche Weise nummeriert. Um herauszufinden, ob ihr horizontales Tischpositionierungswerkzeug funktioniert oder nicht, werden sie auch das formale Werkzeug, das sie schon kennen, für jede Schulbank verwenden – die Wasserwaage. Schließlich bewerten sie, ob ihr Werkzeug funktioniert oder ob die Ergebnisse der Wasserwaage und ihrer eigenen Werkzeuge unterschiedlich sind.

Schließlich versuchen die Schülerinnen und Schüler, die Bänke, die nicht horizontal sind, auszugleichen. Sie begründen ihre Versuche und überprüfen während dessen ihre Fortschritte anhand der Wasserwaage. Dann bringt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu, darüber nachzudenken, warum es gut ist, die Bank horizontal zu platzieren. Dieses Thema kann von der Lehrerin/vom Lehrer an anderen Objekten wie einem Haus, Waschmaschine oder Haushaltskochfeld usw. entwickelt werden.

3.3 Entwicklung des Konzepts der elektrischen Ladung und ihrer Auswirkungen auf Objekte und Materialien

Die Aufgabenstellung zum Thema Elektrizität zielt darauf ab, die Idee der Auswirkungen von elektrischen Ladungen auf Distanz zu verändern. Aufgrund des Alters der Kinder wird das Konzept nur auf der Grundlage der sichtbaren Manifestationen dieser Interaktion in der Makrowelt entwickelt, in den Phänomenen, mit denen die Schülerin/der Schüler bereits Erfahrung hat. Die Schülerinnen und Schüler führen die Untersuchung der statischen Elektrizitätserzeugung durch (Aufgaben 1 – 4) sowie die Untersuchung der elektrischen Ströme durch verschiedene Materialien (Aufgaben 5 – 7). Am Ende des Kapitels werden die Schülerinnen und Schüler dazu angeregt, zu untersuchen, wie sich die Lichtenergie in elektrische und dann in mechanische Energie umwandelt (Aufgaben 8 – 10). Damit wird eine Verbindung zum nächsten Kapitel hergestellt, in dem die Schülerinnen und Schüler die Wirkung von Licht aus der Ferne erforschen.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Papier-Konfetti (Stücke von Alufolie, Stücke von Plastiktüte), Büroklammern, Ballon, Salz, ein dünner Strom von Wasser (ein Waschbecken im Klassenzimmer kann verwendet werden)

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/ Der Lehrer kann auf den beiden vorherigen Themen aufbauen und mit den Schülerinnen und Schülern diskutieren, wann es möglich ist, die Wirkung der Fernkräfte zu beobachten. Sie/Er führt die Schülerinnen und Schüler ein, um Magnet- und Gravitationseffekte auf Objekte zu diskutieren, und fragt, ob sie andere Situationen kennen, in denen es möglich ist, Objekte für eine bestimmte Entfernung anzuziehen oder abzustoßen. Wenn die Schülerinnen und Schüler die Elektrifizierung der Objekte erwähnen, wird die Lehrerin/der Lehrer darauf aufbauen, wenn nicht, wird die Lehrerin/der Lehrer der Schülerin/dem Schüler zeigen, wie es möglich ist, das elektrisierte Haar mit dem aufgeblasenen Ballon zu ziehen. Damit die Schülerinnen und Schüler dieses Phänomen selbst ausprobieren können, führt die Lehrerin/der Lehrer sie zur Lösung des Arbeitsauftrags 1, in der sie herausfinden müssen, welche kleinen Objekte vom elektrifizierten Ballon angezogen werden können. Zuerst erstellen die Schülerinnen und Schüler die Annahmen, anhand davon kann die Lehrerin/der Lehrer bestimmen, was die Schülerinnen und Schüler darüber gelernt haben, wie das elektrifizierte Objekt (aufgeblasener Ballon, den sie über Teppich gerieben haben) auf eine Vielzahl von kleinen Objekten einwirkt. Dann fragt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, wie sie herausfinden können, ob ihre Annahmen mit der Realität übereinstimmen oder nicht. Sie/Er diskutiert das genaue Testverfahren. Es ist wichtig, daran zu denken, dass der Ballon immer genau so elektrifiziert sein muss, deswegen ist es wichtig, ihn immer auf der gleichen Oberfläche und immer für die gleiche Zeit zu reiben. Wenn wir genau sein wollen, verwenden wir für jede weitere Beobachtung einen neuen Ballon.

Nach dem vereinbarten Verfahren überprüfen die Schülerinnen und Schüler ihre Annahmen und sie formulieren ihre Beschlüsse aus der Beobachtung. Ihre Aufgabe ist es, in ihren eigenen Worten zu schreiben, was sie herausgefunden haben. Wenn sie eine Schlussfolgerung machen, weist ihre Lehrerin/ihr Lehrer sie daraufhin, welche Merkmale die Objekte haben, die angezogen sind, und welche Merkmale die Objekte haben, die nicht angezogen werden. Zusätzlich zum Papier-Konfetti können sie auch Stücke von Alufolie und Stücke von einer Plastiktüte verwenden, um herauszufinden, wie andere Materialien auf den elektrifizierten Ballon reagieren.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Ballon, Stoppuhr, Papier Konfetti

Arbeitsvorgang:

In der ersten Aufgabe fanden die Schülerinnen und Schüler heraus, dass der elektrifizierte Ballon auch Papier-Konfetti anzieht. In Arbeitsauftrag 2 werden die Schülerinnen und Schüler untersuchen, ob die Menge der angezogenen Papier-Konfetti davon abhängt, wie lange wir den aufgeblasenen Ballon über den Teppich reiben werden. In dieser Aufgabe ist es wichtig, die gleichen Papierschnipsel zu verwenden. Um diese Tatsache zu betonen (als ein Element der Entwicklung von Präzision in der Forschung), ist es ratsam, den Schülerinnen und Schülern gleich Große Papiere zu geben. Die Schülerinnen und Schüler können Quadrate aus Quadrat-Papier schneiden oder eine Lochmaschine verwenden. Wenn sie Papier-Konfetti verwenden, sollten sie sie zuerst sortieren, so dass nur gleiche Konfetti in der Konfettiprobe sind.

Vor der Beobachtung selbst ist es möglich, mit den Schülerinnen und Schülern ihre Annahmen darüber zu diskutieren, ob eine längere Reibung des Ballons über den Teppich

eine „stärkere“ Elektrifizierung erzeugt, deren Effekt mehr Konfetti anziehen wird. Bei der Überprüfung selbst, ähnlich wie in Arbeitsauftrag 1, ist es wichtig, die Forschung genau durchzuführen und für jeden weiteren Versuch einen neuen Ballon zu verwenden. Die Schülerin/ Der Schüler hat so viele Felder auf dem Tisch eingefärbt, wie viele Konfetti der Ballon angezogen hat, womit ein Differenzdiagramm erstellt wird. Da die Zeit zum Reiben des Ballons auf dem Teppich in der ersten Spalte in der Reihenfolge von der kürzesten zur längsten aufgelistet ist, kann die Verifizierung der möglichen Annahme der relativen Beziehung zwischen der Reibungszeit und der Anzahl die gezogenen Konfettis leicht in der Tabelle (in dem Diagramm) identifiziert werden.

Eines der Ziele dieser Aufgabe besteht darin, den Schülerinnen und Schülern beizubringen, dass es manchmal möglich ist, die Ergebnisse nicht in Zahlen, sondern grafisch darzustellen, damit wir die möglichen Unterschiede besser hervorheben können. Bei der Untersuchung werden einige die Konfettis direkt an den Ballon geklebt und andere stehen einfach „auf“ – nachdem sie sich dem Ballon angenähert haben, werden sie teilweise von dem Tisch abgezogen und in Richtung des Ballons geschoben. Während der Forschung ist es wichtig zuzustimmen, was die Schülerinnen und Schüler als angezogenes Konfetti ansehen. Nur diejenigen, die auch dann noch am Ballon festhalten, wenn er von der Konfettiprobe weggenommen wird, oder auch diejenigen, die zum Teil angezogen wurden. Optional können ihre Farben in der Tabelle unterschiedlich sein. Auf diese Weise entwickeln wir einen sehr notwendigen Sinn fürs Detail und Objektivität bei den Schülerinnen und Schülern für die Forschung.

! Nach der Untersuchung schließen die Schülerinnen und Schüler die Beobachtung ab und beziehen sich dabei auf die in der Tabelle – „Diagramm“ erhaltenen Daten. Dies bedeutet, dass es für die Schülerinnen und Schüler wichtig ist, auf die beobachteten Ähnlichkeiten und Unterschiede hinzuweisen, die sie veranlasst haben, das endgültige Urteil über den Zusammenhang zwischen der Länge der Ballonreibung auf dem Teppich und der Menge der angezogenen Papier-Konfetti auszudrücken. Angesichts der großen wissenschaftlichen Idee, die wir zu entwickeln versuchen, ist es wichtig, endlich mit den Schülerinnen und Schülern zu diskutieren, ob der elektrifizierte Ballon auf Papier Konfetti auf Distanz gewirkt hat oder die Konfettis berühren musste, um angezogen zu werden.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Ballon, Holzlöffel, Metalllöffel, Plastiklöffel, Alufolie, Plastiktüte, Baumwolltuch, Wolltuch, Papier-Konfetti

Arbeitsvorgang:

In der zweiten Aufgabe haben die Schülerinnen und Schüler versucht, das Verfahren mit dem es möglich ist, die Intensität der Elektrifizierung des Ballons mit seiner verschiedenen langen Reibung auf der gleichen Oberfläche zu vergleichen. Dieses Verfahren wird auch verwendet, um den Unterschied zu messen, wie wir die gleichen Materialien durch die gleiche Reibung elektrifizieren können. Um die experimentellen Bedingungen zu erhalten, ist es wichtig, ein Verfahren zu schaffen, mit dem wir die Auswirkungen der verschiedenen Variablen auf das Ergebnis der Untersuchung eliminieren. Da eines unserer Ziele auch die Entwicklung der Fähigkeit ist, unsere eigenen Annahmen zu erstellen, ermutigen wir die Schülerinnen und Schüler, den genauen Prozess zu entwickeln, mit dem wir feststellen können, ob die verschiedenen Substanzen (in Arbeitsauftrag 3 aufgeführt) unterschiedlich intensive Elektrifizierung erzeugen, was zur Anziehung einer größeren Anzahl von Papier-Konfetti führen wird.

Bei der Besprechung des Untersuchungsprozesses achtet die Lehrerin/der Lehrer darauf, dass die Schülerin/der Schüler alle untersuchten Materialien auf der gleichen Oberfläche, wie zum Beispiel den Teppich, behandelt, um sie gleichzeitig zu reiben und auf derselben großen Fläche zu reiben. Dies kann sichergestellt werden, indem man zum Beispiel zuerst einen Holzlöffel untersucht und ihn dann mit verschiedenen Materialien einhüllt.

Vor der Untersuchung können die Schülerinnen und Schüler Annahmen darüber treffen, welches Material eine intensivere Elektrifizierung verursacht. Annahmen können getroffen werden, indem man die Reihenfolge der Materialien von denen, die sie am wenigsten elektrifizieren lassen, zu denen bestimmt, die die Elektrifizierung am meisten verursachen. In der Tabelle gibt es auch zwei freie Spalten für die Schülerinnen und Schüler, in denen sie die Materialien auflisten können, die sie erforschen möchten.

Sie führen dann Beobachtungen durch, in denen sie versuchen, das Untersuchungsverfahren so genau wie möglich zu beobachten. Sie wiederholen die Messung für jedes Material oder sie überprüfen das Ergebnis mit den Ergebnissen der anderen Gruppen und sie wiederholen die Messung nur dann, wenn sie für ein bestimmtes Material sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt haben. Basierend auf den Ergebnissen der Messung formulieren sie die Schlussfolgerung, dass das Ausmaß der Elektrifizierung von dem Material, das wir reiben, abhängt. Bei der Schlussfolgerung beziehen sie sich auf ihre Befunde (Messwerte in der Tabelle).

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- Glas, Wolle, Alufolie, Papier, Holz, Gummi, Plastikflasche, PVC (Boden-Kunststoff)

Arbeitsvorgang:

Die vierte Aufgabe adressiert die Erzeugung von statischer Elektrizität im Sinne der Theorie des triboelektrischen Effekts. Die Aufgabe beinhaltet eine von den mehreren Versionen von der triboelektrischen Reihe. Ausgehend von der Prüfung dieser Reihe und der Diskussion darüber sollen die Schülerinnen und Schüler Annahmen schaffen, die sie dann überprüfen. Es ist wichtig, dass die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern diese Aufgabe richtig beibringt. Es wird zunächst erläutert, dass die verschiedenen bekannten Materialien in der Abbildung gezeigt sind und entsprechend ihrer Elektrifizierung angeordnet sind. Damit die Schülerinnen und Schüler besser auf diese Aufgabe vorbereitet sind, kann ihre Lehrerin/ ihr Lehrer sie bitten, Informationen zu Triboelektrizität, triboelektrischen Effekten oder direkt über die triboelektrische Reihe im Internet zu finden. Ihre Aufgabe besteht auch darin, einige Materialien von der Tabelle mitzubringen, damit sie sie gemeinsam untersuchen können.

Diese Aufgabe ist insofern interessant, dass die Schülerinnen und Schüler zum Nachdenken über die bereitgestellte Information angeregt werden und anschließend die Frage und Annahme, die sie aus ihrem Verständnis der Anordnung von Materialien in der triboelektrischen Reihe implizieren, erzeugen. Zum Beispiel könnte es für die Schülerinnen und Schüler interessant sein zu untersuchen, wie mit Materialien umzugehen ist, die sich an den entgegengesetzten Enden der Reihe befinden, wenn sie aneinander gerieben werden und dann zu Papierkonfetti verarbeitet werden. Es ist auch interessant zu untersuchen (im Vergleich zum vorherigen Vorschlag), wie und ob die Elektrifizierung entstehen wird, wenn wir Objekte, die nah zueinander liegen, reiben werden.

Zusätzlich zu einer Annahme erstellen die Schülerinnen und Schüler in Gruppen auch ein Verfahren, mit dem sie ihre Annahmen verifizieren können. Die Aufgabe der Lehrerin/

des Lehrers besteht darin, die Schülerinnen und Schüler zu beaufsichtigen, korrekt mit den Variablen in den vorgeschlagenen Verfahren zu arbeiten. Wenn sie/er einen Fehler in der vorgeschlagenen Prozedur sieht, ändert sie/er nach einer Diskussion mit einer bestimmten Gruppe die Prozedur, so dass die Schülerinnen und Schüler in der Untersuchung erfolgreich sind. Dann führen sie ihre Vorschläge durch und melden ihre Ergebnisse. Da in diesem Arbeitsblatt die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler hauptsächlich auf die Erstellung von Annahmen und den Vorschlag für deren Verifikation gerichtet ist, formulieren die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse mündlich. Es ist wichtig, sie zu veranlassen, die Ergebnisse von der Schlussfolgerung zu trennen. Die Ergebnisse stellen die erhaltenen Daten dar, d.h. die Reibung, von welchem Material viel Papier angezogen hat, über das eine und das andere Material. In der anschließenden Schlussfolgerung werden diese Daten von den Schülerinnen und Schülern verwendet, um eine Beurteilung zu erstellen, zum Beispiel, dass die Materialien, die in der (triboelektrischen) Reihe sehr weit voneinander entfernt waren, während der Reibung am besten elektrifiziert wurden.

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- 1,5 V oder 4,5 V Batterie, 1,5 V Glühbirne, 2 Drähte (z. B. Krokodilklemmen mit Kabel)

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe besteht darin zu untersuchen, ob die in der Batterie gespeicherte Elektrizität dazu führen kann, dass die Glühbirne aufleuchtet, wenn die Batterie ordnungsgemäß an die Glühbirne angeschlossen ist. Ziel dieser Aufgabe ist es, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass Strom von der Quelle zum Gerät (aus der Entfernung) bewegt werden kann, wobei die Übertragung von Elektrizität nur ein bestimmtes Material liefern kann.

In Arbeitsauftrag 5a stellt die Lehrerin/ der Lehrer der Schülerin/ dem Schüler Batterien (4,5 V oder 1,5 V), zwei Drähte (am besten mit Krokodilklemmen an den Enden für besseren Halt) und eine Glühbirne zur Verfügung. Zuallererst ist es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler, sorgfältig vier Vorschläge zu untersuchen, wie diese Komponenten zusammengelegt werden können, um die Glühbirne zum Leuchten zu bringen (siehe Tabelle in Aufgabe 5a). Die Schülerinnen und Schüler treffen einvernehmlich Annahmen darüber, ob die Glühbirne erleuchtet werden kann oder nicht. Sobald die Annahmen getroffen sind, werden die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten, sie zu verifizieren. Basierend auf den Annahmen kann die Lehrerin/ der Lehrer feststellen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung von einem geschlossenen Kreislauf haben. Wenn ihre Annahme der tatsächlichen Funktionsweise der elektrischen Schaltung entsprach, ist Arbeitsauftrag 6 an der Reihe, bei der es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist, die in Arbeitsauftrag 5a konstruierte elektrische Schaltung zu verwenden und zu prüfen, welche Materialien den elektrischen Strom leiten und welche nicht. Wenn die Lehrerin/ der Lehrer, während die Schülerinnen und Schüler Annahmen in Arbeitsauftrag 5a treffen, feststellt, dass die Schülerinnen und Schüler noch kein beständiges Verständnis für die Funktionsweise eines geschlossenen Stromkreises haben, ist sie/ er daran interessiert, dieses Verständnis zu fördern, indem sie/er Arbeitsauftrag 5b anspricht.

In Arbeitsauftrag 5b gibt es mehrere Möglichkeiten, Drähte, Batterien und Glühbirnen zu kombinieren, so dass die Glühbirne leuchtet. Natürlich funktionieren nur diejenigen, in denen wir einen geschlossenen Stromkreis erstellen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es, in der Gruppe über die skizzierten Situationen nachzudenken und Annahmen darüber

zu treffen, ob die Glühbirne angeschaltet werden kann. Die Lehrerin/Der Lehrer betont, dass die Batterie eine Energiequelle ist, die eine Glühbirne erleuchten kann, aber wir müssen sicherstellen, dass die Energie richtig in die Glühbirne fließen wird. Nach Erstellung der Annahmen überprüfen die Schülerinnen und Schüler die Funktionalität der einzelnen Strukturen. Bei der Untersuchung ist es wichtig, die Schülerinnen und Schüler auf die Unterschiede in den einzelnen Situationen hinzuweisen, da sie mit sehr kleinen Details variieren können, die, wenn sie nicht beachtet werden, dazu führen, dass die Glühbirne nicht leuchtet.

Nach der Überprüfung führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu einer Schlussfolgerung aus der Beobachtung. Ihre Aufgabe ist es, in ihren eigenen Worten zu formulieren, wie man Komponenten verbindet, um die Glühbirne zum Leuchten zu bringen. Bei der Präsentation der Schlussfolgerungen ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler auf die erzielten Ergebnisse Bezug nehmen. Durch Fragen zu den Schlussfolgerungen, die die Schülerinnen und Schüler formuliert haben, stellt die Lehrerin/der Lehrer sicher, dass die Ergebnisse die Information darüber erhalten, mit welchem Teil der Glühbirne der Teil der Batterie verbunden ist. Nach der Umsetzung der Arbeitsaufträge 5a und 5b sollten sich die Schülerinnen und Schüler darüber im Klaren sein, wie ein elektrischer Stromkreis zum Einschalten der Glühbirne hergestellt werden kann. Sie werden ihr Wissen nutzen, um die siebte Aufgabe zu erforschen.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- 1,5 V oder 4,5 V Batterie, 1,5 V Glühbirne, 3 Drähte (z. B. Krokodilklemmen mit Kabel), Schalter

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler können bereits einen funktionierenden Stromkreis mit einer Glühbirne bauen. Im Folgenden werden sie die Funktion des Schalters im elektrischen Schaltkreis untersuchen. Die Lehrerin/ Der Lehrer kann die Schülerinnen und Schüler dazu bringen zu erkennen, dass ihre Glühbirne leuchtet, während alle Teile an den Stromkreis angeschlossen sind. Wenn der Stromkreis unterbrochen wird, hört die Glühbirne auf zu leuchten. Für den praktischen Einsatz der Umwandlung der elektrischen Energie in der Batterie in eine Leuchtenergie in einer Glühbirne, ist es gut, einen praktischen Weg zum Abschalten des elektrischen Stroms zu haben.

Abbildung 21: Schalter

Die Lehrerin/ Der Lehrer gibt der Schülerin/ dem Schüler in einer Gruppe einen Schalter, der eine mechanische Unterbrechung des Stromkreises erzeugt. Sie/ Er führt sie dann dazu, Annahmen darüber zu treffen, welche der vier entworfenen Glühbirnenschaltungen

funktionieren werden, welche nicht und warum. Nach dem Entwurf der Annahmen und der Durchführung der Diskussion über die Annahmen, besteht die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler darin, ihre Annahmen zu rechtfertigen und sie anschließend zu überprüfen und auf der Grundlage der erzielten Ergebnisse eine Schlussfolgerung formulieren.

Um die Funktion des Schalters im elektrischen Stromkreis verständliche für die Schülerinnen und Schüler zu machen, schlägt die Lehrerin/ der Lehrer vor, dass sie versuchen, ihren eigenen funktionellen Schalter in der elektrischen Schaltung mit der Glühbirne zu schaffen. Ihre Aufgabe ist es, verfügbare Materialien im Klassenzimmer, zu Hause usw. zu verwenden. Zuerst zeichnen sie ihre Vorschläge und schreiben eine Liste der notwendigen Werkzeuge. Dann präsentieren sie ihre Vorschläge. In der Präsentation werden andere Gruppen aufgefordert, im vorliegenden Vorschlag nach möglichen Fehlern zu suchen. Die Schülerinnen und Schüler werden ihre Vorschläge in der nächsten Unterrichtsstunde realisieren, wo sie die notwendigen Werkzeuge mitbringen, oder die Lehrerin/ der Lehrer wird den Aufbau des Schalters als eine Hausaufgabe vergeben, und sie werden seine Funktionalität in der nächsten Unterrichtsstunde testen.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- 1,5 V oder 4,5 V Batterie, 1,5 V Glühbirne, 3 Drähte (z. B. Krokodilklemmen mit Kabel), Nagel, Klammer, Münze, Alufolie, Lineal, Gummi, Papier, Streichholz, Glas

Arbeitsvorgang:

Aus der vorherigen Aufgabe wird deutlich, dass zum Aufbau des Schalters nicht alle Materialien verwendet werden können. Ein Teil des Schalters muss aus einem elektrisch leitenden Material und ein Teil aus einem elektrisch nicht leitenden Material gebildet sein. Dies wirft die Frage nach den verschiedenen Materialien auf und wo sie verwendet werden können, um den Schalter zu machen. Der Zweck der Aufgabe ist herauszufinden, welche Materialien elektrisch leitend sind und welche nicht. Die Lehrerin/ Der Lehrer wird diese Forschungsaufgabe hervorheben und die Schülerinnen und Schüler anleiten, die materiellen Annahmen in der Tabelle des Arbeitsauftrags 7 zu erstellen.

Das Überprüfungsverfahren ist für die Aufgabe vorgesehen. Es ist ratsam, dass die Lehrerin/der Lehrer bei dieser Aufgabe das Prinzip der Erstellung einer elektrischen Schaltung mit den Schülerinnen du Schülern wiederholt. Die Tabelle zeigt auch eine schematische Ansicht, die als universelles Kommunikationswerkzeug für die wissenschaftliche Kommunikation über elektrische Schaltungen verwendet wird. Es ist jedoch nicht notwendig, dass die Schülerin/der Schüler für die Durchführung der Aufgabe Kenntnisse in der schematischen Darstellung von elektrischen Schaltungen besitzt.

Es ist ratsam, dass die Lehrerin/ der Lehrer zuerst zeigt, wie die Verifizierung stattfinden wird, wobei auf das Bild in der Tabelle Bezug genommen wird. Sie/ Er versucht den Nagel und die Schülerinnen und Schüler sehen, dass die Glühbirne eingeschaltet ist, also werden sie aufschreiben, dass es sich um ein leitendes Material (oder Symbol einer leuchtenden Glühbirne) handelt. Dann versucht sie/ er ein anderes, nicht leitendes Material (das nicht mehr in der Tabelle enthalten ist), z. B. ein Wattestäbchen oder einen Pullover. Die Schülerinnen und Schüler sehen, dass die Glühbirne nicht aufleuchtet, was bedeutet, dass das Material nicht leitfähig ist (es ist mit einer durchgestrichenen Glühbirne oder nicht leitendem Material in die Tabelle markiert, wie vereinbart).

Die Tabelle ist absichtlich in zwei Teile geteilt, wobei der linke Teil nur metallische Objekte und der rechte Teil nichtmetallische Objekte enthält. Auf diese Weise wird die Kommunikation der Lehrerin/ des Lehrers mit den Schülerinnen und Schülern erleichtert, um aus der Beobachtung eine Schlussfolgerung zu schaffen. Nach der Überprüfung der Annahmen führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schüler an, zu versuchen, die Schlussfolgerung darüber zu verallgemeinern, welche Materialien den Strom leiten und welche nicht.

Die Forschung sollte zeigen, dass nur metallische Objekte einen elektrischen Strom erzeugen. Es gibt andere freie Felder in der Tabelle, in denen die Schülerinnen und Schüler die Materialien auflisten, die sie untersuchen möchten, um ihre Schlussfolgerung aus der Beobachtung zu bestätigen. Daher schreiben sie zwei andere metallische und zwei nichtmetallische Objekte in die Tabelle, die sie dann untersuchen. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, ihre Schlussfolgerung zu überprüfen, indem sie im Internet nachschauen, wo ihre Aufgabe ist, Informationen darüber zu finden, welche anderen Stoffe (neben Metallen) elektrisch leitend sind und ob alle Metalle tatsächlich elektrisch leitend sind.

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- Solarzelle, Motor mit einem Propeller, 3 Drähte (z. B. Krokodilklemmen mit Kabel), Schalter, Tischlampe mit Schiebekopf, Lineal, farbige Folien (gelb, rot, blau)

Arbeitsvorgang:

Bei der Erstellung eines einfachen Stromkreises können auch andere elektrische Energiequellen verwendet werden. In dieser Aufgabe werden die Schülerinnen und Schüler wieder eine einfache elektrische Schaltung erstellen, stattdessen aber die Solarzelle anstelle der Batterie verwenden. In dieser Aufgabe sollten die Schülerinnen und Schüler die Lektionen aus der vorherigen Aktivität berücksichtigen – der Stromkreis funktioniert, wenn er geschlossen ist. Ziel der Aktivität ist es, einzelne Komponenten (Drähte, Propellermotoren, Solarzellen) gemäß der schematischen Ansicht in Arbeitsauftrag 8 zu integrieren. Anschließend kann sich bei einigen Gruppen der Propeller am Motorrad drehen – abhängig von der Raumbeleuchtung. Wenn sich kein Propeller bewegt, diskutiert die Lehrerin/ der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern, wie Solarzellen funktionieren (Kollektoren, Kraftwerke), was brauchen wir, um sie zu nutzen. Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler zu dem Punkt zu bringen, dass sie erkennen, dass die Energiequelle in diesem Fall Licht ist.

Die Schülerinnen und Schüler konzentrieren sich auf die Untersuchung der Wirkung von Licht auf die Funktionalität von Solarzellen, wie in der achten Aufgabe beschrieben. Für Untersuchungen eignen sich relativ starke klassische Glühbirnen oder Halogenbirnen, mit denen eine ausreichende Menge an elektrischer Energie erzeugt werden kann (energiesparende Glühbirnen sind nicht geeignet). Die erste Forschungsaufgabe besteht darin zu bestimmen, ob der Abstand der Lichtquelle von den Solarzellen die Drehung des Motorrads mit dem Propeller beeinflusst, d. h. ob dieser Abstand davon abhängt, wie viel elektrische Energie erzeugt wird (8a). Nachdem die Forschungsfrage gestellt wurde, führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, die Annahmen zu erstellen, die sie in die Tabelle schreiben. Die Schülerinnen und Schüler denken auch über bestimmte Entfernungen nach (10, 20 und 30 cm). Zum Beispiel, könnten sie denken, dass solche Unterschiede in der Entfernung der Quelle von der Solarzelle, die Rotation des Motors nicht beeinflussen, aber größere Entfernungen schon, werden sie es in die Annahme setzen. Die Schülerinnen und Schüler überprüfen dann die Annahmen und die Beobachtungsergebnisse werden im Verifikationsab-

schnitt aufgezeichnet. Bei der Überprüfung der Annahmen weist die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, diese genau zu überprüfen, d. h. die einzige Eigenschaft, die sich ändert, ist der Abstand der Lampe (Glühbirnen) von der Solarzelle. Selbst die Lichtquelle und die Solarzelle dürfen nicht geneigt sein, das Licht muss in allen drei Fällen senkrecht auf die Solarzelle einwirken. **Die Schülerinnen und Schüler sollten beachten, dass sich die Zelle überhitzen kann, wenn sich die Glühbirne zu nahe an der Lampe befindet.**

In der nächsten Aufgabe (8b) führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, zu untersuchen, ob die Solarzelle ebenso funktionieren wird wie eine Lichtquelle, die eine andere Eigenschaft hat – sie ist bunt. Sie/Er erklärt den Schülerinnen und Schülern, dass sie die Lichtquelle (Lampe) auf die Entfernung stellen sollen, so dass der Motor sich anschaltet, wenn die Lampe leuchtet und dann werden sie die Glühbirne mit dem gelben, roten und blauen Film überdecken. Die Lehrerin/Der Lehrer stellt den Film den Schülerinnen und Schülern in Gruppen zur Verfügung und führt sie dazu, Annahmen zu treffen. Die Schülerinnen und Schüler können auch einen anderen Film oder eine Kombination davon verwenden – ein Freiraum ist in der Tabelle geschaffen, um die entsprechende Annahme zu erstellen. Nach dem Erstellen der Annahmen diskutiert die Lehrerin/der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern darüber, was sie über die Situation denken und bittet die Schülerinnen und Schüler um Erklärungen anhand ihrer aktuellen Ideen und Erfahrungen. Dann werden sie die Annahmen überprüfen und eine Schlussfolgerung ziehen.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- Holzklotz aus dem Bauspielzeug, Lineal, Tischlampe (oder Taschenlampe), Solarzelle mit Propeller

Arbeitsvorgang:

In Arbeitsauftrag 9 soll untersucht werden, ob die Menge der von einer Solarzelle erzeugten Elektrizität davon abhängt, wie sich die Solarzelle in einem bestimmten Abstand von der Lichtquelle zu dieser Quelle befindet.

Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler zunächst dazu, Annahmen über die drei Grundpositionen der Solarzellen relativ zur Lichtquelle (Taschenlampe oder Tischlampe) zu treffen. Die Schülerinnen und Schüler werden dann Überprüfungen durchführen. Bei der Überprüfung der Annahmen sollte die Lehrerin/der Lehrer sicherstellen, dass die Schülerinnen und Schüler die angezeigten Bedingungen (d. h. den Winkel der Solarzellenlegung) beobachten. Dieser Schritt kann unternommen werden, so dass die Lehrerin/der Lehrer sicherstellt, dass die Schülerinnen und Schüler die Solarzellen anlehnen, z B. immer über das gleiche Objekt (z. B. Holzklotz aus dem Bauspielzeug). Es ist jedoch wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler den Würfel direkt unter der Lampe platzieren und ihn während der weiteren Überprüfung nicht bewegen – sie manipulieren nur mit der Solarzelle. Die Position und der Abstand der Lampe von der Solarzelle ändert sich nicht (z. B. etwa 20 cm vom Tisch entfernt). Sobald die Überprüfung abgeschlossen ist, formulieren die Schülerinnen und Schüler eine Schlussfolgerung. Die Schlussfolgerungen in verschiedenen Gruppen werden dann verglichen. Wenn Unterschiede in dem, was die Schülerinnen und Schüler gefunden haben entstanden sind, untersucht die Lehrerin/ der Lehrer, warum Unterschiede in dem aufgetreten sind, was die verschiedenen Gruppen gefunden haben (z. B. unterschiedliche Stellung der Lichtquelle, unterschiedliche Lichtquellenentfernung von der Solarzelle usw.).

Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- Bilder von Sonnenkollektoren (Lehrer zeigt der ganzen Klasse), Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

In der vorherigen Aufgabe haben die Schülerinnen und Schüler herausgefunden, dass die Menge an produziertem Strom davon abhängt, unter welchem Winkel das Licht auf die Solarzelle fällt. In dieser Aufgabe werden die Schülerinnen und Schüler dazu angeregt, darüber nachzudenken, wie sich dies auf die Nutzbarkeit der Sonnenstrahlung in Solarkraftwerken auswirken kann. Die Lehrerin/Der Lehrer zeigt den Schülerinnen und Schülern eine Reihe von Solarkollektoren, die jeweils am besten in Deutschland sind. Sie/Er diskutiert (basierend auf dem Bild von Arbeitsauftrag 10) mit den Schülerinnen und Schülern darüber, warum Sonnenkollektoren geneigt sind und wie es mit der Bewegung der Sonne im Himmel während des Tages zusammenhängt. Ihre Erklärung (auf der Grundlage der Diskussion) formulieren die Schülerinnen und Schüler in ihren eigenen Worten in Arbeitsauftrag 10. Die Lehrerin/Der Lehrer kann dann mit den Schülerinnen und Schülern diskutieren, wie sich die festen Solarzellen in einem Kraftwerk so anpassen können, dass sie tagsüber so viel Licht wie möglich aufnehmen und in Elektrizität umwandeln können.

Um die Leistung einer Solarzelle zu messen, wenn Licht von einer Vielzahl von entfernten und verschiedenen geneigten Lichtquellen angelegt wird, kann auch ein Multimeter (zum Messen der Spannung, ein schwarzer Leiter in das COM-Loch und ein roter Leiter in ein Loch V) verwendet werden. Das Multimeter wird direkt an die Solarzelle angeschlossen (sie müssen den Propeller nicht mit dem Motor im Stromkreis verbinden).

3.4 Entwicklung des Konzepts des Lichts und seiner Auswirkungen auf Objekte und Materialien

Die Reihe der folgenden Arbeitsaufträge konzentriert sich auf Licht als eine Realie, die anderen Realien auf Distanz beeinflussen kann. Die Schülerinnen und Schüler diskutieren verschiedene Lichtquellen und wie Licht mit der visuellen Wahrnehmung zusammenhängt. Sie erforschen die direkte Lichtbewegung, um die Präsenz von Licht zu realisieren, sowie die direkte Lichtbewegung – die Erzeugung von Schatten. Sie betrachten dann, welchen Einfluss das Licht auf verschiedene Materialien hat. Sie untersuchen die Reflexion von Licht (besonders an den Spiegeln), die Lichtübertragung durch Materialien und die Absorption von Licht, wodurch sich Licht in Wärme umwandeln kann.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Bild *Concept Cartoons*© Schneemann, Arbeitsblatt, Werkzeuge, die von den Schülerinnen und Schülern vorgeschlagen werden

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/Der Lehrer führt eine spezifische Situation ein, die die Erfahrung von den Schülerinnen und Schülern mit ähnlichen Situationen durch das Bild evoziert (*Concept*

Cartoons; Arbeitsauftrag 1). Auf dem Bild ist ein Schneemann, den die Kinder, die ihn gebaut haben, anziehen werden. Aber sie haben unterschiedliche Meinungen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, sich in Gruppen zu einigen, welche Aussage des Kindes in dem Bild wahr ist (entsprechend ihrer Vorstellung von einer solchen Situation). Es ist auch wichtig, die Schülerinnen und Schüler dazu zu bringen, ihre Wahl auf der Grundlage von Vorkenntnissen und Erfahrungen zu begründen.

Die *Concept-Cartoons*-Methode ist interessant, weil es anhand des Bildes prinzipiell nicht möglich ist zu bestimmen, welche Aussage der Realität entspricht. Das Bild liefert nicht genügend Informationen, um zu wissen, was die Schülerinnen und Schüler zum Schluss entdecken sollen. Zum Beispiel fehlen Informationen über die Temperatur der Luft, das Material des Mantels und zum Beispiel die Tatsache, ob die Sonne scheint oder nicht. Die Einführungsaufgabe dient der Lehrerin/ dem Lehrer dazu, die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über dieses Naturphänomen (Wärmedämmung) zu erkennen.

Wenn sich die Schülerinnen und Schüler über die Aussage einig sind und ihre Rechtfertigung geschrieben ist, evoziert die Lehrerin/ der Lehrer die Diskussion unter den Schülerinnen und Schülern in verschiedenen Gruppen, so dass sie für ihre Entscheidung argumentieren können. Wenn es keine abweichenden Aussagen gibt oder die Diskussion beendet ist, führt die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, den zweiten Teil der Aufgabe zu lösen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, darüber nachzudenken, wann die Aussagen, mit denen sie in der anfänglichen Diskussion nicht übereinstimmten, wahr sein könnten. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Bedingungen zu beschreiben, unter denen die erste, zweite und dritte Aussage wahr sein könnten. Diese Aufgabe führt im Wesentlichen zur Bildung von Annahmen, die dann zu Forschungstätigkeiten führen können, auf deren Grundlage die Schülerinnen und Schüler praktisch herausfinden werden, wie sich das Phänomen verhält.

Wenn die Schülerinnen und Schüler während der Diskussion einige der folgenden Bedingungen nicht erwähnten, führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, sie zu prüfen: Egal ob die Sonne scheint oder nicht? *Egal welche Farbe der Mantel hat (weiß, schwarz)? Ist es wichtig, wie viel Grad es draußen hat (ob es kalt ist oder nicht)? Ist es wichtig, aus welchem Material der Mantel ist, in den die Kinder versuchen den Schneemann zu kleiden?*

Die *Concept-Cartoons*-Methode entwickelt neben der bereits erwähnten Identifizierung, wie Schülerinnen und Schüler ausgewählte Naturphänomene verstehen, auch die Argumentationsfähigkeit. Wenn die Schülerinnen und Schüler der Aussage zustimmen, müssen sie dies mit einem Argument unterstützen, dem andere Mitschüler vertrauen und der für sie verständlich ist. Basierend auf begründeten Diskussionen werden in der Regel mehrere parallele Annahmen erstellt, die Studenten zu Forschungsaktivitäten führen. Damit die nachfolgende Untersuchung ausreichend zielgerichtet ist, schlägt die Lehrerin/der Lehrer vor, nur eine der getroffenen Annahmen zu überprüfen. Da das Ziel der Aufgabengruppe darin besteht, die Schülerinnen und Schüler auf die Wirkung von Licht auf entfernte Objekte aufmerksam zu machen, schlägt die Lehrerin/der Lehrer vor, die folgende Annahme zu überprüfen (Arbeitsauftrag 1b): Wenn die Außentemperatur auf 5 ° C über Null liegt und die Sonne scheint, bewirkt der schwarze Mantel, dass der Schneemann schneller heizt.

Es ist angemessen, wenn die Lehrerin/der Lehrer diese Annahme schafft, indem sie/er auf einige der Erfahrungen verweist, die Schülerinnen und Schüler mit ähnlichen Situationen haben. Zum Beispiel kann sie/er sich auf ein anderes Wärmegefühl im Sommer beziehen, wenn wir in direktem Sonnenlicht in einem weißen oder schwarzen Hemd stehen. Dann diskutiert die Lehrerin/der Lehrer diese Annahme mit den Schülerinnen und Schülern, so dass sie/er sicher ist, dass alle Schülerinnen und Schüler verstehen, was der Zweck der Untersuchung sein wird. Die Schülerinnen und Schüler können sich ausdrücken, indem sie sich mit der Annahme identifizieren oder in dem Sinne, dass sie diese Annahme leugnen. Die Lehrerin/Der Lehrer betont, dass dies nur eine Annahme ist und überprüft werden muss.

Anschließend werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ein Verfahren zur Überprüfung dieser Annahme vorzuschlagen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, aus den zur Verfügung stehenden Werkzeugen ein Verfahren zu entwickeln, so dass das Ergebnis des vorgeschlagenen Prüfungsverfahrens ein überzeugendes Argument für die Bestätigung oder Widerlegung der Annahme ist. Die Schülerinnen und Schüler zeichnen und beschreiben ihre Vorschläge in Arbeitsauftrag 1b. Jede Gruppe entwickelt ihren eigenen Vorschlag und vergleicht ihn dann.

Während der Präsentation der Vorschläge der Gruppe weist die Lehrerin/der Lehrer die anderen Gruppen an, zu versuchen, mögliche Fehler in den vorgeschlagenen Lösungen zu finden. Sie/Er selbst führt Gespräche mit den Schülerinnen und Schülern und betont, dass es wirklich möglich ist, die Annahme durchaus zu überprüfen. Daher fragt sie/er jede Präsentationsgruppe, wie während der Untersuchung festgestellt wird, dass das Schmelzen begonnen (oder beschleunigt) hat. Gemeinsam werden sie ein Verfahren entwickeln, das verwendet werden kann. Zu dem vereinbarten Verfahren wird eine Liste der Werkzeuge aufgestellt, die die Schülerinnen und Schüler entweder mitbringen oder ihre Aufgabe der Beobachtung als eine Hausaufgabe durchführen. Die Ergebnisse der Untersuchung werden im Arbeitsblatt eingetragen, wobei die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern sagt, dass es wichtig ist, die Annahme im Ergebnis zu bewerten. Dann diskutiert sie/er mit den Schülerinnen und Schülern, was sie herausgefunden haben und verallgemeinert (mit Bezug auf die Ergebnisse der Schüler), dass die Forschung zeigt, dass Licht in die Wärme in den dunklen Materialien wechselt, die das Objekt selbst erwärmt. Dies wird durch die Tatsache gerechtfertigt, dass unter dem weißen Mantel nicht dasselbe passiert ist als unter dem schwarzen, was bedeutet, dass es nur die Farbe des Materials und nicht das Material selbst ist, was den Schneemann bei sonnigem Wetter schmelzen lässt. Im Gegensatz dazu wirkte der weiße Mantel als Isolator im Vergleich zu einem Schneemann, der keinen Mantel trug.

An dieser Stelle ist es wichtig zu betonen, dass **der wichtigste Teil der Aktivität (die der Schüler entwickelt) die Schaffung eines Verfahrens zur Überprüfung der Annahme und die anschließende Verbesserung des Vorschlags in der Diskussion ist, verglichen mit der tatsächlichen Durchführung des Verfahrens**.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- erstelltes „Dach“ (z. B. schwarz beschichtete Pappe), 3 Boxen, 3 Thermometer

Arbeitsvorgang:

In der vorherigen Aufgabe haben die Schülerinnen und Schüler herausgefunden, dass sich das Licht mehr ändert, wenn es auf dunkle Objekte fällt, als wenn es auf helle Objekte fällt. Ziel dieser Aufgabe ist es, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass die Erwärmung von Objekten auch davon abhängt, wie schräg die Sonnenstrahlen auf das erhitzte Objekt fallen. In dieser Aufgabe können die Schülerinnen und Schüler auch die Untersuchungen aus der neunten Aufgabe in der Reihe von Aufgaben über Elektrizität nutzen, wo sie die Veränderung der Lichtenergie in elektrische Energie untersuchten.

Die Lehrerin/Der Lehrer greift das Alltagsthema „Hausdächer“ mit den Schülerinnen/den Schülern auf. Sie/Er kann mit den Schülerinnen und Schülern darüber diskutieren, welche Dächer, warum am besten geeignet sind. Es ist interessant, die Farbe des Daches angesichts der Ergebnisse der ersten Aufgabe anzusprechen. Sie/Er wird die Forschungssituation selbst im Rahmen von Arbeitsauftrag 2a darstellen. Sie/Er erklärt den Schülerin-

nen und Schülern, dass es ihre Aufgabe ist, herauszufinden, wie man ein Dach baut, damit der Raum unter ihm so wenig wie möglich wärmer wird. Sie haben drei verschiedene Situationen im Arbeitsblatt und ihre Aufgabe besteht darin, eine Voraussetzung für den Bau eines Daches zu schaffen. Sie sollten versuchen, ihre Annahme zu rechtfertigen.

Dann führt ihre Lehrerin/ihr Lehrer sie dazu, ihre Annahmen zu überprüfen. Die Prozedur wird einige Minuten dauern, daher ist es wichtig, den Schülerinnen und Schülern genügend Zeit zum Nachdenken zu lassen. Die Lehrerin/Der Lehrer hilft ihnen dabei, Vorschläge zu machen. Sie/Er weist darauf hin, dass sie ein schwarzes Dach verwenden werden, das immer die gleiche Größe hat, aber unterschiedlich geneigt ist.

Die Lehrerin/Der Lehrer diskutiert mit den Schülerinnen und Schülern über die praktische Überprüfung der Annahmen. Zusammen bauen sie die Struktur so, dass drei unterschiedlich geneigte „Dächer" der gleichen Größe (z. B. ein Karton, der schwarz beschichtet ist) der Sonne zugewandt sind. Die Dächer können auf die gleichen Papierkästen gelegt werden, auf denen sich die Thermometer befinden. Thermometer werden ein Indikator für alle beobachteten Veränderungen sein. Ähnlich wie bei anderen Aufgaben ist die Diskussion um die Annahmen und das Verfahren zur Überprüfung der Annahmen im Vergleich zur praktischen Überprüfung der Annahmen im Prinzip ein didaktisch wertvollerer Teil der Tätigkeit. Die Schülerinnen und Schüler lernen in Situationen, in denen sie ein glaubwürdiges Beobachtungsergebnis erhalten müssen, sorgfältig zu denken.

Nach der praktischen Überprüfung der Annahmen fordert die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auf, das Ergebnis der Beobachtung (in Anbetracht der Annahmen und der allgemeinen Forschungsabsicht der Aktivität) in Form einer Schlussfolgerung zu formulieren. Arbeitsauftrag 2b ist ähnlich formuliert. Hier ist es jedoch Aufgabe der Schülerinnen und Schüler herauszufinden, ob es wichtig ist, ein Dach zu haben, das der Sonne als Teil der Orientierung in der Welt zugewandt ist. Die Schülerinnen und Schüler bilden Annahmen und versuchen, sie zu rechtfertigen. Sie versuchen dann, ihre Annahmen zu überprüfen, indem sie nach Informationen im Internet suchen. Die praktische Überprüfung der Annahmen würde längerfristige Beobachtungen erfordern (mindestens einen ganzen Tag bei sonnigem Wetter, durch regelmäßige Lufttemperaturmessung unter dem Dach des Hauses).

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- 2 identische Taschenlampen, Objekt (z. B. Figur von „Mensch ärgere Dich" nicht)

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, zu untersuchen, wie sich der Schatten entwickelt und wie sich die Schatteneigenschaften aufgrund sich ändernder Bedingungen ändern können. Fragen sind die Anleitung, um ihre Untersuchung im Detail zu machen und sich darauf zu konzentrieren, wie sich das Phänomen in verschiedenen Situationen verhält. Folglich werden die Schülerinnen und Schüler ermutigt, dieses Wissen zu verwenden, wenn sie Annahmen über zwei besondere Situationen formulieren. Zunächst ist es ihre Aufgabe, darüber nachzudenken, wie viele Schatten das Objekt haben wird, wenn es in einem Vier-Licht-Raum ist. Die Aufgabe besteht darin, die Schülerinnen und Schüler nicht nur daran zu erinnern, ob ein Objekt mehr Schatten haben kann, sondern auch, wenn der Schatten des Objekts nicht erstellt wird. Die Antwort auf die Frage kann ziemlich breit sein, je nachdem, wie die Schülerin/der Schüler über die Frage nachdenkt und wie sie/er ihr/sein Vorwissen anwenden kann. Dementsprechend wird eine an-

gemessene Begründung für die Aufgabe erwartet. Zum Beispiel kann eine Schülerin/ein Schüler behaupten, dass das Objekt 4 Schatten haben, aber auch nur drei Schatten haben kann, wenn sich das Objekt beispielsweise genau unter einer der Quellen befindet. Denn wenn es unter der Lampe ist, wird der Schatten nicht gebildet.

Die zweite Frage, mit der sich die Schülerinnen und Schüler innerhalb der Untersuchung von Schatten befassen, ist, ob Schatten entstehen, wenn auf das Objekt von zwei gegenüberliegenden Seiten das gleiche Licht im gleichen Winkel scheint. Es ist angemessen, wenn die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern zwei alternative Annahmen vorlegt. Nach der ersten Annahme werden keine Schatten gebildet, und die Lehrerin/der Lehrer wird den Kindern den Grund dafür geben, dass, wenn ein Schatten hinter dem Objekt ist, wo das Licht nicht kommt, aber das zweite Licht auf der zweiten Seite von der zweiten Taschenlampe erzeugt wird, die Schatten nicht entstehen. Die zweite Annahme erklärt das Phänomen so, das zwei Schatten erzeugt werden, weil wir zwei Lichtquellen haben. Auf diese Weise erstellt die Lehrerin/der Lehrer (unter anderem) ein Beispiel für eine Person, die versucht, auf der Grundlage von Vorwissen und Logik Annahmen zu treffen. Das heißt, sie/er rät nicht, versucht aber wirklich seine Annahme zu rechtfertigen.

Sobald die Annahmen getroffen sind, stellt die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern zwei identische Taschenlampen und ein Objekt zur Verfügung und die Schülerinnen und Schüler untersuchen, ob zwei oder keine Schatten vorhanden sind. Die Schülerinnen und Schüler finden heraus, dass zwei Schatten gebildet werden. Die Lehrerin/Der Lehrer kann den Schülerinnen und Schülern eine Erklärung geben. Wenn zwei Taschenlampen auf das gleiche Objekt leuchten, gibt es Orte, an denen beide Taschenlampen leuchten (es gibt doppelt so viel Licht) und es gibt Orte, wo nur eine Taschenlampe aufleuchtet und einen Ort schafft, wo es weniger Licht gibt - einen Schatten.

Folglich kann die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern helfen, das Wissen darüber, wie Schatten sich verhalten, anzuwenden, mittels einer Frage: *Wie viele Schatten hat ein Fußballspieler auf einem Fußballfeld, wenn er im Licht spielt?* Es ist angemessen, wenn die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu bringt, zuerst Annahmen zu treffen und sie dann zu verifizieren, indem sie ein Fußballspiel beobachten oder ein Fußballfeld in einer Schuh-Schachtel mit vier Lichtern und einer Figur des Spielers modellieren. Damit die Schülerinnen und Schüler genau über die Situation nachdenken und ihr gesamtes bisheriges Wissen nutzen können, setzt die Lehrerin/der Lehrer Teilfragen, während sie ihre Annahmen treffen, zum Beispiel: *Wird der Fußballspieler immer noch die gleiche Anzahl von Schatten haben, wenn er sich auf dem Spielfeld bewegt? Wie viele Schatten hat er, wenn er einen Eckstoß ausführt? Werden alle seine Schatten gleich dunkel sein? Usw.*

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- Bild *Concept Cartoons*©, ausgeschnittene Formen in Form von Blättern aus verschiedenen Materialien, Taschenlampe

Arbeitsvorgang:

Wie in Arbeitsauftrag 1 werden die Schülerinnen und Schüler in dieser Aufgabe auch aufgefordert, Vorschläge zur Erklärung des häufig beobachteten Phänomens zu diskutieren. Die Aufgabe führt die Schülerinnen und Schüler dazu, darüber nachzudenken, ob sich die Schatten überlappen und dunklere Schatten erzeugen können. Die Schülerinnen und Schüler wissen bereits, dass es hellere und dunklere Schatten gibt, aber die Frage ist, ob dunklere Schatten durch überlappende Objekte entstehen können und so die Schatten die-

ser Objekte auch überlappen. Wenn man den Schülerinnen und Schülern ein Bild präsentiert, ist es wichtig zu beachten, dass es nicht um die Dichte des Schattens geht (wenn sich zwei Bäume mit einer kleinen Anzahl von Blättern überlappen, wird der Schatten an der Stelle, an der sie sich überlappen, kohärenter). Es ist angemessen, dass den Schülerinnen und Schülern erklärt wird, dass die Situation so aussehen sollte, als würden wir zwei Blätter von den Bäumen überlappen, und es nicht klar ist, ob diese Blätter, Blätter desselben Baums oder verschiedener Bäume sind.

Die erste Aufgabe wird sein, (in Gruppen) zu entscheiden, welche Aussage sie für wahr halten würden. Zur gleichen Zeit führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, zu versuchen, ihre Argumentation zu rechtfertigen. Wie bei der ersten Aufgabe (*Concept Cartoons*) ist es wichtig, hier eine ausreichende Begründung für die Präsentation der Schülerinnen und Schüler zu bieten. Diese sollten auf ihren früheren Erfahrungen basieren und sollten in einer logischen Art und Weise präsentiert werden. Stimmen die einzelnen Gruppen nicht überein, welche Aussage die Tatsache ausdrückt, ermutigt die Lehrkraft sie zu versuchen, die andere Gruppe mit ihren Argumenten zu überzeugen (frühere Erfahrungen, die ihre Entscheidung für eine bestimmte Aussage unterstützen).

Wenn sie zustimmen (normalerweise stimmen die Schülerinnen und Schüler mehr oder weniger mit der Aussage überein, dass der Ort, an dem sich die Bäume überlappen, nicht dunkler sein wird), wird die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern Material in Gruppen zur Verfügung stellen, um die Schatten zu erforschen. In dieser Phase der Untersuchung haben die Schülerinnen und Schüler noch keine Blätter von Bäumen zur Verfügung, sondern schneiden Blätter aus verschiedenen Materialien heraus, von denen einige das Licht überhaupt nicht durchlassen, andere sind teilweise durchscheinend und gefärbt (zum Beispiel Blätter, die aus dem Farbfilm geschnitten sind). Das Ziel dieser Untersuchung ist es, einen möglichen Mangel an Erfahrung darüber zu liefern, wie sich Schatten bilden, wenn sich überlappende lichtdurchlässige und durchscheinende Materialien überlappen. Die Schülerinnen und Schüler finden unter anderem heraus, dass Farbschattierungen mit transluzenten Farbfilmen erzeugt werden können.

Nach der Prüfung führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu, die Aussagen im Bild erneut zu lesen und zu überlegen, welche davon wahr sein könnten, oder wann eine der Aussagen wahr wäre (durch Überlappung, welche Materialien der dunkle Schatten, dunklere Schatten und zweimal so dunkle Schatten erzeugen). Das Ergebnis der Diskussion sollte verallgemeinern, dass ein dunkler Schatten auftritt, wenn wir zwei durchscheinende Materialien (lichtdurchlässige Materialien) überlappen.

Dies beantwortet jedoch nicht die ursprüngliche Frage nach der Überlappung der Schatten der beiden Bäume. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler daher dazu, zu der Annahme in Arbeitsauftrag 4b Stellung zu nehmen (Baumblätter lassen das Licht nicht durch und daher gibt es bei Überlappung keinen dunkleren Schatten). Durch die Formulierung der Aussage erzeugt die Lehrerin/der Lehrer ein Muster in Annahmen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, ihre Zustimmung oder Ablehnung der Annahme auszudrücken. Anschließend führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, ein Verfahren zu entwickeln, um herauszufinden, ob die Blätter von den Bäumen durchscheinend sind (lichtdurchlässig) oder nicht. Sie/Er gibt den Schülerinnen und Schülern in Gruppen genug Zeit, um ein Verfahren vorzuschlagen, das vertraut und überzeugend genug ist (es wird definitiv bestimmen, ob das Licht durch die Blätter durchscheint oder nicht). Sie präsentieren sich gegenseitig ihre Ideen und wählen eine aus, die die genauesten Ergebnisse liefert. Ein Teil der Vorbereitung für die Untersuchung ist das aufschreiben einer Reihe von Werkzeugen, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihre eigenen Forschungsaktivitäten besser zu planen.

Die auffälligste Transparenz des Materials wird dadurch bestimmt, dass die Schülerinnen und Schüler das Blatt aus einer bestimmten Entfernung (auch Null) beleuchten werden

und sehen, ob Licht durch das Material hindurch sichtbar ist. Dann beobachten sie eine Vielzahl von Blättern, entweder auf Proben, die die Lehrerin/der Lehrer mitgebracht hat, auf Zimmerpflanzen im Klassenzimmer oder draußen auf dem Hof. Die Lehrerin/Der Lehrer kann auch die Schülerinnen und Schüler einladen, Blätter (zu Hause) zu finden, die kein Licht durchlassen. Das Ergebnis ihrer Untersuchung wird die Erfindung sein, dass Blätter der Bäume lichtemittierend sind. Folglich können sie zu der ursprünglichen Herausforderung zurückkehren (*Concept Cartoons* – ein Bild) und herausfinden, welche Aussage mit der Realität übereinstimmt.

Ein wichtiger Teil der Aktivität ist die Schlussfolgerung. Schlussfolgerungen formulieren die Schülerinnen und Schüler in Gruppeninteraktion. Die Lehrerin/Der Lehrer weist sie an, die Einschätzung der Annahme und die Antwort auf die ursprüngliche Forschungsfrage einzuschließen, die sich aus der Situation im Bild ergibt.

Was die Schülerinnen und Schüler in dieser Forschungsaufgabe herausgefunden haben, sollen sie in Arbeitsauftrag 4c anwenden. Ihre Aufgabe ist es, eine Annahme für das Material und die Farbe der Sonnenschirme zu schaffen. Die Lehrerin/Der Lehrer weist die Schülerinnen und Schüler an, zu versuchen, die Forschungsergebnisse früherer Aufgaben zu verwenden (zum Beispiel unter den dunkleren Materialien ist es wärmer, die durchscheinenden Materialien erzeugen nicht so einen dunklen Schatten als die Materialien, die nicht durchscheinend sind usw.). Neben der Schaffung der Annahme selbst liegt es auch an den Schulleitern, ihre Annahme auf die Schlussfolgerungen früherer Forschungsstudien zu stützen.

Arbeitsauftrag 4c hat die Form von offener Forschung, d. h. nur die Forschungsherausforderung wird gegeben und die Schülerinnen und Schüler treffen sowohl die Annahmen als auch, dass Verfahren selbst, wie sie ihre Annahmen überprüfen werden. Da diese Forschungsaufgabe auf einer früheren Untersuchung des relevanten Phänomens beruht, ist es möglich, die Schülerinnen und Schüler zu bitten, die Annahme und ihre Begründung und ein Verfahren, mit dem sie ihre Annahmen überprüfen werden im Rahmen von Hausaufgaben zu schaffen und im Unterricht diskutieren sie untereinander in Gruppen darüber, was sie vorgeschlagen haben und suchen nach dem geeignetsten Weg, um ihre Annahmen zu überprüfen.

Sie führen dann die Forschung durch und bewerten das Forschungsproblem in Form einer Schlussfolgerung. Auch hier ist es wichtig, die Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam zu machen, dass die Schlussfolgerung neben der Bewertung der Annahmen auch die Antwort auf die Forschungsfrage beinhalten muss, in diesem Fall die Feststellung, welche Materialien für den Bau von Sonnenschirmen geeignet sind. Der Abschluss der Überprüfung sollte auf dem Ergebnis der Überprüfung basieren. Dies bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler angeben sollen, auf der Grundlage von welchen Ergebnissen sie etwas behaupten. Hiermit lernen sie, mit den Fakten zu argumentieren und so objektive Untersuchungen durchzuführen.

Am Ende der Reihe dieser Aktivitäten, die sich auf das Untersuchen der Schatten konzentrieren (Aufgaben 1 – 4), ist es ratsam, mit den Schülerinnen und Schülern darüber zu diskutieren, was sie gelernt haben. Im Prinzip finden die Schülerinnen und Schüler heraus, wie sich die Schatten bilden, was sie dazu bringt zu erkennen, dass Licht nicht hinter die Objekte durchscheint und Schatten erzeugt werden, an Orten hinter Objekten, an denen es weniger Licht gibt als in der Umgebung. Die Lehrerin/Der Lehrer fragt die Schülerinnen und Schüler, was mit dem Licht passiert, wenn es um Objekte geht. Sie fanden auch in der vorherigen Untersuchung heraus, dass, wenn das Objekt dunkel ist, das Licht die Objekte erhitzt, d. h. es scheint sich in Wärme zu verwandeln. Dies ist bei hellen Objekten nicht der Fall. In den nächsten Aktivitäten erforschen sie daher noch, was mit Licht passiert, wenn es umglänzende und helle Oberflächen geht. Die Schülerinnen und Schüler werden untersuchen, wie sie mit dem Licht umgehen, wenn sie den Spiegel treffen. Neben der Grundregel der Lichtreflexion von flachen Oberflächen (die ein Objektbild

in einem Spiegel erzeugt), finden die Schülerinnen und Schüler auch heraus, dass Licht für das Sehen von Objekten verantwortlich ist. Wenn sich Objekte zum Beispiel um eine Ecke befinden, können wir sie nicht sehen, weil das Licht durch den Raum läuft, so dass das von dem Objekt um die Ecke reflektierte Licht nicht in unser Auge gelangen kann und wir es somit nicht sehen können. Es ist dieser Einfluss von Licht auf Materialien, der für die Entwicklung dieser Schlüsselthese (Big Idea) sehr wichtig ist.

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- Münze, 2 Spiegel

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/Der Lehrer beginnt mit der Lernsituation, indem sie/er eine Aktivität entwickelt, bei der die Schülerinnen und Schüler sehen, wie sich das Bild der Münze spiegelt. Ihre Aufgabe ist es, zwei Spiegel einander gegenüberzustellen und die Münze zwischen die beiden Spiegel zu legen (siehe Aufgabe 5a). Sie beobachten spontan, wie viele Münzbilder in beiden Spiegeln erscheinen. Sie werden die Nummer in die erste Spalte schreiben. Dann weist die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, zu versuchen, die Spiegel einander näher zu bringen (wie in der zweiten Spalte der Tabelle gezeigt, immer noch die Kante berührend) und erneut zu zählen, wie viele Bilder von Münzen sie in beiden Spiegeln sehen. Nach dem Zählen verallgemeinern sie die Schlussfolgerung darüber, wann wir mehr und weniger Münzen sehen.

Folglich kann die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern helfen, mit der Situation zu arbeiten, um noch mehr Spiegelbilder zu erhalten (Arbeitsauftrag 5b). Die Schülerinnen und Schüler zeichnen die Position der Spiegel und Münzen, wenn sie die meisten Bilder im Spiegel erhalten, und vergleichen diese mit denen, die sie in Arbeitsauftrag 5a untersucht haben. Gleichzeitig inspiriert die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, genauer zu forschen, indem sie/er andere Fragen stellt, um zu bestimmen, ob die Anzahl der Münzbilder in Spiegeln von der Größe der Münze und /oder der Größe eines oder beider Spiegel abhängt. Die Ergebnisse der Untersuchung werden von der Gruppe der Schülerinnen und Schüler in der Tabelle in Arbeitsauftrag 5b in Form einer Schlussfolgerung erfasst. Sie vergleichen die Ergebnisse zwischen Gruppen. Die Lehrerin/Der Lehrer fragt dann, ob alle beobachteten Münzen ein Bild derselben Realität sind.

Diesen beiden Aufgaben folgt die dritte Aufgabe, bei der die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler ermutigt, anhand der Ergebnisse früherer Forschungen eine hypothetische Situation zu entwerfen, in der es möglich ist, eine endlose Menge von Münzbildern in zwei Spiegeln zu erzeugen. Neben der Gestaltung der Spiegelpositionierung haben die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, ihre Annahme durch logisches Urteil zu begründen, indem sie das Erlernte anwenden (zum Beispiel können die Schülerinnen und Schüler behaupten, dass die Spiegel die Münze auf unbestimmte Zeit reflektieren, wenn sie zueinander gedreht sind, d. h. wenn sie parallel zueinander sind und die Münze wird unter ihnen sein. Dies kann zum Beispiel durch eine Friseur Erfahrung gerechtfertigt werden, wo sie ihr Bild in zwei Spiegeln an den gegenüberliegenden Wänden des Raumes sahen.) Schließlich diskutiert die Lehrerin/der Lehrer mit Schülerinnen und Schülern, wie man in zwei Spiegeln so viele Bilder einer einzelnen Münze sehen kann, wenn sie wissen, dass ein Spiegel nur ein Münzbild erzeugen kann (von denen zwei Spiegel nur zwei Münzbilder erzeugen sollten).

Die fünfte Aufgabe konzentriert sich hauptsächlich auf die Entwicklung genauer Forschung durch Beobachtung der einfachen Realität. Auf diese Weise entwickeln wir die Haltung

der Schülerinnen und Schüler, um gemeinsam beobachtete Phänomene zu untersuchen – Schülerinnen und Schüler bekommen die Idee, dass die Phänomene, die uns umgeben, immer interessant zu erforschen sind und wir immer etwas Neues über sie finden können.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- Taschenlampe, Farbige Klebepapiere (um Punkte an der Wand zu markieren), Spiegel
- **zu Arbeitsauftrag 6c**: von Schülerinnen und Schülern vorgeschlagene Materialien und Werkzeuge (z. B. Saftschachtel, Scheren, Spiegel, Knete, Klebeband, Spiegel usw.)

Arbeitsvorgang:

Die sechste Aufgabe konzentriert sich darauf, zu erforschen, wie das Licht vom Spiegel reflektiert wird. Die Schülerinnen und Schüler finden unter anderem heraus, dass Licht über einen Raum direkt scheint und von Objekten abgelenkt werden kann, die mehr Licht reflektieren als absorbieren. In **Arbeitsauftrag 6a** führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, gemäß der Zeichnung vier Punkte auf die beiden gegenüberliegenden Wände des Raumes zu zeichnen. Wenn der Raum breit ist und die Lichtquelle (Taschenlampe) die andere Wand nicht erreicht, ist es am besten, die andere Wand beispielsweise durch eine vertikale Leinwand oder Platte zu ersetzen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Taschenlampe auf Punkt 1 zu richten und zu versuchen, das Licht auf den Spiegel zu richten, so dass die Taschenlampe an den Punkten 2, 3 und 4 allmählich aufleuchtet. Vor allem denken die Schülerinnen und Schüler hypothetisch und treffen Annahmen. Sie versuchen, in das Bild einzuzeichnen, wie viele Spiegel sie benötigen und wo und wie sie platziert werden. Sie versuchen dann, ihr Denken über diese Situation mit der praktischen Umsetzung der Situation zu bestätigen.

Wie das Licht tatsächlich umgeleitet werden könnte, zeichnen die Schülerinnen und Schüler in die nebenstehende Spalte. Auf der Grundlage eines Vergleichs der Annahme mit dem Ergebnis der Beobachtung ziehen sie eine Schlussfolgerung, die eine Beschreibung enthält, wie sich das Licht im Raum verhält. Die Antworten der Schüler können unterschiedlich sein, vorausgesetzt, dass die Schlussfolgerung auf der von ihnen gemachten Beobachtung beruht und mit den Ergebnissen übereinstimmt. Anschließend bespricht der Lehrer mit den Schülern, ob es möglich ist, eine Ecke ohne Spiegel zu finden und führt sie zu einer weiteren Forschungsaufgabe.

In **Arbeitsauftrag 6b** konzentrieren sich die Schülerinnen und Schüler darauf, wie das Periskop funktioniert. Zuerst diskutiert die Lehrerin/Lehrer mit seinen Kindern über ihr Periskop-Wissen – wo es verwendet wird, wie es funktioniert und ob es jemals benutzt wurde. Dann richtet sie/er ihre Aufmerksamkeit auf das Bild, in dem ein einfaches Periskop schematisch dargestellt ist. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, nachzudenken, wie das Bild (im Prinzip das Licht, das der Träger des Bildes ist) des Subjekts in das Auge eines Menschen gelangt, wenn er das Periskop benutzt, wie sie es auf dem Bild sehen. Im Periskop Schema versuchen sie zu zeigen, wo das Licht sich bewegt und wie es von den Spiegeln im Periskop reflektiert wird. Das Ziel der Aufgabe ist es, den Schülerinnen und Schülern das Funktionsprinzip des Periskops zu zeigen, so dass sie erkennen werden, wie das Periskop konstruiert werden muss.

Die Schülerinnen und Schüler äußern auch ihr eigenes Verständnis für die Funktionsweise des Periskops, indem sie die Teilaufgabe lösen, in der sie die Objekte hinter der Wand identifizieren, die vom Beobachter mit Hilfe des so gelegten Periskops wahrgenommen werden (sie zeichnen einige der folgenden Objekte: Blume, Baum und seine Teile, Kirsche

auf dem Baum, Spinnennetz und Spinne, Ameisen und Schmetterling). Die Beschreibung der ausgewählten Objekte wird unter dem Bild von den Schülerinnen und Schülern erläutert. Nach einer individuellen (oder Gruppen-) Lösung der Aufgabe diskutiert die Lehrkraft ihre Lösungen mit den Schülerinnen und Schülern und schafft so eine Forschungsfrage für weitere Untersuchungen. Die Lehrerin/Der Lehrer bittet die Schülerinnen und Schüler zu versuchen, ein Periskop aus verfügbaren Materialien zu erstellen und zu sehen, ob nur einige Objekte oder alles, was sich hinter der Wand befindet, sichtbar ist.

In **Arbeitsauftrag 6c** widmen sich die Schülerinnen und Schüler ihrem eigenen Periskop. Die Schülerinnen und Schüler werden nicht nur herausfinden, wie es gebaut werden sollte, um über die Wand, das Wasser oder die Ecke zu sehen, sondern auch, ob es möglich ist, im Periskop den Menschen (oder sein Auge) zu sehen, der uns beobachtet, wenn wir das Periskop von der anderen Seite betrachten (siehe Abbildung zur Aufgabe 6c). Wir ermöglichen den Schülerinnen und Schülern genug Platz, um ihr eigenes Periskop zu entwerfen, oder wir bitten sie, über das Design zu Hause nachzudenken. Wenn die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern helfen möchte, ein Periskop zu erstellen, können einige geeignete Materialien, wie Saftkisten, Scheren, Spiegel und Knete bereitgestellt werden. Die Aktivität entwickelt mehr das wissenschaftliche Denken der Schülerinnen und Schüler, wenn sie über die verschiedenen Geräte nachdenken müssen und welche verschiedenen Werkzeuge sie benötigen werden. Es muss nicht nur über die grundlegenden Baumaterialien (Spiegel, eine geeignete Schachtel), sondern auch über Werkzeuge für die Behandlung dieser Materialien (Scheren usw.) und über Befestigungsmittel (z. B. Knete, Klebeband usw.) nachgedacht werden.

Die Schülerinnen und Schüler werden ein Periskop erstellen. Sie modifizieren es, bis es funktioniert. Dann überprüfen sie mit dem erstellten Periskop, was sie sehen können, wenn sie es über die Wand heben (zum Beispiel, ob Objekte direkt unter der Wand sichtbar sind). Dann beobachten sie auch, ob sie von der gegenüberliegenden Seite des Beobachters ausgesehen werden. Die Ergebnisse dieser Beobachtung werden von der Lehrerin/vom Lehrer verwendet, um zu erklären, dass Licht von den Objekten, die wir als nächstes sehen, im Periskop reflektiert wird. Wenn das Objekt nicht vor dem Periskop steht, sehen wir es nicht, weil das von diesem Objekt reflektierte Licht nicht in das Periskop gelangt. Der Grund, warum das Auge des Beobachters im Periskop gesehen werden kann, wenn wir ihn von der anderen Seite betrachten, können die Schülerinnen und Schüler versuchen, zu erklären. Sie tragen ein, was sie aus der Untersuchung gelernt haben, was für die Konstruktion des Periskops relevant ist (wenn es funktioniert und wenn es nicht funktioniert). Zum Beispiel die Tatsache, dass Spiegel im Periskop parallel ausgerichtet sein müssen usw.

Das Ergebnis der Periskop-Untersuchung wird von den Schülerinnen und Schülern in **Arbeitsauftrag 6d** angewendet, wo sie sich darauf konzentrieren, zu erkennen, ob wenn jemand jemanden mit einem Spiegel beobachtet, zum Beispiel um eine Ecke, der Beobachtende den Beobachter im Spiegel auch sieht. Die Schülerinnen und Schüler schlagen einen Weg vor, dies herauszufinden. Das vorgeschlagene Verfahren wird durchgeführt, und auf der Grundlage der erzielten Ergebnisse schließen sie mit der Antwort auf die Frage ab.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Spiegel, Punktlicht, 3 verschiedene Karten (Bilder)

Arbeitsvorgang:

In der siebten Aufgabe beobachten die Schülerinnen und Schüler das gleiche Phänomen wie in der sechsten Aufgabe, aber während sie in der sechsten Aufgabe die Reflexion von

Licht vom Spiegel in Form des wahrgenommenen Bildes des Objekts im Spiegel beobachteten, untersuchen sie in der siebten Aufgabe, wie das Licht selbst vom Spiegel reflektiert wird. Arbeitsauftrag 7a hebt die verallgemeinernde Regel hervor, die die Schülerinnen und Schüler eigentlich auch in früheren Aufgaben wahrgenommen haben. Im Prinzip sind die Schülerinnen und Schüler zu dem Schluss gekommen, dass die Art und Weise, wie das Licht vom Spiegel reflektiert wird, davon abhängt, wie das Licht auf den Spiegel fällt. Je schräger das Licht auf den Spiegel fällt, desto schräger wird er reflektiert (da die Schülerinnen und Schüler noch nicht den Begriff „Winkel" kennen, ist es möglich, die für die Schülerinnen und Schüler der ersten Klasse typische Vereinfachungen zu verwenden).

Die Lehrerin/Der Lehrer schlägt den Schülerinnen und Schülern vor, besser zu untersuchen, wie der Spiegel das Licht reflektiert. Es ist ratsam, dies in einem leicht verdeckten Raum zu tun. Es hilft auch, wenn die Schülerinnen und Schüler den Raum um das Arbeitsblatt (Arbeitsauftrag 7a) beispielsweise durch Bücher abdunkeln. Für klarere Ergebnisse ist es ratsam, Punktlicht zu verwenden, sehr gut sind Lichtzeiger. Es ist auch wichtig zu erkennen, dass die Art und Weise, wie Licht sich bewegt, nicht sichtbar ist, es sei denn, wir sehen es durch den Aufprall auf Objekte. Daher ist es gut, nicht nur auf dem Spiegel, sondern auch auf dem Papier zu leuchten, um deutlich zu machen, wo das Licht ist. Es hilft auch, wenn der Rand des Papiers, auf dem die Linien durch die Buchstaben (A, B, C) vom Spiegel markiert sind, die Schülerinnen und Schüler nach oben beginnen. Das reflektierte Licht zeigt auf einen bestimmten Buchstaben, abhängig davon, wo die Linie zum Spiegel hin leuchtet.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Arbeitsauftrag 7a direkt mit dem Arbeitsblatt. An der markierten Position auf dem Arbeitsblatt wird der Spiegel senkrecht zu dem Papier positioniert, der den markierten Linien zugewandt ist. Dann leuchten sie allmählich in Richtung der Linien 1, 2 und 3 und beobachten, wie das Licht reflektiert wird (in die mit A, B und C markierten Linien). Ihre Aufgabe ist es, herauszufinden, wie das Licht reflektiert wird, indem es in Richtung des Spiegels in Richtung der Linie 1 gerichtet wird, dann 2 und schließlich 3. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle im Arbeitsblatt gezeichnet und die Schülerinnen und Schüler versuchen eine Schlussfolgerung zu schaffen. Die Schülerinnen und Schüler finden heraus, dass ein bestimmtes Prinzip in der Art und Weise beobachtet werden kann, wie das Licht vom Spiegel reflektiert wird. Die Funktionsweise dieses Prinzips wird in Arbeitsauftrag 7b untersucht, wo es ihre Aufgabe ist, zunächst zu überlegen, wie das Licht vom Spiegel auf drei mit Zahlen von 1 bis 3 gekennzeichnete Karten reflektiert wird. Das Ziel ist nicht, dass die Schülerinnen und Schüler Winkel messen. Das Bild kann durch ungefähre Bestimmung angesprochen werden. Sie werden dann diese Situation versuchen. Wie in der vorherigen Aufgabe ist es auch hier ratsam, eine Lichtquelle zu verwenden, deren Licht nicht sehr störend ist, am besten ein Punktlicht oder einen Lichtzeiger.

Im zweiten Teil der Tabelle gibt es die gleiche Situation auf den ersten Blick, aber der Spiegel wird nicht von einer Taschenlampe beleuchtet, aber wir betrachten es. Auch hier ist es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler, die Annahme zu machen, ob alle oder nur einige Karten zu sehen sein werden. Sie überprüfen dann ihre Annahmen. Verifizierung kann nur mit Hilfe einer Karte durchgeführt werden, die wir allmählich bewegen und herausfinden, wann wir sie im Spiegel sehen und wann nicht. Nach der Überprüfung führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu einem Beschluss. Die Aufgabe bestand darin, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass die Objekte im Spiegel sichtbar sind, weil sie das Licht reflektieren, das in unsere Augen kommt. In der Dunkelheit sieht der Mensch nichts, aber das bedeutet nicht, dass die Objekte aufhören zu existieren. Das Auge nutzt das Vorhandensein von Licht in der Umgebung, um festzustellen, was sich in der Umgebung befindet. Das Licht wirkt so distanziert auf die menschliche Sicht und lässt uns die Objekte sehen. Die meisten Objekte reflektieren nur das Licht, aber viele Objekte emittieren das Licht auch (z. B. Sonne, Sterne, Glühbirne, Feuer, Bildschirme, Glühwürmchen usw.).

3.5 Entwicklung des Konzepts des Klangs und seiner Auswirkungen auf Objekte und Materialien

Die folgenden Aufgaben zielen darauf ab, die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über den Klang und seine Funktionsweise auf Distanz zu entwickeln. Die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler richtet sich auf die Art und Weise, wie der Klang entsteht und wie er in der Umwelt verbreitet wird, und folglich auf die Art der Auslöschung von Klang in verschiedenen Materialien. Aufgrund der Aufgaben empfinden Schülerinnen und Schüler den Klang als eine weitere Möglichkeit, Objekte aus der Entfernung zu beeinflussen.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die erste Aufgabe besteht darin, die Klänge und ihre Entstehung zu identifizieren. Es ist unangemessen, wenn die Schülerin/der Schüler die Lehrerin/den Lehrer fragt, was der Klang ist. Dies ist eine konzeptionelle Frage, die von einer Person beantwortet werden kann, die eine bereits entwickelte Idee über den Ursprung, die Art der Übertragung und das Auslöschen des Klanges in der Umgebung hat. Die Lehrerin/Der Lehrer identifiziert daher die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über den Klang, indem sie/er sie anleitet, zu versuchen, die Geräusche zu benennen, die sie im Klassenzimmer hören. Sie schreiben diese in der ersten Spalte von Tabelle 1 auf und überlegen gemeinsam, wie diese Geräusche entstehen. Der Abschluss der Debatte sollte ein generalisierendes Argument dafür sein, wie Klänge entstehen. Der Klang wird im Prinzip durch Reibung, Quetschen, Schütteln von Materialien und Gegenständen verursacht. Zum Beispiel macht Wasser keine Geräusche, bis es sich bewegt. Wenn wir es jedoch werfen oder etwas hineinwerfen, können wir es ziemlich genau als Wasser (Flüssigkeit) identifizieren. Es ist angemessen, wenn die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Schlussfolgerung formulieren. Gleichzeitig versuchen sie, die Klänge zu identifizieren, die mit der von ihnen formulierten Schlussfolgerung unvereinbar sind.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Lineal, Armbanduhr (oder Wecker), Platte, Stab (oder Lineal)

Arbeitsvorgang:

Die zweite Aufgabe besteht darin, zu untersuchen, wie sich der erzeugte Klang in der Umgebung ausbreitet. Die Schülerinnen und Schüler beobachten eine tickende Armbanduhr oder Wecker mit einer Platte (Tisch) oder einem langen Lineal. Die Lehrerin/Der Lehrer führt eine Situation ein, in der die Schülerinnen und Schüler die Entfernung kennen sollten, in der sie die Uhr hören, wenn sie ein Ohr an dem Objekt (Tisch, Platte, Lineal) haben, an dem die Uhren stehen oder wenn das Ohr nicht an dem Objekt befestigt ist. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, herauszufinden, ob sie Uhren in gleicher oder unterschiedlicher Entfernung hören. Die Lehrerin/Der Lehrer ermutigt die Schülerinnen und Schüler auch, eine Interpretation zu erstellen. Die Forschung sollte

zeigen, dass die Luft den Schall schlechter verbreitet, weil die Uhr in geringerem Abstand zu hören ist als bei einem Schreibtisch, einer Platte oder einem Lineal.

Die Aufgabe beinhaltet auch eine Teilaufgabe, bei der es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist, herauszufinden, ob verschiedene Schülerinnen und Schüler die Uhr in gleicher Entfernung oder in unterschiedlichen Abständen hören. Alternativ ist es möglich, ein Ohr und das andere zu testen, um eine Schlussfolgerung zu schaffen, ob beide unserer Ohren Geräusche gleich wahrnehmen.

Diese Aufgabe entwickelt insbesondere die Präzisionsforschungsarbeit der Schülerinnen und Schüler, nämlich die Entwicklung von Kompetenz zu messen. Um Kompetenz zu entwickeln, muss die Lehrerin/der Lehrer die wirklich genaue Messung der Entfernung betonen, aus der die Schülerinnen und Schüler die Uhr hören. Zum Beispiel fördert sie/er die Zusammenarbeit der Schülerinnen und Schüler in der Gruppe, indem die/der zuhörende Schülerin/Schüler nur zuhört mit den geschlossenen Augen und ein Mitschüler bewegt die Uhr um das ausgewählte Objekt und versucht, sie immer auf kleinen Stücken zu bewegen. Wiederholte Messung ist in diesem Fall sehr wichtig, daher gibt es in der Tabelle für Arbeitsauftrag 2b zwei Spalten für den Wert der Entfernung, von der die Schülerin/der Schüler die Uhren hört. Wenn zwischen den beiden gemessenen Werten für die/den gleichen Schülerinnen/Schüler und das gleiche Ohr große Unterschiede bestehen, sollte die Beobachtung wiederholt werden, bis das Ergebnis vertrauenswürdig ist. Es ist auch wichtig, die Bedingungen für die Untersuchung zu schaffen. Der Gegenstand, auf dem die Uhr aufbewahrt wird, darf während der Beobachtung nicht in Kontakt mit den Mitschülern sein, der Klassenraum sollte angemessen (immer gleich) ruhig sein und dergleichen. Sobald die Messergebnisse erhalten sind, versuchen die Schülerinnen und Schüler, eine Schlussfolgerung basierend auf den Daten in der Tabelle zu treffen.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Stab, Faden, Draht, Gummi (z. B. Hutgummi), Messgerät, Scheren, Metallbügel, Bleistift

Arbeitsvorgang:

Arbeitsauftrag 3 konzentriert sich darauf, zu erkunden, welche Art von Material besser den Klang verbreitet. Was die Schülerinnen und Schüler herausfinden, hängt davon ab, welche Materialien die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung stellen wird. Zuvor fanden sie, dass sich Schall besser durch Feststoffe als Luft ausbreitet. In dieser Aufgabe werden sie verschiedene feste Materialien erforschen und herausfinden, welche Eigenschaften Festkörper haben, um den Klang besser zu verbreiten. Zuerst wird die Lehrerin/der Lehrer ihnen die Situation vorstellen, durch die der Klang von verschiedenen Materialien untersucht wird. Sie/Er zeigt ihnen, wie man einen 60 cm langen Stab anschneidet (alle Gruppen beginnen mit einem ordinären Stab). In der Mitte des Stabs wird der metallene Kleiderbügel eingehängt (Einwegbügel aus der Wäschereinigung) und die Enden des Bügels werden mehrmals um den Stab gewickelt, um einen guten Kontakt des Stabs mit dem Bügel herzustellen. Nun wird der Stab mit der Hand fest umschlossen. Die Zeigefinger werden in die Ohrmuschel eingeführt, um einen guten Kontakt des Stabs mit den Ohren zu gewährleisten (es genügt, ins Ohr zu kommen, es ist nicht notwendig, den Stab in das Ohr einzuführen). Den Aufhänger lassen sie in einer Vorbeuge frei an dem Stab hängen. Die Mitschülerin/Der Mitschüler schlägt auf den Hänger, beispielsweise mit einem Bleistift oder einer Schere. Die Schülerin/Der Schüler beobachtet, wie der Ton auf den Stab übertragen wird. Sie/Er versucht abwechselnd, einmal den Stab an ihren/seinen Ohren zu befestigen und ihn einmal weiter entfernt zu haben

(mit den Fingern aus den Ohren). Das Ergebnis der Beobachtung wird von der Schülerin/vom Schüler im Abschluss der Untersuchung festgehalten, und die Lehrerin/der Lehrer leitet sie dazu an, einen Vergleich des Ergebnisses dieser Untersuchung mit dem vorherigen zu schaffen (Arbeitsauftrag 2). Anschließend stellt die Lehrerin/der Lehrer der Schülerin/dem Schüler verschiedene andere Materialien zur Verfügung (Arbeitsauftrag 3b): Faden, Elastik, Draht, Wolle und dergleichen und fordert die Schülerinnen und Schüler auf, Annahmen darüber zu treffen, welches dieser Materialien ähnlich wie der Stab den Klang verbreitet und welches besser oder schlechter. Ein Teil der Annahmen ist auch die Rechtfertigung der Behauptung, d. h. die Lehrerin/der Lehrer neigt dazu, die Schülerinnen und Schüler zu fragen, ob das Material, das sie gerade auswählen, sich so verhalten wird, wie sie es annehmen.

Nachdem sie die Annahmen gemacht haben, verifizieren sie die Schülerinnen und Schüler. Die Lehrerin/Der Lehrer weißt die Schülerinnen und Schüler darauf hin, die gleichen Bedingungen für die Erkundung aller genannten Materialien zu schaffen, zum Beispiel ist es wichtig, das gleiche Stück (60 cm) zu verwenden, sie um die Finger zu wickeln und dasselbe Objekt zu wiederholen und die Beobachtung so zu wiederholen, damit sie den Ergebnissen der Untersuchung vertrauen können.

Wenn die Lehrerin/der Lehrer die Fähigkeit der Schülerinnen und Schülern entwickeln will, ein Verfahren zur Überprüfung der Annahmen vorzuschlagen, wird sie/er Raum für eigene Vorschläge schaffen und dann mit den Schülerinnen und Schülern über die Vorschläge diskutieren, wobei betont wird, dass die Schülerinnen und Schüler die experimentellen Bedingungen richtig verstehen, wie im vorherigen Text erläutert. Nach Überprüfung der Annahmen führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zur Beantwortung der Forschungsfrage. Sie/Er erinnert sie daran, dass es ihre Aufgabe war, herauszufinden, mit welchen Materialien sich der Klang besser ausbreitet. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Eigenschaften von Schallausbreitungsmaterialien (wie Draht, Faden) mit Materialeigenschaften zu vergleichen, die nicht so gut den Klang ausbreiten (z. B. Gummi, Wolle).

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- 2 dcl oder 3 dcl Plastikbecher (10 Stück), Spagat, Faden, Draht, Gummi (z. B. Hut Gummi), Wolle, Messegerät, Schere

Arbeitsvorgang:

Die Ergebnisse von Arbeitsauftrag 3 können von den Schülerinnen und Schülern auch in Arbeitsauftrag 4 überprüft werden, oder es ist möglich, Arbeitsauftrag 4 als einen alternativen Ansatz zur Entwicklung der gleichen Idee der Schallausbreitung durch verschiedene Materialien zu sehen. In der vierten Aufgabe erstellen die Schülerinnen und Schüler zunächst mit einem Stab und zwei Plastikbechern ein „Stab-Telefon“. Die Schülerinnen und Schüler werden feststellen, dass wenn der Stab in einer Linie ist, es funktioniert, dass über den Stab der Klang von einem Glas zum anderen übertragen wird. Dieser Teil der Aktivität ist im Prinzip eine anregende Situation, die bestätigt, was die Schülerinnen und Schüler in der vorherigen Untersuchung gelernt haben. Die Forschungsherausforderung besteht darin, herauszufinden, was man verwenden könnte, um den Stab zu ersetzen, damit das Telefon besser funktioniert (d. h. um den Klang verständlicher und lauter zu machen).

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Annahmen über verschiedene Arten von Stab-Ersatzstoffen. Wenn sie auch Arbeitsauftrag 3 realisiert haben, rechtfertigt das Erstellen von Annahmen das Ergebnis der dritten Aufgabe. Wenn sie die dritte Aufgabe nicht erledigt haben, rechtfertigen die Annahmen frühere Erfahrungen.

Sobald die Annahmen gemacht sind, widmen sich die Schülerinnen und Schüler ihrer Überprüfung. Die Lehrerin/Der Lehrer achtet darauf, dass die richtigen experimentellen Bedingungen erfüllt werden. Das heißt, wenn die Schülerinnen und Schüler vergleichen möchten, welches der beiden Materialien für die Herstellung eines Stab-Telefons geeignet ist, müssen zwei Telefone hergestellt werden, die sich nur durch die Qualität des Stabs unterscheiden (sie bestehen aus den gleichen Behältern, genauso, die Stäbe gleich lang sind, der einzige Unterschied ist die Qualität des Stabs). Beide Telefone werden in Hände gehalten und abwechselnd benutzt, vorzugsweise mit dem gleichen Ohr. Präzision ist ein typisches Merkmal des wissenschaftlichen Ansatzes für die Forschung, die wir in diesem Zeitalter wollen und entwickeln können. Die Ergebnisse werden im Verifikationsbereich aufgezeichnet und basierend auf diesen Ergebnissen wird eine Schlussfolgerung formuliert. Ein Teil der Schlussfolgerung ist auch die Antwort auf die Frage, welche Merkmale ein Stab haben soll, um den Klang besser zu übertragen.

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- 2 Stück kleinere Plastikbecher (z. B. 2 dcl), 2 Stück größere Plastikbecher (z. B. 5 dcl), 2 Dosen (z. B. für sterilisierte Gemüse), 2 Stück Hartplastikbecher, Stab, Messegerät, Schere

Arbeitsvorgang:

Arbeitsauftrag 5 baut auf Arbeitsauftrag 4 auf. Während sie die Schülerinnen und Schüler in der vorherigen Aufgabe bemühten, herauszufinden, durch welches Material (Stab) der Klang besser übertragen wird, ist es in dieser Aufgabe ihr Bestreben, das Stab-Telefon durch den Austausch der Plastikbecher zu verbessern. Die Schülerinnen und Schüler führen die Aufgabe in gleicher Weise wie die vorherige Aufgabe durch. Es ist wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler beim Vergleich der Originalbecher und ihrer alternativen Ersatzstoffe (z. B. Papierbecher, Dose, harter Becher) alle anderen Bedingungen beibehalten. Zum Beispiel müssen sie in diesem Fall für beide Telefone dieselbe Länge des Stabs, derselben Qualität verwenden, da sie wissen, dass er den Ton überträgt. Sie schaffen eine Schlussfolgerung aus der Untersuchung. Sie fragen sich auch, ob der Becher im Design dieses Telefons eine Bedeutung hat oder ob es genügt, nur einen Stab zu verwenden.

Nach der Untersuchung ermutigt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, dazu, zu untersuchen, wann das Stab-Telefon funktioniert und wann nicht. Sie/Er führt sie dazu, zu charakterisieren, wie man das Stab-Telefon benutzt, um sich zu hören und um sich nicht mehr zu hören. Zur Inspiration kann die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern verschiedene Interventionen vorschlagen – zum Beispiel das Abschneiden des Stabs und das erneute Anbinden, das Greifen des Stabs beim Tätigen von Anrufen, das Telefonieren durch eine geschlossene Tür und so weiter. Die Ergebnisse der Untersuchung, wenn der Ton gestoppt wird, werden von den Schülerinnen und Schülern in das Arbeitsblatt in Arbeitsauftrag 5 geschrieben, je nachdem, was sie gelernt haben.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- Schachtel, Zeitungspapier, Watte, Puffreis oder Popcorn, Wolle oder gestrickter Pullover, Sand, Handy (oder schallgebende Vorrichtung)

Arbeitsvorgang:

Am Ende der fünften Aufgabe widmen sich die Schülerinnen und Schüler der Frage, wie es möglich ist, die Übertragung von Klang durch das Material zu stoppen. Eines der Dinge, die eine Schülerin/ein Schüler normalerweise lernt, ist, dass, wenn wir einen Stab mit unserer Hand ergreifen, der Ton sich in der Hand „verliert", seine Übertragung stoppt, was in der Handfläche gefühlt werden kann, so dass der zarte Schlag in der Handfläche aus der Richtung gefühlt wird, von wo aus die Mitschülerin/der Mitschüler spricht und kommt auf der anderen Seite der Handfläche nicht mehr heraus. Aber wenn die Handfläche sanft auf dem Stab ruht, spüren wir, wie der Schlag (Ton) durch die ganze Handfläche geht. In der nächsten Aufgabe konzentrieren sich die Schülerinnen und Schüler darauf zu erkunden, welches Material am besten ist, um den Ton zu dämpfen.

Erstens können die Schülerinnen und Schüler versuchen, einen Klingelalarm oder ein Telefon zum Schweigen zu bringen, indem sie sie in einem Klassenzimmer in (unter) verschiedene Materialien verstecken, aber die Lehrerin/der Lehrer führt sie dann zur gezielten Beobachtung, indem sie Annahmen über bestimmte Materialien erstellen. Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit Arbeitsauftrag 6 auf den Arbeitsblättern.

Um wirklich herauszufinden, welches dieser Materialien ein besserer Schallisolator ist, ist es notwendig, eine genaue Beobachtung durchzuführen (zum Beispiel müssen wir die gleiche Menge, die Dicke der Materialien verwenden), die Lehrerin/der Lehrer diskutiert lange genug mit den Schülerinnen und Schülern, wie das Verfahren durchgeführt werden sollte, um herauszufinden, welche Materialien am besten die Klänge dämpfen. Es ist wichtig zu beachten, dass je mehr Material wir auf das Objekt legen, desto besser der Klang gedämpft ist. Wenn wir also herausfinden wollen, welches Material am besten den Klang dämpfen kann, müssen wir die gleiche Menge an Material vergleichen. Dies gewährleistet, dass das Material in einem gleichgroßen Behälter (Schachtel) aufbewahrt wird. Selbst wenn die Lehrerin/der Lehrer einen Weg zur Durchführung der Forschung vorschlägt, wird sie/er sicherstellen, dass die Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen den Beobachtungen, die sie machen, und dem, was sie herausfinden wollen, verstehen. Sie/Er betont die Forschungsfrage: *Welches Material dämpft den Klang am besten?* Dann erklärt sie/er den Schülerinnen und Schülern, dass das Handy in einer Schachtel klingelt, um herauszufinden, in welcher Entfernung es nicht mehr gehört wird, und diese Entfernung mit einem Stab zu markieren. Sie/Er wird das Verfahren erklären, bevor die Annahmen dafür geschaffen werden, so dass die Schülerinnen und Schüler wissen, wie sie ihre Annahmen überprüfen werden. Annahmen können dadurch erzeugt werden, dass ein Objekt benannt wird, von dem sie denken, dass es den Ton am besten unterdrückt (sie hören es nur aus einer sehr nahen Entfernung), oder die Lehrerin/der Lehrer ist auch daran interessiert, die Reihenfolge zu bestimmen, zum Beispiel die ersten drei Materialien, mit der Aufgabe der Schülerinnen und Schüler eins zu den Materialien zu schreiben, welche sie für das beste halten, um den Ton zu dämpfen, die Nummer zwei für das, das auch gut sein wird, aber nicht so gut wie das, das als Erstes aufgelistet wurde und so weiter.

Nach dem Erstellen der Annahmen für die einzelnen Materialien, die in der Tabelle in Arbeitsauftrag 6 aufgeführt sind, füllen die Schülerinnen und Schüler die Schachtel mit dem beobachteten Material und das klingelnde Handy wird in das Material gesteckt (am besten

in die Mitte) (die Lehrerin/der Lehrer betont, dass sie immer die gleiche Melodie und das gleiche Volumen verwenden müssen). Sie werden sich dann von der Schachtel entfernen, um herauszufinden, ob das Material den Ton gedämpft hat (hören Sie es aus einer geringeren Entfernung als wenn das Handy in einer Schachtel ohne Material war) oder nicht. Allmählich machen sie Markierungen unter Verwendung eines Stücks des zu sehenden Objekts, das in einer Entfernung angeordnet ist, von der das Geräusch nicht gehört wurde und durch ein Klebeband an dem Boden befestigt ist. Nachdem alle Beobachtungen durchgeführt wurden, bewerten sie, welches Material den Ton besser dämpft d.h. dasjenige, dessen Marke der Schachtel am nächsten ist.

Nach der Bewertung versuchen die Schülerinnen und Schüler, basierend auf den erzielten Ergebnissen, eigene Beschlüsse zu formulieren. Sie vergleichen die Objekte, die den Klang besser gedämpft haben, mit denen, die nicht gut funktionierten, und versuchen, diejenigen Eigenschaften des Materials zu identifizieren, die eine Schalldämpfung verursachen – d. h. sie versuchen, die Eigenschaften eines Materials zu charakterisieren, das die Klänge gut dämpft. Anschließend kann die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu bringen, mehr über die in der Bauindustrie verwendeten Materialien im Internet zu erfahren, um die Geräusche zu unterdrücken.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Zeichnung A4 und A3, Stab, Klebeband (Kleber)

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/Der Lehrer wird den Schülerinnen und Schülern Anweisungen geben, einen Papierkegel aus der A4-Zeichnung zu erstellen, so dass er von einer Seite schmale und von der anderen Seite breite Münder hat. Sie erzeugen auch einen Kegel (Megaphon) aus einer größeren Zeichnung (A3). Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, Annahmen darüber zu treffen, ob sie dank dem Kegel besser hören werden oder nicht (die verschiedenen Optionen sind in den Tabellen in der Aufgabe 5 angegeben, wo die Schülerinnen und Schüler die Annahmen für jede Option erstellen oder die Option markieren, wovon sie denken, dass sie ihnen helfen wird, den Ton von der Schachtel in der weitesten Entfernung zu hören). Dann führt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu, herauszufinden, wie es wirklich ist. Sie/Er erinnert sie an die Entfernung, von der Beobachtungen gemacht werden müssen – eine Markierung, die auf einem Stab erzeugt wird, die eine Stelle anzeigt, von der wir den Ton in der Schachtel nicht mehr hören. Bei der Überprüfung ist die Stille im Raum sehr wichtig. Nach und nach überprüfen die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe der Lehrerin/des Lehrers, welches der beiden Megaphone und wie es benutzt wird, dafür sorgt, dass wir den Ton aus der Schachtel noch weiter hören als ohne den Kegel und gleichzeitig, wenn wir den Ton aus dem Schachtel am weitesten hören.

Die Untersuchungsergebnisse verbindet die Lehrerin/der Lehrer mit dem Nutzen von Handflächen, wenn wir die Menschen in größerer Entfernung erreichen wollen, beim Flüstern, aber auch beim Zuhören. Die Forschung zeigt, dass es mit dem Megaphon möglich ist, die Schallausbreitung durch den Raum für eine längere Entfernung zu verbessern, und es ist auch möglich, die Geräusche aus einer größeren Entfernung mit dem Megaphon zu hören.

EINE KRAFT KANN DIE BEWEGUNG EINES OBJEKTS ÄNDERN

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Die auf ein Objekt einwirkende Kraft kann nicht direkt beobachtet werden, sondern wird durch eine Veränderung der Bewegung oder Körperform des Objekts sichtbar. Wenn sich das Objekt nicht bewegt, befinden sich die Kräfte, die auf es wirken, im Gleichgewicht, d. h. sie wirken mit der gleichen Kraft auf den Körper, aber in entgegengesetzter Richtung. Da die Gravitationskraft (Erdanziehungskraft) auf alle Objekte, die sich auf der Erde befinden, wirkt, muss es auch andere Kräfte geben, die dafür sorgen, dass ein Körper in Ruhe bleibt. Wenn die auf den Körper einwirkenden Kräfte ungleichmäßig stark sind, bewegt sich das Objekt in die Richtung der resultierenden Kraft. Wenn die auf den Körper einwirkenden Kräfte gleich groß sind, aber nicht in genau entgegengesetzten Richtungen auf den Körper wirken, drehen sie den Körper. (Harlen, 2015)

Das **naturwissenschaftliche Konzept der Big Ideas betrachtet also das grundlegende Phänomen, dass Kräfte eine Veränderung der Bewegung sowie der Körperform bewirken können**. Die Kraft selbst kann nicht mit bloßem Auge gesehen werden, wir können jedoch den Einfluss der resultierenden Kraft, die auf den Körper wirkt, beobachten. Die Entwicklung dieses Konzepts der Kräfte und ihrer Wirkung ist daher für jüngere Kinder noch sehr anspruchsvoll, da sie eine eindeutig beobachtbare Bestätigung ihrer Ideen und Hypothesen benötigen, um das Phänomen zu begreifen. Demnach ist es für sie beispielsweise noch schwer zu verstehen, wieso Kräfte auf einen Körper wirken, obwohl dieser sich nicht bewegt. Somit ist es wichtig, das Konzept, angepasst an den Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler, nach und nach zu untersuchen und ihnen ausreichend Zeit sowie geeignete Situationen zur Verfügung zu stellen, sodass sie die Wirkung der einzelnen Kräfte beobachten können.

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Grundschülerinnen und Grundschüler können bereits begreifen, dass Objekte **durch eine Krafteinwirkung beispielsweise verformt, gezogen oder verdreht werden können. Die Bewegung oder Form von Objekten ist demnach durch die Einwirkung einer Kraft veränderbar**. Kräfte wirken in verschiedene Richtungen. **Gleich große Kräfte, die genau in der entgegengesetzten Richtung (entlang einer Linie) wirken, werden aufgehoben. Dann sprechen wir über Kräfte im Gleichgewicht oder „Kräftegleichgewicht". Die Bewegung eines Objekts ändert sich, wenn die wirkenden Kräfte nicht im Gleichgewicht sind.** Im Alter von 7 bis 11 Jahren erweitert sich dieses Verständnis um die Idee, dass die Geschwindigkeit eines sich bewegenden Objektes ein Maß dafür ist, wie weit es sich in einer bestimmten Zeit bewegen würde. Wie schnell sich die Bewegung eines Objekts ändert, hängt von der Größe der einwirkenden Kraft sowie der Masse des Objekts ab. **Je größer die Masse eines Objekts ist, desto länger dauert es, bis es beschleunigt oder verlangsamt wird. Die Masse eines Objekts ist zusätzlich auch ein Maß für die Trägheit eines Körpers. Trägheit bezeichnet das Bestreben von Körpern in ihrem Bewegungszustand zu verharren, solange keine äußere Kraft auf sie einwirkt.**

Somit zeigt sich, dass es für die Betrachtung dieser naturwissenschaftlichen Big Idea in der Grundschule empfehlenswert ist, **zu erforschen wie die Bewegung eines Körpers verändert werden kann** (beschleunigen, verlangsamen etc.) und darüber hinaus insbesondere den **Begriff der Bewegungsgeschwindigkeit in den Blick zu nehmen**. Schülerinnen und Schüler können lernen, wie und nach welcher Idee einfachste Maschinen funktionieren. Das Ziel ist nicht, die einzelnen Prinzipien ihrer Funktionsweise zu verstehen, sondern die Schülerinnen und Schüler sollen lernen die Kraft zu erkennen, die zum Beispiel einen anderen Körper bewegt und beobachten, wie sich die Kraft unter verschiedenen Bedingungen verhält. Beispiele hierfür sind das Pendel, der Hebel und seine Modifikationen, die Rolle und ihre Modifikationen, die schiefe Ebene und die Zahnräder.

Schlüsselwörter:

- Hebel
- Rolle
- Schiefe Ebene
- Rad und Zahnräder
- Pendel
- Beschleunigung und Verlangsamung
- Trägheit
- Reibung

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Kraft und Bewegung

Das Teilgebiet der Mechanik, welches als Schlüsselbereich der Physik gilt, beschäftigt sich mit Kraft und Bewegung. Da sich alles im Universum bewegt, oft auch mit sehr kleinen oder sehr langsamen Bewegungen, so unauffällig, dass wir es gar nicht bemerken, hat dieser Bereich einen universalen Charakter. **Die Bewegungsphysik beschäftigt sich hauptsächlich mit Kräften und ihren Auswirkungen.** Wenn wir ein Objekt bewegen oder seine Bewegungsrichtung ändern wollen, müssen wir auf das Objekt mit einer Kraft einwirken. Keine Veränderung der Bewegung geschieht von selbst, sondern beschreibt immer eine Veränderung der Wirkung der Kräfte auf ein gegebenes Objekt. Eine Änderung der Kräfteeinwirkung auf ein Objekt kann dazu führen, dass sich die Richtung seiner Bewegung und/oder die Geschwindigkeit seiner Bewegung verändert.

Geschwindigkeit, Beschleunigung, Gewicht und Impuls des bewegten Objekts

Beim Wechsel der Bewegung müssen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Gewicht des Objekts berücksichtigt werden. Die Geschwindigkeit gibt an, welche Strecke der Körper in einer bestimmten Zeit zurücklegt. **Die Beschleunigung** drückt aus, in welcher Zeit sich die Geschwindigkeit verändern kann. Sie ist die momentane zeitliche Änderungsrate der Geschwindigkeit. Die Bewegung von Objekten hängt auch von ihrem Gewicht ab. **Gewicht in Kg ist die Einheit, mit der die Masse eines Körpers veranschaulicht wird**.

So hat zum Beispiel ein fahrendes Auto eine bestimmte Geschwindigkeit, Beschleunigung und Gewicht. Diese Merkmale müssen bei der Beurteilung der Bewegung berücksichtigt werden, insbesondere wenn versucht wird, die Bewegung zu ändern, beispielsweise beim Anhalten des Fahrzeugs.

Geschwindigkeit und Beschleunigung sind vektorartig. Das bedeutet, dass sie ihre eigene Größe und Richtung haben. Der einfachste Weg, dies zu erklären, ist die Verwendung von Pfeilen. Der Pfeil bestimmt die Richtung der Geschwindigkeit und seine Länge bestimmt, wie schnell sich das Objekt in eine bestimmte Richtung bewegt. Beschleunigung ist auch eine Vektorvariable. Das Objekt beschleunigt, wenn sowohl die Beschleunigung, als auch die Geschwindigkeit die gleiche Richtung haben. Wenn sie die entgegengesetzte Richtung haben, verlangsamt sich das Objekt. Spezifisch ist die **konstante Beschleunigung. Die Beschleunigung ist konstant, wenn eine konstante Kraft auf das Objekt ausgeübt wird**. Ein Beispiel für konstante Beschleunigung ist die Gravitation, die aus der Einwirkung der Erdanziehungskraft resultiert. Sie wirkt auf das Objekt mit konstanter Kraft in Richtung des Erdmittelpunkts. Die Erdanziehungskraft der Planeten hängt von ihrer Masse ab und ist demnach unterschiedlich, da andere Planeten eine größere oder kleinere Masse haben als die Erde. Deshalb beschleunigen Objekte im freien Fall auf der Erde anders, als auf anderen Planeten.

Wenn die Masse eines Körpers in Kg und die Geschwindigkeit eines Körpers in m/s mit einander multipliziert werden ergibt sich „p", der Impuls ($p = m \cdot v$). Dieser Impuls beschreibt den Bewegungszustand des Objekts und hat immer die gleiche Richtung wie die Geschwindigkeit. Er ist umso größer, je schneller sich das Objekt bewegt und umso mehr Masse es hat. Umgangssprachlich bezeichnet der Impuls den „Schwung" eines Objekts und zeigt, wie schwierig es sein kann, ein bewegtes Objekt anzuhalten. Zum Beispiel, sind wir eher dazu in der Lage, einen Ball, der 1 Kilogramm wiegt und mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s auf uns zukommt zu fangen (Impuls von 5 kg m/s), als eine Joggerin, die 50 kg wiegt und mit 5 m/s, also mit einem Impuls von 250 kg m/s, auf uns zuläuft, zu stoppen.

! Daraus folgt unter anderem auch, dass selbst sehr kleine (leichte) Objekte mehr Schaden anrichten können als große (schwere) Objekte, wenn ihre Geschwindigkeit sehr hoch ist. Ein typisches Beispiel ist die aus einer Waffe geschossene Kugel. Die Kugel selbst ist sehr leicht und wenn sie von Hand geworfen wird, wird es nicht wehtun. Da sie jedoch auf eine hohe Geschwindigkeit beschleunigt wird, hat sie auch einen großen Impuls, sodass sie Verletzungen verursachen kann. Dies gilt auch umgekehrt. Selbst sehr langsam bewegte, aber schwere Gegenstände können mit großer Kraft auf andere einwirken. Sehr deutlich wird das, wenn wir an den schweren Schrank denken, der beim Umzug ausversehen auf den Fuß gestellt wurde.

Die sogenannte kinetische Energie wird folgendermaßen definiert: Sie bezeichnet die Bewegungsenergie eines Körpers und wird mit $E_{kin} = (1/2)\ m\ v^2$ bezeichnet. M (= Masse) und v (= Geschwindigkeit) sind uns bereits aus der Formel für den Impuls bekannt. Wenn die Gleichung nun etwas umgestellt wird ($E_{kin} = p^2/2m$), kann die kinetische Energie auch als Betragsquadrat des Impulses, geteilt durch die zweifache Masse, definiert werden.

Die kinetische Energie wird auch erhalten, wenn ein Körper auf ein Hindernis trifft und von diesem abprallt. Dies gilt jedoch nur, wenn es sich um einen ideal flexiblen Körper handelt. Wenn ein Körper mit einer idealen Elastizität getroffen wird, ändert sich der Impuls des Körpers, aber nur in der Richtung seiner Wirkung. Die Stärke des Impulses bleibt gleich, die Richtung, in die sich der Körper bewegt, ändert sich. Grundsätzlich gibt es keine ideale Flexibilität ohne Außeneinflüsse, wir erkennen aber Körper mit besserer und schlechterer Flexibilität. Je weniger elastisch das Material ist, desto mehr kinetische Energie geht bei dem Abprall verloren. Der ideal elastische und gerade Einfall eines Körpers und die Veränderung des Impulses durch den Aufprall sind in der Abbildung dargestellt. Da es in

unserer Welt keine idealen Materialien gibt, kann dieses Phänomen nicht nachgewiesen werden, jedoch können Unterschiede zwischen Körpern mit sehr hoher und sehr geringer Elastizität wie Ping-Pong-Ball vs. Knete beobachtet werden. Wenn wir einen Ball aus Weichgummi auf den Boden werfen, bleibt er deformiert auf dem Boden liegen. Ein Teil der kinetischen Energie des Balls hat sich in Wärme (Knete erwärmt sich) und Schall (Vibration auf dem Boden und Schallwellen in der Luft) geändert. Da die Geschwindigkeit nach dem Einfall null ist, ist der Impuls auch gleich Null. Die kinetische Energie ist nicht verschwunden, sie ist gerade in eine andere Form von Energie umgewandelt worden. Je härter ist das Material, desto mehr Energie verbleibt in Form von Bewegungsenergie, zum Beispiel prallen die Ping-Pong-Ballen im Gegensatz zur Knete vom Hindernis ab.

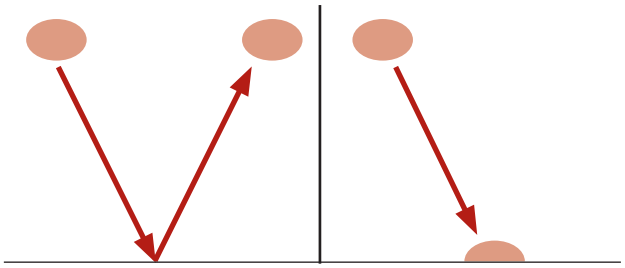


Abbildung 22: Aufprall und seine Auswirkungen auf den Impuls

Newtons drei Bewegungsgesetze

Die Grundprinzipien von Bewegung und Bewegungsänderungen wurden von Isaac Newton definiert. Im Rahmen moderner physikalischer Theorien wie der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie gelten Sie nicht mehr uneingeschränkt, aber mit ihrer Hilfe sind innerhalb eines weiter gefassten Gültigkeitsbereiches Vorhersagen möglich.

Das erste Bewegungsgesetz besagt, dass ein kräftefreier Körper in Ruhe bleibt oder sich gradlinig mit konstanter Geschwindigkeit bewegt. Das heißt, wenn wir einen Ball werfen, wird er mit einer konstanten Geschwindigkeit unendlich weit fliegen, bis auf ihn eine andere Kraft wirkt. Auch wenn dieses Gesetz auf den ersten Blick nicht der Realität entspricht, ist es bis heute richtig. Nachdem in den Ball geworfen wurde, wirken auf den sich bewegenden Ball Kräfte, die ihn verlangsamen und dann fallen lassen. Zum Beispiel die Gravitationskraft der Erde, die den Ball nach unten zieht (diese Kraft wirkt auf den Ball, auch wenn er in Ruhe liegt), aber auch die Reibung in der Luft, in der sich der Ball bewegt.

Das zweite Bewegungsgesetz besagt, dass **je größer das Gewicht des Objekts ist, desto mehr Kraft wird benötigt, um die Bewegung des Objekts zu beschleunigen** ($F = m \cdot a$). Es bedeutet auch: je stärker der Ball getroffen wird, desto weiter wird er fliegen.

Das dritte Bewegungsgesetz besagt, dass **jede Handlung eine gleich große, aber entgegengesetzte Reaktion hervorruft**. Eine Kraft von Körper A auf Körper B geht immer mit einer gleich großen, aber entgegen gerichteten Kraft von Körper B auf Körper A einher. Dies bedeutet, dass in jedem Moment zwei Kräfte aufeinander wirken. Im Beispiel mit dem Ball bedeutet dies, dass, wenn wir Kraft anwenden, um den Ball zu treten, der Ball mit der gleichen Kraft auf unseren Fuß wirkt, genau in die entgegengesetzte Richtung. Das dritte Bewegungsgesetz tritt z. B. beim Schießen aus einer Waffe zutage, wenn sich die Gegenkraft als Rückstoß bemerkbar macht. Die Kugel wirkt mit so viel Kraft auf die Waffe, wie die Waffe auf die Kugel. Sie bewegt sich also in die entgegengesetzte Richtung zur Kugel, aber nicht so schnell, weil die Waffe ja sehr viel schwerer ist und daher müsste man mit mehr Kraft einwirken um eine gleich starke Beschleunigung zu erhalten.

Einfache und komplexe Bewegung

Es gibt zwei Ansichten der resultierenden, beobachteten Bewegung von Körpern. **Die erste Ansicht löst die Bewegung als eine direkte Verschiebung auf**, wobei die Verschiebungsgeschwindigkeit konstant sein kann. Die Wirkung der Kräfte, kann den Körper langsamer oder schneller bewegen. **Noch komplexer ist eine Bewegung, in der der Körper die**

Bewegungsrichtung ändert. Zum Beispiel rotierende Körper. Auch bei solchen Bewegungen muss Kraft auf den Körper ausgeübt werden, aber sie wirkt nicht in Bewegungsrichtung (oder entgegen der Bewegungsrichtung), sondern in einem bestimmten Winkel und stört so die geradlinige Bewegung.

Aktive und gespeicherte Energie

Wir kennen verschiedene Formen von Energie, wie z.B. solare, atomare, elektrische, chemische und dergleichen. **Wenn wir Kraft auf einen Körper anwenden, verändern wir seine Energie.** Diese Energie wird entweder verwendet, um den Körper in Bewegung zu versetzen oder ihn zu beschleunigen. Energie hat im Gegensatz zu Bewegung (Vektorvariable) keine Richtung. Wir bezeichnen solche Variablen als **skalare Größen. In Bezug auf Kräfte und Bewegung sprechen wir über kinetische (Bewegungs-) Energie und potentielle Energie**. Energie kann nicht durch Berührung oder anders gefühlt werden und wird in Joule gemessen.

Wenn sich ein Körper bewegt hat er kinetische Energie. Potentielle Energie wird in den Körpern „gespeichert“ und ihre Intensität hängt vom Objekt selbst ab, aber auch davon, wo und wie es sich befindet. Ein klassisches Beispiel für potentielle Energie wäre die Beschreibung vom Aufheben eines Gegenstandes, zum Beispiel eines Ziegels Wenn der Ziegel auf dem Boden liegt, hat er eine gewisse potentielle Energie. Wenn er angehoben wird, wirkt eine gewisse Kraft auf den Ziegelstein, vom Anhebenden aus. Diese Arbeit hat der potentiellen Energie zusätzliche Energie hinzugefügt. Je höher wir den Ziegel bringen, desto mehr Energie fügen wir hinzu. Wenn der Ziegel in der Höhe losgelassen wird, kann er auf andere Objekte wirken, die er aufgrund seines Aufpralls zerquetscht oder bricht, Das bedeutet, dass der Ziegel, den wir in die Höhe gebracht haben und dort halten, mehr potenzielle Energie hat als der Ziegel, der auf dem Boden liegt.

Arbeit

Arbeit im physikalischen Sinn des Wortes geschieht, wenn die Kraft, die wir auf Körper ausüben, bewirkt, dass sie sich bewegen. Der Arbeitsaufwand ergibt sich durch Multiplikation der aufgebrachten Kraft mit der Entfernung, über die sich das Objekt bewegt hat ($W = F \cdot d$). Die Arbeit wird in Newton-Metern gemessen, was dem Joule entspricht. Dies bedeutet, dass die Einheit von Arbeit und Energie gleich ist. **Kraft und Arbeit sind aber nicht das gleiche.** Wenn wir zum Beispiel den Ziegel in der Hand halten, werden wird er gefühlt nach und nach immer schwerer. Wir wirken mit einer gewissen Kraft, um den Ziegel zu halten, aber da sich der Ziegel nicht bewegt. Wenn unsere Hände müde sind und wir den Ziegelstein ablegen und wiederholen müssen, verrichten wir Arbeit. Beim Ablegen des Ziegels wurde allerdings weniger Arbeit verrichtet, als beim wiederholten aufheben. Obwohl die Strecke, die gleiche ist, müssen wir mehr Kraft anwenden (um der Gravitation entgegenzuwirken) und deshalb ist die resultierende Arbeit beim Heben größer als beim Ablegen des Ziegels. Da der Begriff Arbeit auch in der allgemeinen Rede verwendet wird, **ist es wichtig, die physikalische Größe von dem üblicherweise verwendeten Begriff der Arbeit zu unterscheiden**.

Reibung

Reibung ist eine Kraft, die die Bewegung eines gleitenden Körpers verlangsamt. Die Reibungskraft wirkt immer genau entgegengesetzt zur Richtung der freien Bewegung des Körpers. Wenn wir das Auto an einem roten Signal an der Ampel anhalten wollen, stoppt das Auto aufgrund der Reibung der Bremsen (Bremsbeläge, Platten) über sich bewegenden Räder. Wenn wir auf der Asphaltstraße bergab laufen und wir anhalten wollen, können wir es dank der Reibung der Schuhe über den Asphalt machen. Wenn der Asphalt jedoch nass ist oder wenn drauf eine dünne Schicht Eis ist, wird der Halt nicht so gut sein. Ebenso ist es auch mit der Bewegung eines Autos auf der Straße. Es gibt eine hohe Reibung auf der trockenen Straße, auf der nassen Straße ist die Reibung kleiner und das Auto hat einen längeren Bremsweg. **Wenn die Räder in einer dünnen Wasserschicht sind, können sie den Kontakt mit dem Asphalt verlieren** (die Reibung geht verloren, weil das Rad nicht in Kontakt mit dem Boden ist, also kann nicht über Reibung gesprochen werden) **und Bremsen ist ineffektiv**.

Die Größe der Reibung zwischen zwei Oberflächen hängt davon ab, wie stark die beiden Oberflächen zusammengedrückt werden und wie rau die Oberflächen. **Die Reibung wirkt gegen jede Bewegung. Es gibt zum Beispiel auch Luftreibung.** Es wirken aber auch physikalisch-chemische Kräfte von Molekülen zweier miteinander kohäsiver Oberflächen auf den Kontakt zweier Oberflächen.

Messung der Reibungskraft

Reibung (Reibungskraft) kann auch gemessen werden. Ihre Größe hängt von den gleitenden Materialien ab. Zum Beispiel hat Beton auf Beton einen hohen Reibungskoeffizienten. **Der Reibungskoeffizient drückt aus, wie leicht sich der Körper im Vergleich zu einem anderen über eine bestimmte Oberfläche bewegt.** Wenn der Koeffizient hoch ist, bedeutet dies, dass zwischen den Materialien eine hohe Reibung besteht. Während Beton einen hohen Reibungskoeffizienten hat, hat beispielsweise Teflon einen niedrigen Reibungskoeffizienten für alle Materialien. Einen noch niedrigeren Reibungskoeffizienten haben zum Beispiel unsere Gelenke.

Die Reibung erzeugt Wärme. Die Stärke der erzeugten Wärme hängt von der Größe der Reibungskraft ab. Dies bedeutet, dass **mehr Wärme durch die Reibung von Materialien mit einem hohen Reibungskoeffizienten erzeugt werden kann**. Manchmal können wir dieses Phänomen nutzen (zum Beispiel, indem wir unsere Hände reiben, können wir sie aufwärmen), aber die Reibung verursacht meistens unerwünschte Wärme. Zum Beispiel enthalten verschiedene komplexe Maschinen, wie ein Automotor, viele Komponenten, die sich reiben, wenn sie funktionieren. Diese Reibung versuchen wir so weit wie möglich in Motoren zu reduzieren. Zusätzlich zu der direkten Reibung der Metallteile selbst können sich die Teile abnutzen, zu viel Reibung führt zur Wärmeentstehung, was zu lokaler Ausdehnung der Teile führen kann, die dann blockieren können. Wir verwenden daher unterschiedliche Verfahren, um die Reibung und ihre Wärme zu reduzieren. Wenn die Reibung zu groß ist, kann man Funken beobachten (zum Beispiel bei Verwendung einer Kreissäge, siehe Bild, oder wenn der Zug plötzlich auf den Schienen gebremst wird).

Abbildung 23: Kreissäge

Reibungsreduzierung

Manchmal brauchen wir Reibung, und manchmal versuchen wir, Reibung zu vermeiden. Zwischen zwei Oberflächen, auf denen wir die Reibung reduzieren wollen, legen wir eine Reihe von Kugeln aus einem ausreichend festen Material. Oberflächen werden im Prinzip nicht gerieben, denn wenn sie sich gegenseitig bewegen, werden die Kugeln gedreht und die Reibung der beiden Oberflächen wird signifikant reduziert. Einige Spielzeuge, wie z. B. **Fidget-Spinner** (siehe Bild), arbeiten nach dem Kugellagerprinzip.

Um die Reibung zu reduzieren, werden häufig Schmiermittel verwendet. Dies sind oft flüssige bis halbflüssige Substanzen, die kleinere Unebenheiten in den Oberflächen ausgleichen, und somit bewegen sich die beiden Oberflächen leichter aufeinander, die Reibung wird verringert. **Schmiermittel sind flüssig, müssen aber eine höhere Viskosität haben, um zwischen den beiden Oberflächen nicht zu herauszufließen.** Das Problem ist, dass

viele der Stoffe reibungsreduzierende Eigenschaften haben, wenn sie Raumtemperatur haben, aber sie verlieren ihre Viskosität durch Erhitzen, sie sind flüssiger und sie entweichen sehr schnell von der Grenzfläche der Reibungsflächen. Daher ist es nicht einfach, einen Ersatz für professionell verwendete Schmiermittel (z. B. Vaseline) zu finden.

Abbildung 24: Kugellager, Fidget-Spinner

Eine andere Möglichkeit, Reibung zu reduzieren, besteht darin, die Materialien zu wechseln, die mit der Reibung in Kontakt kommen. Zum Beispiel bewegt sich Stahl mit sehr geringer Reibung auf Eis. Wenn wir die Kontaktfläche absenken (wir werden einige Schneidkanten erzeugen, wie zum Beispiel im Fall von Schlittschuhen-Design), wird die Reibung dieser beiden Oberflächen stark abnehmen. Im Gegenteil, wenn wir nicht wollen, dass wir auf dem Bürgersteig gleiten, benutzen wir Schuhe mit einer Gummisohle. Beim Reiben von Gummi und Asphalt gibt es viel Reibung, und deshalb ist dieses Schuhwerk für die Bewegung, bei der wir die Reibung nutzen müssen, sehr geeignet. Wie bereits erwähnt, verringert die Reibung die Maschineneffizienz, indem sie erzogene Kraft verliert (und somit Energie verliert). Zusätzlich erzeugt die Reibung Wärme, die von der Maschine abgelassen werden muss. Jedoch sind nicht alle Reibungseffekte unerwünscht. Zum Beispiel reduziert Reibung die Geschwindigkeit von Fahrrädern, Autos, lässt uns gehen, laufen und auf Papier schreiben.

Luftwiderstand

Reibungskraft tritt nur auf, wenn Feststoffe gerieben werden. Durch die Bewegung in Gasen und Flüssigkeiten verlangsamt sich die Bewegung eines Körpers selbst auch, aufgrund des Widerstands gegen den sich bewegenden Körper. Durch diese Kompression erwärmen sich die Luft und auch der Körper selbst.

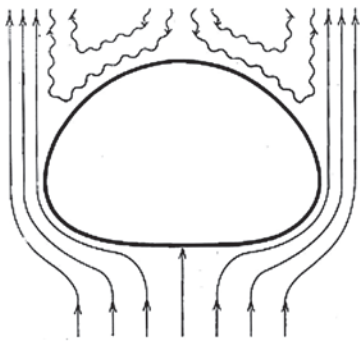


Abbildung 25: Luftwiderstand

Wir verwenden zum Beispiel den Luftwiderstand beim **Bau von Fallschirmen**. Im Gegenteil dazu, müssen wir an anderer Stelle den Luftwiderstand reduzieren, wenn wir Körper so schnell wie möglich durch die Luft bewegen wollen, mit möglichst wenig Kraftaufwand für die Beschleunigung – zum Beispiel bei Flugzeugen, aber auch bei Autos und Schiffe. **Bei der Konstruktion dieser Geräte werden so genannte Prinzipien der Aerodynamik verwendet.** Zum Beispiel werden neue Karosseriemodelle im Windkanal getestet, wo der Luftwiderstand gemessen wird, wenn das Auto gegen den Luftstrom bewegt wird. Deshalb

haben Autos die Form, die sie haben. Die folgende Abbildung zeigt Beispiele von Luftwiderstandswerten für verschiedene Körper, die sich in der Luft bewegen. Daraus ist auch ersichtlich, **warum der Wassertropfen genau die Form hat, die er hat**. Da das Wasser flüssig ist und seine Form verändern kann, verändert es seine Form beim Fall aus der Höhe, basierend auf der Wirkung des Luftwiderstands auf den Tropfen und die resultierende Form ist diejenige, die durch den Luft am besten durchfließt (der Luftwiderstand ist am kleinsten).

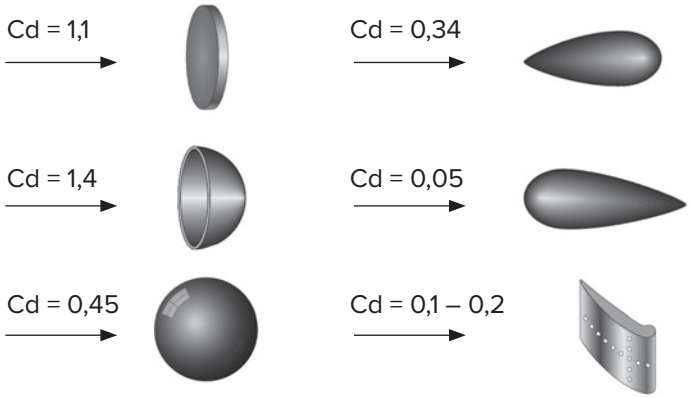


Abbildung 26: Luftwiderstandswerte für verschiedene Körper

Pendel

Das Pendel besteht aus einem Gewebe und einem Faden, Draht, einer Kette oder einem Stab, der an einem festen Punkt befestigt ist und das Gewicht von einer Seite zur anderen schwingen lässt. Wenn das Gewicht knapp unter dem Aufhänge Punkt liegt, sagen wir, es befindet sich in der Gleichgewichtsposition, es bewegt sich nicht. Wenn wir das Pendelgewicht zwingen, sich auf eine bestimmte Seite zu bewegen, schwingt das Pendel prinzipiell unendlich lange hin und her. Das reale Pendel verlangsamt sich allmählich, insbesondere weil es keinen Stützpunkt ohne Reibung gibt, und das Pendel bewegt sich in der Umgebung der Luft, die Widerstand verursacht (wirkt der Bewegung des Pendels entgegen) und allmählichen das Pendel verlangsamt. Nach dem Schwingen des Pendels erreichen die Gewichte eine bestimmte Maximalposition. **Der Winkel zwischen dem Faden im Gleichgewicht und der maximalen Position wird als Schwingungsamplitude bezeichnet. Die Zeit, die ein Pendel benötigt, um eine ganze Schwingung zu erzeugen, wird Schwingungszeit genannt.** Die Dauer der Schwingung hängt insbesondere von der Größe der auf die Gewichte wirkenden Gravitationskraft ab. Aus diesem Grund hat das gleiche Pendel an den Polen (Nord/Süd) eine geringere Schwingungsdauer (es schwingt schneller), weil eine etwas größere Gravitationskraft als am Äquator auf das Pendel wirkt.

Es ist interessant zu sehen, **was genau die Schwingungen des Pendels beeinflusst (welche Variablen, Pendeleigenschaften)**. Aufgrund der Konstruktion des Pendels können die folgenden Eigenschaften (Variablen) berücksichtigt werden: die Länge des Pendelgelenkes (Fadens), das Gewicht in Kg und der Winkel, aus dem das Pendel beim Start angestoßen wird. Durch experimentelle Untersuchung der Auswirkungen dieser Variablen, konnten die in der Tabelle angegebenen Daten erhalten werden. In den Experimenten 1 bis 5 wurde das Gewicht des Pendelgewichts allmählich erhöht. Die anderen Variablen waren konstant und die Beziehung zwischen dem zunehmenden Gewicht Kg und der Schwingungszeit wurde beobachtet. Aus den erhaltenen Daten ist ersichtlich, dass eine Erhöhung des Gewichts keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Pendels hat. Dies bedeutet, dass das leichtere und schwerere Pendel gleich schnell schwingt. In den Experimenten 6 – 9 ist das Gewicht des Pendels gleich (0,2 kg) und der Pendelanstoßwinkel ist gleich (15 °). Die experimentelle Variable ist die Länge des Fadens. Auf diese Weise ist es möglich zu bestimmen, ob die Schwinggeschwindigkeit des Pendels von der Länge des Spagats abhängt, an denen das Gewicht aufgehängt ist. Im Gegensatz zu den Gewichtsveränderungen zeigen diese Er-

gebnisse, dass die Länge des Fadens einen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Pendels hat. Je länger der Faden, desto langsamer schwingt das Pendel. **Es besteht daher eine direkte Verbindung zwischen der Geschwindigkeit mit der das Pendel schwingt und der Länge Fadens an dem das Gewicht hängt.** Die letzten vier Ergebnisse illustrieren die Beziehung zwischen der Schwingungsgeschwindigkeit des Pendels zu der Winkeländerung, aus der das Pendel angestoßen wird. Das Gewicht des Pendels und die Länge des Fadens bleiben konstant, wir ändern nur den Winkel, aus dem das Pendel angestoßen wird. Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass der Auslösewinkel die Geschwindigkeit des Pendels nicht beeinflusst. **Das Ergebnis aller Messungen ist, dass nur durch die Länge des Fadens die Geschwindigkeit des Pendels beeinflusst wird.**

Tabelle 1: Pendelgeschwindigkeit beim Ändern von Variablen

Versuch Nr.	Gewicht des Wagestücks	Länge des Spagats	Schwingung-swinkel	Schwi-gungszeit
1.	0,02	0,4	15	1,25
2.	0,05	0,4	15	1,29
3.	0,1	0,4	15	1,28
4.	0,2	0,4	15	1,24
5.	0,5	0,4	15	1,26
6.	0,2	0,6	15	1,56
7.	0,2	0,8	15	1,79
8.	0,2	1,0	15	2,01
9.	0,2	1,2	15	2,19
10.	0,2	0,4	10	1,27
11.	0,2	0,4	20	1,29
12.	0,2	0,4	25	1,25
13.	0,2	0,4	30	1,26

Foucaults Pendel

Die ersten Pendel wurden verwendet, um Zeitfenster zu messen und ein bevorstehendes Erdbeben zu untersuchen, lange bevor die Theorie der Pendel von dem bekannten Wissenschaftler Galileo Galilei definiert wurde. Ihm wird offiziell die Entdeckung des Pendels zugeschrieben. Er war der erste, der zu erklären versuchte, wie und warum Pendel oszillieren. Die Art, wie sich ein Pendel bewegt, gilt als einer der ersten Beweise dafür, dass sich die Erde um ihre eigene Achse dreht. Damit sich die Rotation der Erde in der Pendelbewegung manifestiert, müssen wir allerdings ein sehr großes Pendel konstruieren, das an einem festen Punkt mit maximal reduzierter Reibung aufgehängt ist. Solche Vorrichtung nennen wir auch **Foucaults Pendel, nach dem französischen Physiker Léon Foucault, der das Pendel zum ersten Mal** (1851 in Paris) **konstruiert hat, um die Rotation der Erde um ihre eigene Achse nachzuweisen**.

Wenn wir das Pendel entlang einer Linie auf dem Boden schwingen lassen, schwingt jedes Pendel ein kleines bisschen weg von der ursprünglichen Richtung. Es ist allerdings nicht das Pendel, das aus seiner normalen Linie ausgebrochen ist, sondern die Erde, die sich dreht. Um diese Bewegung des Pendels hervorzuheben, wurden ursprünglich Linien in den Sand unter dem Pendel eingezeichnet. Der Sand wurde später durch Markierungen ersetzt, die unter einem Pendel in einem Kreis angeordnet wurde. Wenn die Erde sich nicht drehen würde, würde das Pendel nur zwei gegenüber liegenden Markierungen berühren. Wenn sich die Erde jedoch um ihre eigene Achse dreht, wird das Pendel allmählich die weiteren Markierungen im Kreis berühren. Die Zeit, in der das Pendel alle Markierungen einmal berührt hat, wird Pendel-Tag genannt. Dieser Zeitraum ist in verschiedenen Teilen der Erde unterschiedlich.

Foucaults ursprüngliches Pendel hatte ein 28 kg schweres Gewicht, das an einem 67 Meter langen Seil hing. Ein solches Pendel wich in einer Stunde um etwa 11,3 ° von der ursprünglichen Richtung ab, so dass es in etwa 31,8 Stunden seine ursprüngliche Position wieder erreichte. Auf den Polen kehrt jedes Pendel in genau 24 Stunden in seine ursprüngliche Position zurück und das Pendel dreht im Uhrzeigersinn am Nordpol und gegen den Uhrzeigersinn am Südpol. **Damit die Erdrotation auf dem Foucaults Pendel erscheint, muss es in bestimmter Art und Weise ausgelöst werden.** Die Amplitude sollte maximal 20 Grad betragen und der Start sollte ohne die Einwirkung verschiedener Seitenkräfte erfolgen. Foucault-Pendel - Nachkonstruktionen finden sich in vielen Naturmuseen. Da der Luftwiderstand auf die Pendel wirkt, verlangsamen sie sich allmählich, so dass verschiedene Mechanismen in den Pendelstrukturen installiert wurden, um eine dauerhafte gleichmäßige Schwingung des Pendels zu gewährleisten. Zum Beispiel wird die Bewegung des Pendels durch eine elektromagnetische Einwirkung auf das Gewicht mit der Zeit beschleunigt, um die Verzögerung aufgrund des Luftwiderstandes genau zu kompensieren. Ein einfacherer Weg, der auch relativ oft benutzt wird, ist das Pendel neu zu starten.

Abbildung 27: Foucaults Pendel

2.2 Einfache Maschinen

Alle Maschinen, ohne die unser Leben nicht so komfortabel wäre (egal ob Mixer, Kinderwagen, Computer, Flugzeuge ...), sind, egal wie komplex sie sind, meist mit sieben grundlegenden Mechanismen konstruiert: die schiefe Ebene (auch in Form eines Keils und einer Schraube), Hebel, Rad und Achse (Welle), Rolle, Zahnrad und Zahnstange, Kurbelwelle und Klinke. Maschinen werden zum Beispiel verwendet, um die Kraft, die vom Menschen verrichtet werden müsste anders aufzubringen. **Im Allgemeinen unterscheiden wir anhand der drei Arten von Bewegung in drei einfache Maschinentypen:**

- direkte Bewegung (Einwegbewegung),
- rotierende Bewegung (Bewegung ist in einem Kreis)
- und hin- und hergehende Bewegung (Bewegung hin und her).

Schiefe Ebene, Keil und Schraube

Bei der Verwendung von einfachen Maschinen, insbesondere in einer geneigten Ebene, ist es oft keine Verringerung der Arbeit. Dies ist eine Verringerung der Leistung, die wir aufbringen müssen. Wir werden die Effizienz der Verwendung der geneigten Ebene als Beispiel erläutern. Ziehen wir eine Last von 50 kg bis zu einer Höhe von 5 Metern nach einer um 10 Meter geneigten Ebene, verwenden wir die Hälfte der Kraft, die wir brauchen, um die Last direkt auf die Höhe zu ziehen. Niedrigere Energie wird für eine längere Zeit ausgegeben.

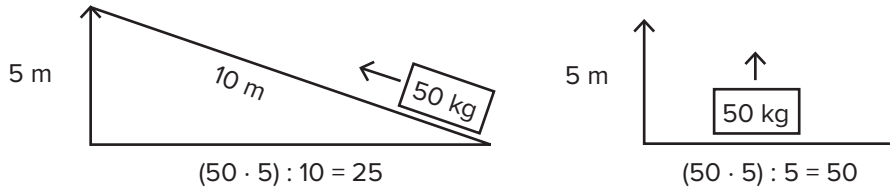


Abbildung 28: Schiefe Ebene

Wenn wir Last auf einer schiefen Ebene ziehen, ist es relativ einfach, obwohl die Arbeit länger dauert. Im Gegensatz dazu wird der direkte Weg schneller gehen, aber mehr Kraft benötigen.

Keil

Der Keil kann als zwei gegenüberliegende geneigte Ebenen verstanden werden. Obwohl die direkte Anwendung dieses Prinzips nicht so häufig ist und nur in bestimmten Sektoren (Holzspaltungskeilen) vorkommt, wird das Prinzip ziemlich häufig verwendet, beispielsweise in der **Aerodynamik**. **Dies ist ein Bereich, der das Eindringen und die Beweglichkeit von Körpern in Flüssigkeiten (in Luft, in Wasser) untersucht**. Hier geht es auch darum, bei gleicher Kraft eine bessere Leistung zu erzielen. Neue Autodesigns werden in einer Strahlkammer getestet, in der es beobachtet wird, wie das Auto die Luft überwinden kann. Je keilförmiger oder vorne abgeflacht, desto leichter wird das Auto durch den Widerstand fahren können und die Kraft des Motors wird dabei effizienter genutzt, um sich vorwärts zu bewegen (d. h. durch die Luft). **Das Prinzip der abgeflachten Spitze wird zum Beispiel bei Messern, Papierschneidern, Bleistiftspitzern, Nadeln, Stricknadeln und Nägeln genutzt.** Das Grundprinzip einer schiefen Ebene verwendet auch die Schraube, die auch für ein leichteres Eindringen in das Material sorgt. Darüber hinaus kann der Keil auch dazu verwendet werden, Objekte gegen Bewegung zu sichern, beispielsweise einen Keil in der Tür. Im Vergleich zu einem Keil hat die gekrümmte geneigte Ebene in der Form einer Schraube jedoch eine breitere Verwendung.

Schraube

Die Schraube ist im Prinzip eine gekrümmte geneigte Ebene. Sie ermöglicht eine Bewegung von unten nach oben durch Drehbewegung. Zusätzlich zu der klassischen Verwendung einer Schraube zum Verbinden zweier Materialien wird das Prinzip der Schraube beispielsweise bei der Konstruktion einer Wendeltreppe, Serpentinenwegen in den Hügeln, Schraubstöcke, höhenverstellbaren Stühlen, verstellbaren französischen Schlüsseln, Gewindeabdeckungen an Gläsern und Flaschen, in Lampenfassungen, Bohrern, Wasserleitungen aber auch in Kugelschreibern verwendet. Auch als Schiffsschraube oder Flugzeugturbine kommt die Schraubenform zum Einsatz. Durch Bewegen der Schraube in der Flüssigkeit (Gas oder Flüssigkeit) ist es möglich, das Objekt vorwärts zu bewegen. In anderen Fällen sind die Schrauben in Wasser eingetaucht und drehen das Wasser zu der Pumpe, wo es verwendet werden kann. Solche Pumpen werden häufig in Be-und Entwässerungsbetrieben verwendet. Speziell angepasste Schrauben können feste, flüssige und gasförmige Stoffe von einem Ort zum anderen liefern. Der Schraubenmechanismus kann auch zum Heben anderer Körper verwendet werden. Selbst eine sehr schwache Person kann ein Auto mit einem Schraubheber heben. Genau wie bei der schiefen Ebene wird auch hier der Arbeitsaufwand über eine längere Strecke ausgedehnt – wir heben das Auto sehr langsam in kleinen Stücken an. Je dichter das Gewinde, desto weniger arbeiten wir mit dem Wagenheber.

Wenn wir zwei Schrauben mit gleicher Länge, aber unterschiedlicher Gewindesteigung nehmen, können wir sehen, dass sich die Schrauben bei gleicher Schraubenlänge in der Anzahl der Gewinde unterscheiden. Wenn wir die zwei verschiedenen Wendeltreppen nehmen, die wir bis auf die gleiche Höhe hochsteigen wollen, stellen wir fest, dass das Steigen auf einer Treppe schwieriger ist, sogar auf der mit den höheren Stufenabständen, die sich weniger oft um die Treppenachse dreht.

Arten von Schrauben

Schrauben werden verwendet, um Holz (und ähnliche Materialien), sowie Metall zu verbinden. Dementsprechend unterscheiden wir zwischen **selbstschneidenden** und **metrischen Schrauben:**

Abbildung 29: Selbstschneidende und metrische Schraube

Selbstschneidende Schrauben sind für Holz geeignet – sie haben scharfe Spitze, größere Spannweiten und benötigen keine Muttern. Sie werden mit einem Schraubendreher (Werkzeug) direkt in das zu verbindende Material gebohrt. **Metrische Schrauben werden so verwendet, dass die Löcher, in denen die Schrauben befestigt sind, im Material vorgebohrt werden müssen.** Daraus ergibt sich, dass beide Arten von Schrauben nach dem gleichen Prinzip einer einfachen Maschine arbeiten, jedoch andere Eigenschaften der verbundenen Materialien beim Verbinden von Materialien verwenden. Es ist auch interessant, die Werkzeuge zu verwenden, mit denen wir die Schraube im Material bewegen. **Dies sind oft Schraubenzieher, die nach dem Hebelprinzip arbeiten.** Je gröber der Griff, desto einfacher ist es, mit der Schraube zu arbeiten.

Hebel

Die praktische Verwendung des Hebels ist seit jeher bekannt. **Eine der ersten sinnvollen Anwendungen war das Katapult**, das das Werfen von Steinen (später Sprengkörpern, brennenden Gegenständen und Bienenstöcken) auf den Feind über eine relativ große Entfernung ermöglichte.

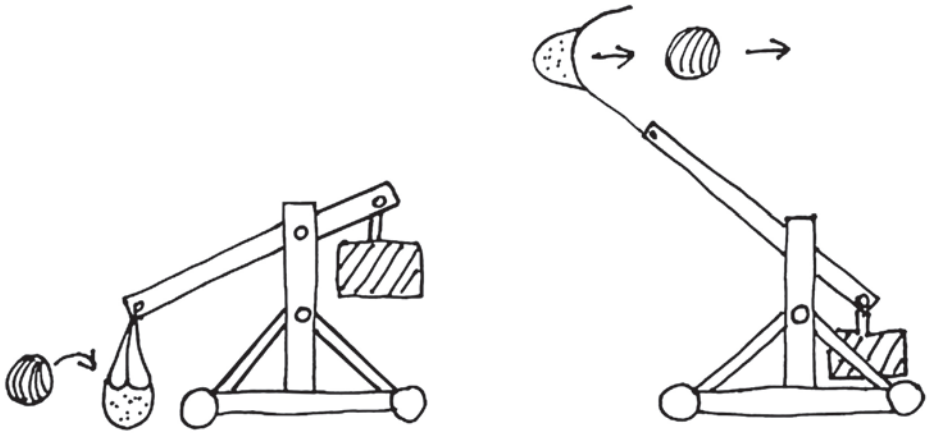


Abbildung 30: Katapult

Der Hebel wird oft benutzt, ohne dass man sich seiner prinzipiellen Verwendung bewusst ist. Zum Beispiel basiert der japanische Judo-Sport auf dem Wissen, dass die Bewegung des gesamten menschlichen Körpers auf Hebeln beruht. Es ist auch bekannt, dass ein Golfspieler, der längere Arme hat, den Ball weiter schießen kann (er kann ihm mehr Geschwindigkeit geben) als ein Spieler mit kürzeren Armen. In ähnlicher Weise können zwei Bogenschützen den gleichen Bogen verwenden, mit unterschiedlichen Ergebnissen.

Verwendung des Hebels

Bei der Verwendung des Hebels unterscheiden wir **drei Punkte – eine Drehachse, einen Lastarm, oder Widerstand gegen die Krafteinwirkung und einen Ort der Krafteinwirkung, den Kraftarm**. Es gibt Heben erster, zweiter und dritter Ordnung. Meistens wird ein Hebel benutzt, indem man auf den Kraftarm einwirkt, der in einem gewissen Abstand durch einen festen Punkt geht, durch die Drehachse. Der Widerstand wirkt in dieselbe Richtung wie wir, aber auf der gegenüberliegenden Seite des Hebels.

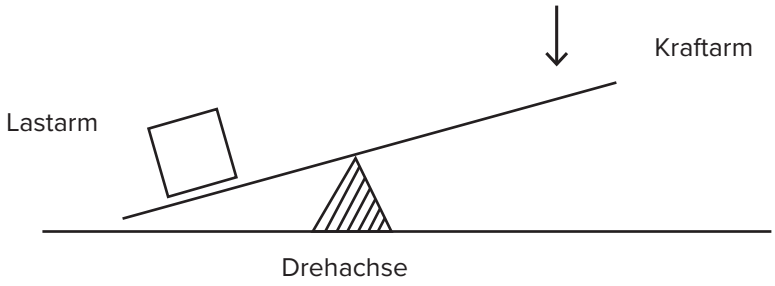


Abbildung 31: Verwendung des Hebels

Der am häufigsten verwendete und sehr beliebte Hebel ist eine Schaukel, die aus einem langen Balken und einer erhöhten Drehachse in der Mitte besteht. Die Sitze der beiden Schaukelnden sind ganz außen, am langen Balken angebracht. Wenn die Last an beiden Enden der Schaukel gleich groß ist und die Gewichte an derselben Stelle auf dem Balken einwirken (gleichweit von der Drehachse entfernt), ist die Schaukel ausgeglichen und für das Schaukeln ist es immer notwendig, dass auf beiden Seiten eine Kraft einwirkt.

Die Schaukel, die Brechstange und der Dosenöffner sind sehr typische Beispiele für den Hebel der ersten Klasse. In dieser Klasse befindet sich die Drehachse zwischen dem Lastarm (Widerstand) und dem Kraftarm, auf den eingewirkt wird. Wenn wir zwei solche Hebel zusammensetzen, erhalten wir scherenartige Hebel. Durch die Veränderung des Abstandes der Drehachse vom Angriffspunkt der Kraft verändern wir auch die Stärke der Kraft, die erforderlich ist, um den Widerstand zu zerschneiden. Dieser Hebel ändert sogar die Bewegungsrichtung. Die beiden Griffe der Schere werden in die entgegengesetzte Richtung zu der Richtung gedrückt, in die sich die einzelnen Arme der Schere bewegen. Wenn jedoch der Abstand zwischen dem Widerstand (ein Papier zum Beispiel) und dem Angriffspunkt der Kraft jeweils zur Drehachse derselbe ist, ist es möglich, nur die Richtung der Kraftwirkung zu variieren. Die Kraft, die benötigt wird, wird nicht reduziert und die Bewegung des Objekts beschleunigt nicht (zum Beispiel die Schaukel). Basierend auf diesem Prinzip ist es möglich zu erklären, warum wir das dicke Papier leichter in der Nähe der Drehachse (des Gelenkes der beiden Arme) schneiden können, als an den Enden der Schere.

Abbildung 32: Hebel der zweiten Klasse

Die Schubkarre ist ein typisches Beispiel für einen Hebel zweiter Klasse. Hier gibt es einen Drehpunkt, der in der Mitte des Rades der Schubkarre liegt, und zwei Kraftarme, auf die eingewirkt werden kann um das Gewicht bewegen zu können. Ein Beispiel für einen Doppelhebel dieser Klasse ist beispielsweise auch der **Nussknacker für Nüsse**. Der Drehpunkt befindet sich am Anfang des Hebels, an dem beide Arme zusammengeführt werden. Der Widerstand (Nuss) liegt in der Nähe des Stützpunktes und wir müssen gegen den Widerstand auf das entgegengesetzte Ende des Hebels einwirken.

Der Hebel der dritten Klasse oder einseitiger Geschwindigkeitshebel wird definiert als ein Hebel, bei dem der Angriffspunkt der Kraft zwischen den Drehpunkt und dem Angriffspunkt der Last liegt. Ein typisches Beispiel wäre eine Pinzette oder des menschlichen Unterarmes bzw. das Ellenbogengelenk. Der Ellenbogen hier wirkt als Drehachse, die Last des zu tragenden Gegenstands wirkt nach unten. Die Muskelkraft des Bizepses wirkt in entgegengesetzter Richtung nach oben. Da der Bizeps-Muskel um ein Vielfaches näher an der Drehachse am Unterarm angreift als die Last, muss die dort wirkende Kraft um ein entsprechendes Vielfaches größer sein. Andere Beispiele für die Verwendung des Hebels der dritten Klasse sind die Angel, der Besen und die Fliegenklappe. Bei dieser Art von Hebel wird die Kraft in Geschwindigkeit und Distanzüberbrückung umwandelt.

Rad und Achse, Welle und Zahnräder

Das Rad wurde immer als die größte Entdeckung der Menschheitsgeschichte angesehen. In der Realität würde es jedoch ohne Verknüpfung mit einer Achse fast keinen Sinn geben. Diese Achse ist ein Stab oder eine Stange, die durch die Mitte des Rads verläuft und das Rad frei um sich drehen lässt. Wenn wir die Achse drehen, dreht sich das Rad und umgekehrt. Auf diese Weise können wir die Kraft für Bewegung nutzen. Räder finden sich in allen Vorrichtungen, die eine Drehbewegung ausführen (aber nicht nur in ihnen), beispielsweise in einem Fön, in Motoren, im Karussell und natürlich beim Fahrrad. Zahnräder sind wiederum eine etwas speziellere Form des Rades, wie der Name schon sagt, haben sie in regelmäßigen Abständen Zähne am Rad. Wenn wir mehrere Zahnräder nutzen, können wir zum Beispiel eine Bewegung von einem Rad zum anderen übertragen. Für den Fall, dass die Räder nicht gleich groß sind, können wir durch die Verbindung dieser Räder die Bewegung der Radachse beschleunigen oder verlangsamen.

Die Winde, die Achsen und das Rad sind einfache, häufig verwendete Maschinen. Obwohl die Winde wie ein Zug-Rad aussieht, unterscheidet sich ihr Prinzip der Verwendung von dem eines Rades und einer Achse. **Bei der Winde (Welle) sind das Rad und die Achse, an der zum Beispiel ein Gewicht an einem Seil hängt, fest verbunden. Beim Drehen des Rades dreht sich auch die Achse und kann somit das Seil um sich herum aufwickeln und das Gewicht langsam nach oben transportieren.** Die Kante des Rades, an der der Hebel befestigt ist, auf den mit Kraft eingewirkt wird, bewegt sich schnell, während sich die Achse selbst verhältnismäßig langsam dreht. Ein anschauliches Beispiel für eine solche Konstruktion sind alte Vorrichtungen auf Brunnen, zum Wasser holen. Darin sind sogenannte Wellräder verbaut die nach diesem Prinzip funktionieren.

Im Vergleich zu einem mechanischen Bleistiftspitzer benötigt der Fleischwolf zum Beispiel einen größeren Griff, um gut arbeiten zu können. Dieser Unterschied kann durch Vergleichen des Abstands zwischen dem Ort der Kraftwirkung und dem Ort des Kraftwiderstandes erklärt werden. Nach dem gleichen Prinzip ist es möglich zu erklären, warum ein größeres Lenkrad besser zu handhaben ist als ein kleineres. **Die Rad-Achse-Kombination kann mit Hilfe eines Riemens, einer Kette und Zahnrädern ihre Funktion auch etwas verändern. Fahrräder sind Beispiele für Räder und Achsen, die durch eine Kette verbunden sind.** Da die Räder mit einer Kette verbunden sind, dreht sich das kleinere Rad mehrmals während sich das größere nur einmal drehen kann. Durch die Zahnräder können wir die Bewegungsgeschwindigkeit der Teile ändern, die an den Achsen der Zahnräder befestigt sind. Der mechanische Vorteil der zwei Zahnräder, die durch eine Kette verbunden sind, kann durch das Verhältnis der Anzahl der Zähne an dem einen und dem anderen Rad berechnet werden.

Rolle

Wenn sehr schwere Körper angehoben werden müssen, kann auch ein Flaschenzug verwendet werden um die aufzuwendende Kraft zu verringern. Allerdings muss in manchen Fällen ein längerer Zieh-Weg in Kauf genommen werden. Außer einem Seil werden in Flaschenzügen auch Rollen verwendet. Eine bewegliche Rolle reduziert den Kraftaufwand beim Ziehen der Last - das erleichtert die Arbeit. **Eine feste Rolle kann die Arbeit auch verringern, jedoch nicht die Kraft, die aufgewendet wird.** Mittels fester Rollen werden Kräfte umgelenkt. Sie sind so befestigt, dass sie ihre Position während des Zugvorganges nicht verändern. Die Zugkraft, die gebraucht wird, bleibt unverändert und ist genauso groß wie die Kraft des Gewichtes, aber die Zugrichtung wird beeinflusst. Manchmal ist es nämlich einfacher, eine Kraft in eine andere Richtung aufzubringen.

Im Fall einer losen Rolle sind die Verteilung des festen Punkts, der Ort der Kraftwirkung und der Ort des Widerstands unterschiedlich. Da lose Rollen in der Seilführung liegen und vom Seil getragen werden, kann jeder der beiden Seilteile 50% der Kraft übernehmen. Das Gewicht lässt sich also für den Einwirkenden mit der Hälfte der Kraft anheben. Beachtet werden sollte allerdings, dass der Zug-Weg dann doppelt so groß wie der Last-Weg ist. Das heißt, dass das doppelte des ursprünglichen Abstandes überwunden werden muss. Wenn ich also das Gewicht um einen Meter erhöhen will, muss ich den Faden oder das Seil um zwei Meter ziehen.

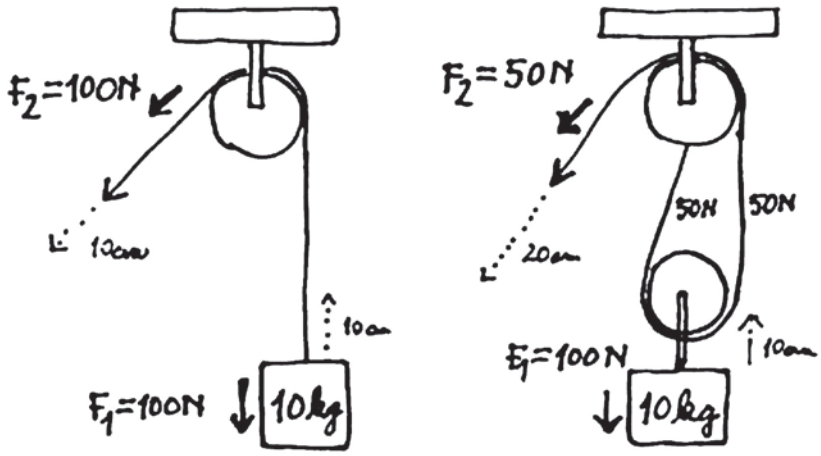


Abbildung 33: Betrieb der festen Rolle

Rollen können nicht nur zur Erleichterung der Lastbewegung verwendet werden. Sie werden oft verwendet, um Kräfte zu übertragen. Zum Beispiel können kleine Rollen große Rollen drehen, die sich langsamer drehen, aber ein größeres Drehmoment bereitstellen. Ein typisches Beispiel für eine solche Verwendung ist der Automotor. Der Keilriemen wird von einer Rolle angetrieben, die mit dem Motor verbunden ist. Der Keilriemen dreht die Wasserpumpe, die für die Wasserzirkulation im Kühler sorgt, den Lüfter) und den Generator (der zum Laden der Batterie benötigt wird). In dem Haus wird die Rolle zum Beispiel in einer Waschmaschine und einem Wäschetrockner verwendet, um die Trommel mit der Wäsche zu drehen.

Kurbelwelle

Die Kurbelwelle ist eine andere Art von Wellen- und Radkupplung und wird gewöhnlich dort verwendet, wo sich die Richtung der Kraft ändert oder die hin- und hergehende auf eine rotierende Bewegung geändert werden muss. Gegenwärtig wird sie zum Beispiel verwendet, um die Drehbewegung in einem Automotor zu übertragen. Die Kurbel befindet sich normalerweise am Rand des Spinnrades. Wenn sich das Rad dreht, bewirkt die angebrachte Kurbel eine Bewegung (zum Beispiel eines Kolbens) in einer bestimmten Konstruktion hin und her. In ähnlicher Weise ändert sich die Bewegung der Beine auf den Pedalen des Fahrrades hin und her zu der Drehbewegung des Fahrradrades. In fast alle Motorsägen sind zum Beispiel auch Kurbelwellen eingebaut, früher auch oft noch in mechanischen.

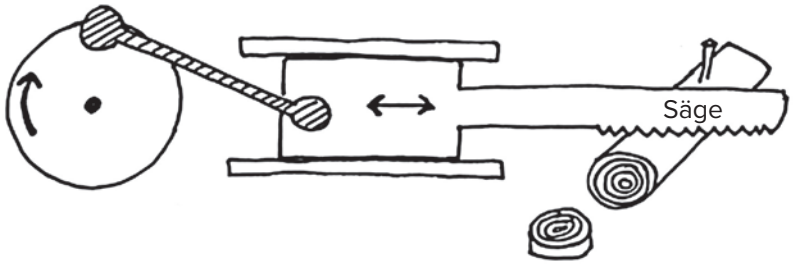


Abbildung 34: Säge

Die entgegengesetzte Veränderung der Bewegung, von der Bewegung des Dampfkolbens zu einer Drehbewegung der Räder hin, verwendeten die Dampflokomotiven. Durch Erhitzen des Wassers gab es einen Wasserdampf, der den Kolben drückte und das Rad bewegte. In der extrudierten Position des Kolbens entwich der Dampf, der Kolben kehrte zurück und der Zyklus konnte sich wiederholen.

Klinke und ihre Verwendung

Bei der Konstruktion verschiedener Geräte müssen wir manchmal die Maschine oder Teile davon in nur eine Richtung bewegen, z. B. auf Drehkreuzen, die sich nicht zurückbewegen dürfen. In der Regel wird bei diesen Geräten eine sogenannte Klinke verwendet. **Die Klinke ist ein am Zahnrad befestigter Hebel, dessen Ende in die Zähne des Zahnrads eingreift, so dass beim Versuch, das Rad in die falsche Richtung zu drehen, eine Bewegung verhindert wird (Arretierung).** Das Zahnrad selbst hat Zähne, die an die Klinke angepasst sind (schräg mit Neigung). **Wir nennen dieses Zahnrad auch das Klinkenrad.**

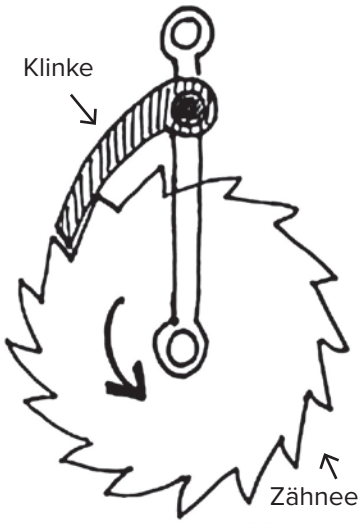


Abbildung 35: Klinke und Klinkenrad

Der häufigste Gebrauch dieser Arretierungen, die fast wie Widerhaken funktionieren ist, sie in Jagdmessern und Jagdpfeilen einzubauen, damit die sich leichter in weichem Gewebe festhaken können. Einfache Klinken kommen natürlich auch in der Natur vor. Raubfische, wie zum Beispiel ein Hecht, haben auch nach hinten gekrümmte Zähne, um ein Verrutschen der ergatterten Beute aus ihrem Maul zu verhindern. Klinken werden auch an den Stacheln von Bienen gefunden. Wenn die Biene in weiches Gewebe sticht (Haut zum Beispiel) bleibt der Stachel durch seine Widerhaken darin stecken. Leider reißt er der Biene dadurch ihren ganzen Unterleib auf und wenige Stunden später stirbt sie an diesen Verletzungen.

Klinken werden beispielsweise auch in Pendeluhren verwendet, um die Zahnräder zu schieben. Während das Pendel hin und her schwingt und die Zeiger in eine Richtung in der Uhr bewegt werden müssen, braucht es eine Klinke, die bei der Rückkehr des Pendels die Drehung des Klinkenrades und der damit verbundenen Zahnräder verhindert. Die Klinke wird auch **an Rollläden, aber auch an Sicherheitsgurten in Autos** verwendet. Der Sicherheitsgurtmechanismus ist etwas komplizierter, weil der Anschlag der Gurtbewegung nur im Crashfall aktiviert werden muss. Normalerweise wird ein Gewicht auf die Klinke gelegt. Das Gewicht bewegt sich vorwärts, wenn der Wagen schnell stoppt und aktiviert die Klinke.

Kombinationen von einfachen Maschinen

Viele Geräte arbeiten mit einer Kombination aus zwei oder mehreren dieser einfachen Maschinen. Beispiele für solche Werkzeuge sind beispielsweise Scheren. Während die Klinge nach dem Keilprinzip arbeitet (Scherenblätter vorne spitz, hinten breiter), verwendet man die Griffe nach dem Hebelprinzip. **Der Rasenmäher** verwendet die Kombination des Keils (der Klinge), des Rades und der Achse, an der die Klingen angeschlossen sind. Es gibt noch einer Menge anderer Maschinen die eigentlich aus mehreren einfachen mechanischen Funktionsweisen abgeleitet worden sind. Sogar sehr komplizierte Maschinen können im Prinzip in eine Gruppe von einfachen Maschinen zerlegt werden, die zusammenwirken, um den resultierenden Effekt zu erzeugen.

Rube-Goldberg-Maschine

Rube Goldberg lebte zwischen 1883 und 1970, und er wurde berühmt für sein **komplexes System von einfachen Maschinen, mit welchem er am Ende ganz einfache Tätigkeiten ausführen konnte, zum Beispiel einen Vogel aus seinem Käfig lassen**. Es werden regelmäßig Wettbewerbe organisiert, bei denen es darum geht, die beste sogenannte Rube-Goldberg-Maschine zu entwerfen und zu bauen. Das Wettbewerbsprinzip besteht beispielsweise darin, das Licht oder den Toaster auf die interessanteste und innovativste Art und Weise mit einer Kombination verschiedener Eintaktmaschinen einzuschalten.

Abbildung 36: Rube-Goldberg-Maschine

Der Bau von Rube Goldberg-Maschinen erfordert keine Kenntnisse der komplexen Maschinenbedienung. Daher ist es eine interessante Frage, inwiefern die naturwissenschaftlichen und technischen Kompetenzen in der Grundschule auch durch die Konstruktion einer solchen Maschine, oder zumindest durch das Nachdenken darüber, verbessert werden könnte.

3. METHODISCHE LEITLINIEN FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

3.1 Bewegung von Objekten durch Kraftwirkung

Diese Aufgabenreihe konzentriert sich auf die Bewegung verschiedener Objekte in verschiedenen Situationen. Die grundlegende Idee ist, dass sich Objekte mit unterschiedlichen Kräften bewegen, und wenn wir ihre Bewegung ändern wollen, ist es notwendig, auf das Objekt mit der Kraft einzuwirken oder die Krafteinwirkung zu verändern.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- grüner und roter Buntstift, Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer diskutieren mit Schülerinnen und Schülern über die verschiedenen mechanischen Bewegungen, die im Klassenzimmer beobachtet werden können. Sie können diese aufschreiben und darüber nachdenken, was die beobachteten Bewegungen verursacht. Der Auftrag ist, wenn möglich die Ausgangspunkte der Bewegungen und Kräfte zu benennen. Lehrerinnen oder Lehrer stellen die Frage, *ob sich die Körper von alleine bewegen und ob bei jeder Bewegung die Aktion eines anderen Körpers oder einer Kraft zu erkennen ist*. Um die Diskussion auf bestimmte Phänomene zu fokussieren und die Ergebnisse der Diskussion zu verallgemeinern, kann die Aufmerksamkeit auf die Grafik im ersten Arbeitsauftrag des Arbeitsblattes für Schülerinnen und Schüler gerichtet werden. In beiden Bildern befindet sich ein Flugzeug, und, in der Luft freischwebend, ein Fallschirmspringer. Während auf dem ersten Bild der Fallschirmjäger noch einen geschlossenen Fallschirm hat, ist er auf dem zweiten Bild offen. Zunächst dürfen die Kinder mit grünen Pfeilen einzeichnen, in welcher Richtung sich die Körper am Himmel bewegen.

In der vorweggegangenen Diskussion wurde festgestellt, dass jede Bewegung verursacht werden muss, bevor sie passiert. Die nächste Aufgabe der Schülerinnen und Schüler wird sein, die Quelle der Kraft zu identifizieren, die die Bewegung verursacht. Sie versuchen, die Kräfte die auf die einzelnen Körper wirken und Bewegungen verursachen in den Bildern zu benennen und in die Tabelle unter den Bildern einzutragen.

Die Idee ist es, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass die Bewegung immer verursacht werden muss. Eine andere Aufgabe besteht darin, festzustellen, ob Kräfte vorhanden sind, die gegen diejenigen wirken, die eine Bewegung eines Körpers verursachen. Wenn dies der Fall ist, besteht die Aufgabe der Kinder darin, sie mit dem roten Pfeil auf dem Bild zu einzuzeichnen.

Es ist interessant, mit Kindern nicht nur darüber zu diskutieren, wohin sich die Körper bewegen und dementsprechend die Richtung mit den Pfeilen anzugeben, sondern auch darüber nachzudenken, welche Kraft stärker ist, wenn auch in die entgegengesetzte Richtung eine Kraft wirkt. Es ist auch ratsam, auf die Bewegungsgeschwindigkeit der Fallschirmjäger in beiden Bildern aufmerksam zu machen und den Schülerinnen und Schülern näher zu bringen, was den Fall von Objekten verlangsamen kann.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Bleistift, Klebeband, Faden, Klammer

Arbeitsvorgang:

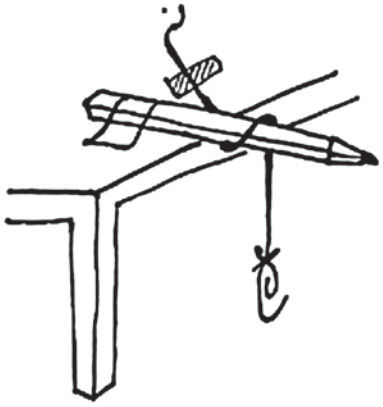


Abbildung 37: Einfaches Pendel

Dieser Arbeitsauftrag sollte anschließend an den ersten ausgegeben werden, damit sich die Kinder schon etwas vorbereiten konnten. In der vorherigen Aufgabe haben sie darüber nachgedacht, was die Bewegung der verschiedenen Körper verursacht, in dieser Aufgabe werden sie die Bewegung selbst erforschen. Die Lehrkraft stellt den ihnen ein einfaches Pendel in Gruppen zur Verfügung oder begleitet die Kinder dabei selbst eines zu konstruieren (siehe Abbildung). Das Pendel soll dann in seinen Bewegungen beobachtet werden.

Basierend auf dem, was aus Aufgabe 1 gelernt wurde, versuchen die Schülerinnen und Schüler nun, die Richtung der Kraft, die auf die Gewichte wirkt, einzuzeichnen und zu erklären, was bewirkt, dass das Gewicht schwingt. Die Kinder beobachten, wann das Gewicht beschleunigt und verlangsamt wird und versuchen dann zu erklären, was die Beschleunigung und den Bremsvorgang verursacht.

Die Lehrkraft vermittelt, dass auch für Beschleunigung oder einen Bremsvorgang Kräfte gebraucht werden. Denn die Schülerinnen und Schüler sollen feststellen, dass die Beschleunigung und sogar die Verlangsamung des Gewichtes durch die Gravitationskraft verursacht werden, die konstant auf alle Objekte einwirkt.

Aufgaben 3 – 6 (Anweisungen)
Während die Kinder die Funktionsweise des Pendels untersuchen, schlägt die Lehrerin oder der Lehrer vor, herauszufinden, wie das Pendel schneller oder langsamer schwingen kann. Entweder wird er sofort die Forschungsfragen vorschlagen (Aufgaben 3, 4, 5 und 6), oder zuerst besprechen, was am Pendel verändert werden müsste, um es schneller oder langsamer schwingen zu lassen. Schließlich sollte die Diskussion zur Bearbeitung von Forschungsfragen führen, wie in den Aufgaben 3 - 6 beschrieben. Die Forschungsfragen in den Aufgaben 3-6 haben einen ähnlichen Charakter, aber sie untersuchen andere Variablen, die die Funktionsweisen des Pendels beeinflussen können. Die Klasse teilt sich am besten in Gruppen auf, wobei jede Gruppe den Effekt einer anderen Variablen auf die Schwingungsgeschwindigkeit untersuchen darf. Wichtig ist jedoch, dass jede Schülerin und jeder Schüler das Ergebnis aller anderen Gruppen kennen. Dies kann durch gemeinsames Zusammentragen der Ergebnisse realisiert werden.

Die Kinder können also selbst herausfinden, dass nur die Länge des Fadens die Schwinggeschwindigkeit des Pendels beeinflusst, das Gewicht und die Höhe, aus der das Pendel ausgelöst wird, beeinflusst die Schwinggeschwindigkeit nicht. Zum Teil kann die Geschwindigkeit des Pendels auch durch das Gewicht beeinflusst werden, denn je größer das Gewicht flächenmäßig ist, desto größer ist auch sein Luftwiderstand. Damit die Schülerinnen und Schüler diese Differenz bemerken können, müssten sie ein Pendel mit verschiedenen Gewichten, die einen großen Volumenunterschied (Größe) haben, untersuchen. Unter den Bedingungen, unter denen das Pendel hier untersucht wird, ist die korrekte Schlussfolgerung, dass die Größe des Pendels seine Schwingungsgeschwindigkeit nicht beeinflusst.

Bevor die Klasse das Pendel mit seinen Eigenschaften untersuchen darf, ist es wichtig, Hypothesen aufzustellen, die der Lehrer am besten an die Tafel schreibt. Dies ist auch hilfreich um allen Schülerinnen und Schülern das Ziel des Experiments näher zu bringen. Es können vier verschiedene Fragen nach dem Einfluss des Gewichts, des Aufhänge Punktes, der Stärke des Impulses mit dem das Pendel angestoßen wird und nach dem Einfluss der Länge des Fadens gestellt werden. So können Schülerinnen und Schüler sich einzeln für jeweils eine Frage entscheiden, die sie dann in der Gruppe mit den anderen, die sich für dieselbe Fragen entschieden haben, beantworten können. Es können auch Vorschläge über weitere Hypothesen von den Schülern angenommen werden. Die Hypothesen werden vor dem Experiment nicht bewertet, sondern danach lediglich als bestätigt oder nicht bestätigt befunden.

Wenn die Lehrkraft genug Zeit hat, dürfen die Schüler in Gruppen darüber sprechen, wie man auf wissenschaftliche Art und Weise unterscheiden kann, ob ein Pendel schneller schwingt oder nicht (Wie viele Schwingungen pro Minute/Stoppuhr).

Wenn weniger Zeit hat zu Verfügung steht kann das Verfahren direkt vorgeschlagen werden. Damit die Gruppen ihre Ergebnisse mit denen der anderen vergleichen können, ist es wichtig, einen spezifischen Zeitraum zu bestimmen, für den die Anzahl der Pendelschwingungen gemessen wird. Da das Pendel relativ schnell schwingen kann, ist es ratsam, die Bewegung des Gewichtes von rechts nach links und wieder nach rechts als eine Schwingung zu zählen.

Außerdem ist wichtig, dass das Pendel immer aus ungefähr gleicher Höhe mit derselben Intensität angestoßen wird.

Für die Glaubwürdigkeit des Messergebnisses ist es ratsam, die Schüler anzuweisen, die Messung für jedes der Pendel dreimal zu wiederholen. Wenn sich einige Messungen stark von den anderen unterscheiden, berücksichtigen sie das Ergebnis bei der Schlussfolgerung nicht oder sie wiederholen die Messung, bis sie dieselben (ähnlichen) Ergebnisse durch Multiplikation erhalten. Auf diese Weise lernen die Kinder die Präzision, die zur wissenschaftlichen Arbeit gehört.

Die Schüler tragen im Arbeitsblatt die Anzahl der Schwingungen für den angegebenen Zeitraum ein Die durchschnittliche Anzahl der Schwingungen (nicht durch Berechnung des arithmetischen Mittels, sondern durch Schätzung der drei Messungen für ein Pendel) wird durch die Schülerinnen und Schüler im Diagramm gezeigt, um den eventuellen Unterschied hervorzuheben. Folglich besteht die Aufgabe der Schüler darin, **auf der Grundlage der im Diagramm dargestellten Ergebnisse eine Schlussfolgerung zu erstellen**, die die Beurteilung der Annahmen und die Beantwortung einer Forschungsfrage beinhaltet. Die Bezugnahme auf empirische Daten (Messwerte) ist sehr wichtig (angesichts der Entwicklung von Big Ideas über Wissenschaft).

Arbeitsauftrag 3a

Hilfsmittel:

- 2 Pendel mit unterschiedlich langem Faden

Arbeitsvorgang:

Das Ziel der Aufgabe ist, zu bestimmen, ob die Geschwindigkeit der Pendelschwingung von der Länge des Fadens abhängt. Die Schülerinnen und Schüler betrachten die folgenden Annahmen:

- Ich denke beide Pendel werden gleich schnell schwingen.
- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn das Gewicht an einem längeren Faden hängt.
- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn das Gewicht an einem kürzeren Faden hängt.

Sie überprüfen die Annahmen, zeichnen die Ergebnisse im Diagramm (siehe Arbeitsblatt) auf und werten die Forschungsfrage anhand der gemessenen Messdaten aus. Beim Erstellen eines Diagramms hilft die Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern, so dass sie verstehen, wie die Zahlen in die grafische Ansicht übertragen werden. Die Kinder malen den Teil der Säule farbig an, in dem der Messwert für das gegebene Pendel beschrieben wurde.

Arbeitsauftrag 3b

Hilfsmittel:

- 4 Pendel mit unterschiedlich langem Faden (10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm)

Arbeitsvorgang:

Damit die Schülerinnen und Schüler die grafische Darstellung der Messergebnisse üben können, lösen sie Aufgabe 3b. Ihre Aufgabe der Schüler besteht darin, vier Pendel mit unterschiedlichen Fadenlängen, genau wie im Diagramm dargestellt, zu erstellen. Wenn sie bereits ein Messergebnis mit einer bestimmten Länge des Fadens haben, müssen sie es nicht wiederholen, die Ergebnisse übertragen und zu den anderen Daten hinzugefügt. Auf diese Weise erhalten sie mehrere Ergebnisse im Zusammenhang mit dem untersuchten Phänomen. Das Diagramm sollte zeigen, wie die Anzahl der Schwingungen mit dem Verlängern des Fadens am Pendel abnimmt.

! Es kann passieren, dass die individuellen Ergebnisse für Pendel mit der gleichen Länge des Fadens in verschiedenen Gruppen variieren. Wenn sie sich stärker unterscheiden, ist dies wahrscheinlich auf Messunsicherheit und / oder andere Arten von Messfehlern zurückzuführen. Es ist gut, solche Unterschiede aufzuzeigen und gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern herauszufinden, was den Unterschied der Ergebnisse verursacht hat. In diesem Fall wird zusammen besprochen, wie die Messungen durchgeführt wurden und was anders gemacht wurde und was den Unterschied in den gemessenen Oszillationszahlen verursacht hat. Wenn es nicht möglich ist, den Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse zu identifizieren, ist es ratsam, eine Messung einfach zu wiederholen.

Abschließend wird die Lehrerin oder der Lehrer die Schüler und Schülerinnen fragen, ob die Ergebnisse der Forschung in Aufgabe 3b mit den Ergebnissen der dritten Aufgabe übereinstimmen, d. h. ob diese Ergebnisse bestätigen, was sie in der vorherigen Überprüfung gefunden haben.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- 2 Pendel mit unterschiedlichen Gewichten (z. B. Knete)

Arbeitsvorgang:

Ziel der Aufgabe ist es, festzustellen, ob die Geschwindigkeit der Pendelschwingung vom verwendeten Gewicht abhängt. Die Schüler betrachten die folgenden Annahmen:

- Ich denke beide Pendel werden gleich schnell schwingen.
- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn es schwerer ist.
- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn es leichter ist.

Es muss sichergestellt werden, dass die einzige Variable, die in zwei Messungen (Kontrolle und experimentell) variiert wird, das Gewicht ist. Dies bedeutet, dass es notwendig ist, den gleichen Ständer, die gleiche Länge der Schnur und das gleiche Gewicht (Volumen) derselben Form, vorzugsweise die Kugel, zu verwenden. Die Lehrkraft weist darauf hin und bittet die Schüler, herauszufinden, wie man zwei Pendelgewichte konstruiert, die gleich groß sind, die gleiche Form, aber unterschiedliche Massen haben. Am einfachste ist die Verwendung von Knete. Zum Beispiel wird ein Ball aus Knete schwerer, indem ein Teil der Knete durch eine Metallkugel ersetzt wird, um die herum noch etwas Knete gedrückt wird. In gleicher Weise ist es möglich, leichtere Bälle zu erhalten, wenn ein Teil der Knete beispielsweise durch Styropor ersetzt wird. Wahlweise ist es möglich, eine Styroporkugel und eine zweite, gleich große, aus Knete zu verwenden.

Dann messen die Schülerinnen und Schüler in Gruppen die Anzahl der Schwingungen für das leichtere und schwerere Pendel und schreiben die Ergebnisse in numerischer Form auf. Danach erstellen sie aus den Zahlenwerten ein Diagramm. Anhand des Diagramms schaffen sie eine Schlussfolgerung und beantworten die Forschungsfrage. Sie werden jedoch herausfinden, dass in diesem Fall die Geschwindigkeit der Pendelschwingung nicht vom Gewicht abhängt.

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- 2 Pendel mit unterschiedlichen Gewichten gleichen Gewichts

Arbeitsvorgang:

Ziel der Aufgabe ist es, festzustellen, ob die Geschwindigkeit der Pendelschwingung von der verwendeten Größe des Pendels abhängt. Die Schülerinnen und Schüler betrachten die folgenden Annahmen:

- Ich denke beide Pendel werden gleich schnell schwingen.

- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn es größer ist.
- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn es kleiner ist.

Verglichen mit der vorherigen Aufgabe geht es hier darum, den Effekt der Veränderung des Volumens auf die Oszillationsgeschwindigkeit des Pendels zu beobachten. Unter anderem schafft dies eine bessere Vorstellung vom Unterschied zwischen Volumen und Gewicht. Wie in der vorherigen Aufgabe, ist es auch hier angemessen, zu überlegen, wie zwei Gewichte gebaut werden können, die gleich schwer, aber unterschiedlich groß sein werden. Es ist wichtig, darauf aufmerksam zu machen, dass sie auch die gleiche Form haben müssen. Es ist hier ratsam, verschiedene Materialien zu verwenden, wie zum Beispiel einen Tischtennisball, den die Kinder auf eine Wage legen und mit dem gleichen Gewicht aus Knete ausgleichen. Aus der abgewogenen Knete machen sie dann den Ball so, dass beide Gewichte die gleiche Form haben. Alternativ können eine Knete Kugel und zum Vergleich eine größere hohle Plastikkugel mit derselben Masse verwendet werden. Es ist jedoch wichtig sicherzustellen, dass der Größenunterschied der zu untersuchenden Gewichte groß genug ist, damit die Untersuchung ein eindeutiges Ergebnis liefern kann.

Dann messen die Schülerinnen und Schüler die Anzahl der Schwingungen für das schwerere und leichtere Pendel und schreiben die Ergebnisse in numerischer Form auf. Sie erstellen dann ein Diagramm aus den numerischen Werten. Anhand des Diagramms erstellen sie ihre Schlussfolgerung und beantworten die Forschungsfrage.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- Pendel

Arbeitsvorgang:

Das Ziel der Aufgabe besteht darin, zu bestimmen, ob die Schwingungsgeschwindigkeit von der Höhe des Pendels abhängt. Die Schülerinnen und Schüler betrachten die folgenden Annahmen:

- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn ich es aus einer niedrigeren Höhe loslasse.
- Ich denke, das Pendel wird schneller schwingen, wenn ich es aus einer größeren Höhe loslasse.
- Ich denke beide Pendel werden gleich schnell schwingen.

Sie überprüfen die Annahmen, zeichnen die Ergebnisse im Diagramm auf und werten die Forschungsfrage anhand der gemessenen Messdaten aus. Sie finden, dass die Schwingungsgeschwindigkeit des Pendels nicht von der Höhe abhängt, bei der das Gewicht ausgelöst wird.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Werkzeuge zur Herstellung eines Pendels vorgeschlagen von Schülerinnen und Schülern

Arbeitsvorgang:

In den vorherigen Aufgaben (1 – 6) haben die Schülerinnen und Schüler untersucht, was die Bewegung des Pendels beeinflusst. Es ist ratsam, die allgemeine Schlussfolgerung zu diskutieren. Es sollen klare allgemeine Fragen zum Thema Pendeleigenschaften nochmals beantwortet und wiederholt werden. Bei der Schlussfolgerung sollte sich auf die Messdaten bezogen werden, die in den Tabellen für die einzelnen Aufgaben notiert wurden. Fundierte Schlussfolgerungen zu erstellen ist für die Entwicklung eines gedanklichen Konzepts für wissenschaftliche Arbeitsvorgänge essentiell und kann hier sehr gut erlernt werden.

Folglich kann der Lehrer oder die Lehrerin eine Situation schaffen, die die Verwertung der erworbenen Informationen aus den Experimenten zu aktiven Denkprozessen zur Folge hat. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es, ein Pendel zu konstruieren, das in einer bestimmten Art und Weise geschwungen wird, nämlich mit 30 Schlägen pro Minute. Es sollen keine unbegründeten Vermutungen erstellt werden. Es ist angemessener, wenn die Ergebnisse aus den Arbeitsanweisungen 1 – 6 genutzt werden, um eine fundierte Annahme zu erstellen. Es kann vorkommen, dass einige der Pendel, die von den Kindern während des Lösens der Arbeitsanweisungen 1 – 6 angesprochen wurden, sich genau in der erwarteten Weise in der siebten Arbeitsanweisung verhalten werden. Dann ist es ausreichend, wenn die Annahme auf den Ergebnissen beruht, die aus der Lösung der gegebenen Arbeitsanweisung erhalten werden. Grundsätzlich ist es die Entwicklung der Fähigkeit, die gemessenen Daten zu „lesen“ und weitere Annahmen darauf zu begründen.

Als Teil der Arbeitsanweisung wird erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler das Gewicht, die Größe, die Länge und die Höhe der Pendelauslösung basierend auf ihren Erfahrungen mit den verwendeten Pendeln festlegen. Dann werden sie ihre Annahme verifizieren, indem sie die Geschwindigkeit der Pendelbewegung messen. Wenn ihre Annahmen nicht bestätigt werden, stellen sie das Pendel auf die erwartete Anzahl Schwingen ein. Beim Einstellen des Pendels beobachtet der Lehrer oder die Lehrerin, wie die Variablen auf dem Pendel geändert werden. Es kann auch nochmals auf die Ergebnisse der vorweggegangenen Arbeitsaufträge verwiesen werden, in denen festgehalten wurde, dass die einzige Variable deren Veränderung Wirkung zeigen wird, die Länge des Fadens ist.

Nach Abschluss der Pendeluntersuchung (Aufgaben 1 – 7) diskutiert der Lehrer oder die Lehrerin mit den Schülerinnen und Schülern darüber, was das Pendel zum hin und her Schwingen bringt, warum es nicht einfach nach unten fällt. Das Ziel wäre es, ein differenzierteres Gespräch über die Gravitationskraft zu führen.

Es ist auch wichtig für Kinder, zu erkennen, dass die Anziehung der Erde eine Beschleunigung der Pendelbewegung beim Herunterfallen bewirkt. Die gleiche Kraft – Schwerkraft – verursacht eine sanfte Verzögerung des Pendels, wenn es sich nach oben bewegt.

Arbeitsaufträge 8 – 15 (Anweisungen)
In diesen Arbeitsaufträgen untersuchen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Situationen, in denen Objekte aufgrund der Wirkung der Gravitation durch unterschiedliche Kräfte in verschiedene Richtungen bewegt werden. Es ist ratsam, vorher ein Gespräch darüber zu führen, wie, wann und warum die Gravitationskraft überhaupt wirkt. Sinnvoll ist auch, anhand verschiedener Fallbeispiele, zum Beispiel auch aus den Experimenten und deren Daten, herauszufinden, in welcher Art diese Kraft auf jeden der einzelnen Körper wirkt.

Angesichts der Tatsache, dass diese Arbeitsanweisungen für Grundschülerinnen und Grundschüler sind, kann noch nicht erwarten, dass sie die Zusammensetzung der einzelnen Kräfte verstehen, für die diese Aktivitäten prädisponierende Ideen schaffen. Daher ist es nicht Aufgabe des/r Lehrerenden, das Phänomen zu erklären, das die Schülerinnen und Schüler in diesem Zusammenhang beobachten. Es genügt, die Aufmerksamkeit auf die Erkenntnis zu lenken, dass die Gravitationskraft konstant auf jedes Objekt wirkt, sei es in Ruhe oder in Bewegung.

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- Schleuder, Styroporkugel, Stoppuhr

Arbeitsvorgang:

Für Arbeitsauftrag 8 ist es sinnvoll, eine Kontextsituation zu erschaffen. Zum Beispiel kann darüber gesprochen werden, wie ein Ball geworfen werden kann und wovon es abhängt, wie weit der Ball fliegt. Es richtet die Aufmerksamkeit auf die Tatsache, dass jemand einen Ball sehr weit wegwerfen kann, andere, im Gegenteil, nur relativ nahe. Ziel ist es, die ausgewählten Eigenschaften der Situation (Variablen) zu identifizieren, die später untersucht werden können. Zum Beispiel ist es möglich, die Tatsache zu diskutieren, dass die leichte Kugel weiter geworfen werden kann, weil wir mehr Kraft für die schwere benötigen würden. Außerdem ist es wichtig, wie wir den Ball wegwerfen, in welcher Richtung usw. Selbst die gleiche Person wird nicht in der Lage sein, den Ball immer gleich zu werfen, also empfiehlt der/die Lehrende, die Bälle mit einer Schleuder zu werfen.

! In der Klasse ist es sicherer Styroporbälle oder andere leichte oder weiche Materialien zu verwenden. Es ist nicht angemessen, diese Aktivität in einem kleinen Raum auszuführen, da sogar weiche Objekte, die durch eine stärkere Schleuder geschossen werden, aus einem geringeren Abstand schmerzhaft sein können, wenn man sie abbekommt.

Zunächst bittet die Lehrerin oder der Lehrer die Klasse vier verschiedenen Möglichkeiten, die Bälle mit einer Schleuder abzufeuern (Aufgabe 8), zu nennen. Die vier Möglichkeiten sollen so sortiert werden, wie die Schülerinnen und Schüler annehmen, dass die Reihenfolge der Wurfweite sein wird. Der Ball, der am kürzesten fliegt, ist Möglichkeit Nr.1 usw. Die Zeiträume, in bis die Kugeln auf den Boden fallen, können mit der Stoppuhr gemessen, und dann einfach verglichen werden. Im zweiten Fall ist es notwendig, alle Kugeln gleichzeitig abzuschießen (wird von vier Kindern gleichzeitig durchgeführt). In jedem Fall ist es wichtig zu vereinbaren, wie stark die Schleuder nach hinten gezogen wird. so dass es nicht passieren kann, dass eine der Kugeln mehr Energie erhält, um sich zu bewegen, wenn sie geschossen wird..

! Ziel ist es, die Erkenntnis zu gewinnen, dass die Bewegung der Kugel am schnellsten ist, wenn sie in die gleiche Richtung wie die Gravitation bewegt wird. Wenn wir jedoch genau in die entgegengesetzte Richtung wirken, verlangsamt sich die Bewegung des Balles. Dies bedeutet, dass ein jeder Ball irgendwann fallen wird. Gut wäre, in Bildern zu erfassen wie die Bälle sich verhalten und sie mit der Wirkungsrichtung der Kraft zu vergleichen, die der Ball durch die Schleuder erfährt. Anschließend formulieren die Schülerinnen und Schüler eine Schlussfolgerung, in welcher Richtung sie den Ball so lange wie möglich in der Luft halten können.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- Schleuder, Styroporkugel, Maßband

Arbeitsvorgang:

Während in Arbeitsauftrag 8 untersucht wurde, wie der Ball so lange wie möglich in der Luft gehalten werden kann, konzentriert sich die neunte Aufgabe darauf, zu erforschen, wie der Ball so weit wie möglich vom Wurfpunkt entfernt aufkommen kann. Obwohl es auf den ersten Blick erscheint, als wäre es dasselbe Experiment, kommt es hierbei eher darauf an, den Ball möglichst flach und weit zu schießen. Den Schülerinnen und Schülern wird nämlich auffallen, dass ein Ball der sehr lange in der Luft bleibt, wenn er zum Beispiel sehr weit nach oben geschossen wurde, nur eine sehr geringe Weite zurücklegen kann.

Wiederum bittet die Lehrerin oder der Lehrer zuerst um verschiedene Hypothesen. Die Situationen sind dieselben, wie in der vorherigen Aufgabe. Relativ einfach ist die Annahme des Aufpralls in den letzten beiden Situationen (C und D) – wenn wir auf den Ball in Richtung der Gravitationskraft (nach unten) oder in die genau entgegengesetzte Richtung einwirken. Es ist jedoch interessant, mit den Schülern zu besprechen, ob es notwendig ist, den Ball mehr oder weniger horizontal und parallel zur Erdoberfläche (d. h. orthogonal zur Wirkung der Gravitation) oder schräg nach oben zu schießen. Um durch die Durchführung der Aktivitäten eine Idee von der Bewegung eines Körpers, durch die Einwirkung mehrerer Kräfte, zu entwickeln ist eine Nachbesprechung empfehlenswert, in der alle offenen Fragen geklärt werden können.

Die Schülerinnen und Schüler werden ihre Annahmen überprüfen und das Ergebnis auf der Grundlage der erhaltenen Daten formulieren. Da die Schlagweite des Objekts nicht direkt vom Schusswinkel des Objekts abhängt (siehe Abbildung auf Arbeitsblatt für die nächste Aufgabe), ist es bei dieser Aufgabe ratsam, dafür zu sorgen, dass die Schüler einen Ball aus der Schleuder mit maximal 45° abschießen. Wenn wir zum Beispiel einen Ball in einem Winkel von 20° oder 70° abschießen, fällt er, wie in der Abbildung gezeigt, auf die gleiche Stelle.

Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- 2 Zeichnungen, Klebeband / Kleber, Schnur, Gewicht (z. B. Knete)

Arbeitsvorgang:

Bei früheren und nachfolgenden Aufgaben soll daran erinnert werden, dass, obwohl der Begriff „Winkel“ verwendet wird, es für die praktische Umsetzung der Untersuchung nicht notwendig ist, den Begriff einzuführen. Es genügt, mit den Schülerinnen und Schülern im Sinne des unterschiedlichen schrägen Abfeuerns der Kugeln aus der Schleuder zu diskutieren. Aus diesem Grund ist es nicht angemessen, echte Winkelmesser in der Aktivität zu verwenden, es können auch provisorische Messgeräte selbstgebaut werden.

Da wir eine bereits aufgeschriebene Skala haben (unten), können wir diese mit den Schülerinnen und Schülern in der Aktivität als ein Werkzeug für die Unterstützung der Untersuchung verstehen. Daher ist es gut, sich zuerst der Konstruktion dieser Grafik und seiner Verwendung zu widmen, damit die Schüler die Bedeutung verstehen. Sobald eine Forschungsfrage gestellt wird (*Wie schräg muss der Ball geschossen werden, damit er so weit wie möglich fliegt?*), diskutiert die Lehrerin oder der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern, wie der optimale Winkel am besten gemessen werden kann. Angesichts der Entwicklung eines Wissenschaftsprozesses ist es wichtig, dass Raum bleibt um eigene Verfahren zu entwerfen. Wenn eine der Ideen ausreichend durchdacht ist, kann sie auch verwendet werden.

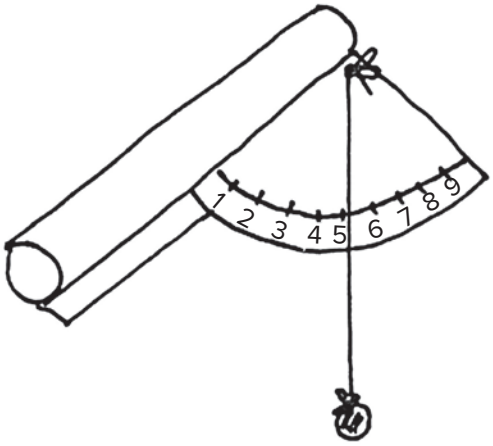


Abbildung 38: Instrument zur Messung des Winkels des Abschusses von Objekten

Wenn die Schülerinnen und Schüler keinen eigenen Vorschlag haben, kann der Lehrer oder die Lehrerin die Erstellung eines vereinfachten Instrumentes zur Messung des Winkels zum Abwerfen der Objekte vorschlagen. Zuerst wird aus einem dicken Papier ein Viertelkreis herausgeschnitten, an dessen Rand in regelmäßigen Abständen die Zahlen von 1 bis 8 aufgetragen worden sind (wie von 10° bis 90°, also im rechten Winkel). Es ist am besten, wenn die Lehrerin oder der Lehrer diese Viertelkreise für die Schülerinnen und Schüler vorbereitet, so dass die regelmäßigen Striche der gemessenen Winkel bereits zur Verfügung stehen. Alternativ kann in der Klasse auch eine Vorlage zum Zeichnen der Skala ausgeteilt werden. Ein neues Papier kann nun eng eingerollt und daran die Winkelskala fixiert werden. In der Ecke des Winkelmessers wird ein Loch gemacht und ein Faden mit kleinem Gewicht daran festgebunden. Die Schnur ist der Richtungsanzeiger. Die Schüler können ein Objekt betrachten und den Winkel bestimmen, mit dem sie (wie schräg) schießen, wenn sie mit dem Gewicht zielen.

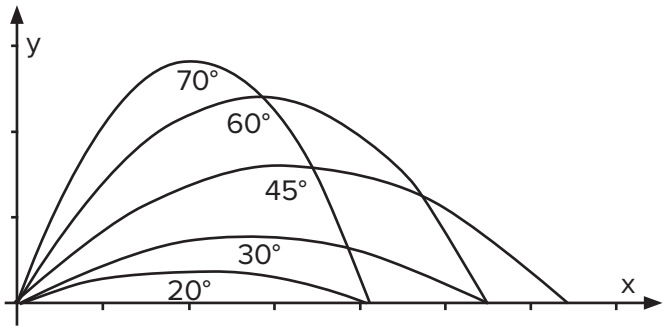


Abbildung 39: Objekteinfalldiagramm

Wenn die Schüler mit der Verwendung des Richtungsmessers vertraut sind, können sie eine Forschungsfrage beantworten: *Wie schräg muss der Ball gefeuert werden, damit er so weit wie möglich fliegt?* Für die Entwicklung von Ideen über Wissenschaft ist es jedoch wichtig, die Schülerinnen und Schüler überprüfen zu lassen, ob das Diagramm in Arbeitsauftrag 10 wirklich auch zeigt, wohin die Objekte fallen, wenn wir sie in verschiedene Richtungen werfen. Der Arbeitsauftrag führt dazu, dass die Informationen aus dem Diagramm zu abgelesen und interpretiert werden. Die Daten im Diagramm sind in Graden angegeben, es ist sehr einfach, diese Grade in Zahlen auf einer eigenen Skala zu konvertieren (z. B. 20° = 2; 30° = 3, 90° = 9, usw.).

Um die Untersuchung durchzuführen, können die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Tabelle von Messdaten erstellen. Absichtlich ist diese jedoch im Arbeitsauftrag für die Schülerinnen und Schüler nicht erwähnt worden, denn in vielen der vorherigen Arbeitsaufträgen waren Beispiele für Tabellen enthalten, um Datensätze aus der Untersuchung zu systematisieren, und in dieser Aufgabe sollten sie versuchen, ihre eigene Tabelle zu erstellen, um die Bedeutung der Tabellenerstellung besser zu verstehen. Es empfiehlt sich, jede Messung mehrmals zu wiederholen oder Daten von mehreren Gruppen auszutauschen. Auf der Grundlage dieser Daten wird versucht eine Schlussfolgerung zu ziehen, um die Forschungsfrage zu beantworten. Die offenen Fragen: *macht es einen Unterschied woher das Objekt fällt oder wie schräg man den Ball schießt? Stimmen die gemessenen Daten mit dem Diagramm überein?* Die grundlegende Schlussfolgerung soll sein, dass die Entfernung zunimmt, wenn wir das Objekt flacher schießen.

Arbeitsauftrag 11

Hilfsmittel:

- Schleuder, Styroporkugel, Messegerät aus der vorherigen Aufgabe, Lineal

Arbeitsvorgang:

In den vorherigen drei Arbeitsaufträgen haben die Schülerinnen und Schüler untersuchen dürfen, wie die Richtung des Abschusses von Objekten ihren Fall auf den Boden beeinflusst. In diesem Arbeitsauftrag werden sie die Kraft verändern, mit der das Objekt geschossen wird, und beobachten, welche Wirkung es auf Wurfweite hat. Zuerst diskutiert die Lehrkraft mit der Klasse, was sie bereits gelernt haben und wie man einen Ball wirft, um eine möglichst lange Flugbahn zu haben. Die Schülerinnen und Schüler können sich hierbei auf die Daten der früheren Arbeitsaufträge beziehen und angeben, wie der Ball geworfen wurde. Es wird die Fragen nach weiteren veränderbaren Parametern des Experiments gestellt und falls die Klasse nicht eigenständig auf eine Idee kommt, kann die Lehrerin oder der Lehrer vorschlagen, dass die aufgewendete Kraft, die es braucht um den Gummi der Schleuder zu dehnen, auch variabel ist. Davon abgeleitet kann das nächste Experiment begonnen werden, bei dem die Schülerinnen und Schüler vier Messungen mit unterschiedlich gedehntem Spanngummi in der Schleuder durchführen. Ziel der Aufgabe ist es, die Ergebnisse in Form von Zahlen anzugeben und zu lernen, die Schlussfolgerungen aus den gemessenen Werten schrittweise abzuleiten.

Aus den vorangegangenen Experimenten ist nun klar, wie man den Winkel optimal einstellt und wie der Vorgang technisch am besten funktioniert, jetzt sollte, wenn möglich nur noch die Spannung der Gummis unterschiedlich sein. Die Lehrerin oder der Lehrer kann die Schüler darin unterstützen die Dehnung des Gummis korrekt einzuschätzen und aufzuschreiben. Bei den Messungen ist es ratsam, von der kleinsten Anspannung des Gummis zur größten oder umgekehrt zu gehen, um die Ergebnisse leichter auswerten zu können. Wenn die Ergebnisse in der Tabelle ungeordnet sind, ist es schwieriger, eine Schlussfolgerung zu formulieren.

Aus den erhaltenen Daten werden die Schülerinnen und Schüler schließen können, ob die Entfernung des Aufpralls des Objekts von der Kraft, mit der das Objekt geschossen wird, abhängt. Es ist sehr wichtig, diese Schlussfolgerung allein auf die gemessenen Daten zu stützen.

Arbeitsauftrag 12

Hilfsmittel:

- Gegenstände verschiedener Formen - Kugeln, Würfel, hohle Halbkugel, großflächigeres wie z.B. etwas aus Pappe, leere Eier (das gleiche Material), Teller, Platte

Arbeitsvorgang:

Der zwölfte Arbeitsauftrag konzentriert sich auf die Untersuchung des Luftwiderstandes. Schülerinnen und Schüler versuchen herauszufinden ob verschieden geformte Objekte bei sonst gleichen Bedingungen und ähnlicher Masse verschiedenen Luftwiderstand haben. Dazu wird ein kleines Wägelchen mit Rollen auf einer Schiefen Ebene oben losgelassen. Zuerst wird bestimmt wie lange der Wagen alleine braucht bis er unten ankommt (Stoppuhr), danach werden die verschiedenen Objekte (wichtig ist, dass sie eine ähnliche Masse haben) auf den Wagen gelegt und es wird gemessen, welche Körper das Wägelchen langsamer und schneller werden lassen.

! Da es sich nicht um eine direkte Messung, sondern eher um einen Vergleich handelt, ist es wichtig, die Schülerinnen und Schüler davor zu informieren. Ein sinnvolles Vorgehen wäre, jeweils zwei Gegenstände gegeneinander „antreten“ zu lassen und die jeweiligen Gewinner (die den Wagen mehr verlangsamen), werden wieder gegeneinander getestet. Der Arbeitsauftrag beinhaltet speziell darauf ausgerichtete Tabellen, um Ergebnisse festzuhalten, die die Schülerinnen und Schüler im Vergleichsprozess dazu bringen, eine Antwort auf die identifizierte Forschungsfrage zu erarbeiten.

Die Schülerinnen und Schüler sollen durch die Untersuchung herausfinden, dass die Geschwindigkeit der Bewegung eines Objekts durch seine Form beeinflusst werden kann, zum Beispiel verlangsamt die hohle Halbkugel, die der vorderen Öffnung zugewandt ist, die Bewegung signifikant. Im Gegenteil, der Ball und das Ei (insbesondere wenn das stumpfe Ende nach vorne gedreht wird) verlangsamen das sich bewegende Objekt weniger.

Arbeitsauftrag 13

Hilfsmittel:

- Speile, Holzspachtel, Kunststofflöffel, Knete, Gummi in verschiedenen Größen, Klebeband oder Schmelzpistole

Arbeitsvorgang:

In früheren Arbeitsaufträgen wurde untersucht, wie Objekte auf den Boden fallen, wenn sie in verschiedene Richtungen und mit unterschiedlicher Kraft geschossen werden und wie der Fall auf die Form des Objekts wirkt, das geworfen wird. Die Lehrerin oder der Lehrer fasst zunächst zusammen, was bereits gelernt wurde und beginnt dann ein Gespräch darüber, wie Menschen diese Informationen in der Vergangenheit verwendet haben. Es kann auch nur an die zwölfte Aufgabe angeknüpft werden und an die historischen Waffen erinnert werden - das Katapult. Es wird dann vorgeschlagen, dass die Schülerinnen und Schüler versuchen, ihr eigenes kleines, aber funktionelles Katapultmodell zu schaffen, um die Styroporkugel zu feuern, die schon bei früheren Aufgaben verwendet wurde.

Die Lehrerin oder der Lehrer zeigt den Schülern die Werkzeuge, aus denen das Katapult gebaut wird (Holzstückchen, Wäscheklammern, Plastiklöffel, Plastilin, Gummi in verschiedenen Größen, Klebeband). Vor dem Bauen muss allerdings erst eine Zeichnung her! Also dürfen jede Schülerin und jeder Schüler die eigenen Vorstellungen erst einmal zu Papier bringen und sich überlegen, aus welchen Materialen am besten was genau gebaut wird.

Wichtig wäre, dass die bereits gewonnenen Erkenntnisse in die Planung mit einbezogen werden. Die Klasse kann entweder gemeinsam oder einzeln die Ergebnisse noch einmal durchsehen und sich überlegen, wie eine funktionelle und technisch sinnvolle Lösung für diesen Arbeitsauftrag aussehen könnte. Dies fördert auch die pragmatische Bedeutung der Naturwissenschaft (die Entwicklung der Idee von Wissenschaft, die 13. Big Idea) für Schülerinnen und Schüler, da sie einen klaren Anwendungsbereich ihrer vorher notierten Werte sehen können. In der Klasse können gegenseitig die Vorschläge vorgestellt und diskutiert werden oder die Lehrkraft gibt die Anweisung zur sofortigen Umsetzung. Die Schülerinnen und Schüler erstellen nun einen Prototyp eines Katapults nach eigenem Entwurf. Bei der Konstruktion werden sie wahrscheinlich feststellen müssen, dass nicht alles so konstruiert werden kann, wie sie es beabsichtigten, und so können sie intuitive Änderungen vornehmen. Hier geht es vor allem darum, die Teile der übergeordneten Struktur zu verbinden.

Die Schülerinnen und Schüler können den Erfolg ihrer Katapultkonstruktion testen, indem sie sich gegenseitig vergleichen und die Styroporkugel mit ihrem Katapult schießen. Das beste Katapult ist dann Gegenstand weiterer Beobachtung, denn die Kinder sollen herausfinden, was an diesem, Katapult anders konstruiert ist, d. h. warum es weiter als alle anderen werfen konnte. Auf der Basis eines Vergleichs, aber auch einer sorgfältigen Beobachtung, wie sich das Katapult beim Abfeuern von Bällen verhielt, können die Gruppen ihre Katapulte genauso einstellen und es erneut versuchen. Gerade die Veränderungen, sind die Grundlage für eine Schlussfolgerung, in der die Schülerinnen und Schüle herausfinden wollen, wie man ein Katapult baut, damit dass Wurfobjekt eine möglichst lange Flugbahn hat.

Die Aufgaben 13 und 14 können getrennt von den vorhergehenden Aufgaben (8 – 12) realisiert werden, wobei die technische Herausforderung der Katapultkonstruktion mehr oder weniger durch die intuitive Konstruktion nach der Versuch-Irrtum-Methode realisiert wird.

Arbeitsauftrag 14

Hilfsmittel:

- Katapult aus der vorherigen Aufgabe

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, anhand des Bildes in Arbeitsauftrag 13 zu diskutieren, wie die Einstellung des Katapults geändert werden kann, um den Ball näher zu bringen (Ziel 1) oder weiter (Ziel 2). An dem Katapult können wir grundsätzlich zwei Dinge ändern. Das erste ist, wie sehr wir das Katapult nach unten dehnen (Hebel) und das zweite ist, wie sehr wir das Seil ziehen, das den Arm mit dem Ball hält.

„Habt ihr weitere Möglichkeiten bemerkt?“

Um die Lösung des Arbeitsauftrages mit der Entwicklung einer wichtigen naturwissenschaftlichen Idee zu verknüpfen, ist es ratsam, mit den Schülerinnen und Schülern zu diskutieren, wie die Gravitationskräfte wirken und wie man auf den Ball wirken sollte, so, dass er auf den gewünschten Ort fällt. Praktisch kann man das überprüfen, indem die

Schülerinnen und Schüler zuerst testen, wie weit sie mit ihrem Katapult eine Styroporkugel schießen können und dann zwei Ziele voneinander, ein näheres und ein weiteres, machen und versuchen, das Katapult so einzustellen, damit es beide Ziele erreichen kann.

Arbeitsauftrag 15

Hilfsmittel:

- PET Flasche, Ofen, Düse, Papier, Schere, Kleber, Winkelmesser aus der Arbeitsauftrag 10

Arbeitsvorgang:

Was die Schülerinnen und Schüler in Arbeitsauftrag 10 gefunden und auch in Arbeitsauftrag 14 untersucht haben, kann durch Ausführen von Arbeitsauftrag 15 verifiziert werden. Es geht darum, zu erforschen, wie der Winkel, in dem wir das Objekt schießen (werfen), mit der Entfernung des Aufpralls vom Punkt des Werfens ist. Es ist auch möglich, diese Aufgabe getrennt von den Arbeitsaufträgen 10 und 14 zu implementieren. In diesem Fall besteht die Aufgabe darin, eine induktive Aussage über das untersuchte Verhältnis des Wurfwinkels und der Entfernung des Aufpralls zu treffen.

Um diese Aktivität zu erreichen, muss die Lehrerin oder der Lehrer ein einfaches Gerät zum Antreiben der Papierrakete entwerfen (siehe Abbildung aus Arbeitsauftrag 15). Durch Schütteln der PET-Flasche gelangt die extrudierte Luft bis zum Ende des Rohres in die Düse und schießt die Papierrakete, die wir auf die Düse selbst aufsetzen nach oben. Wenn wir wollen, dass die Raketen mit der bewegten Luft auskommen, ist es ratsam, eine Düse am Ende des Schlauches zu platzieren, d. h. ein sich verjüngendes Schlauchprofil, das die Luft komprimiert und dadurch ihre Bewegung beschleunigt. Das Gerät funktioniert jedoch ohne eine Düse gut. Der Lehrer stellt den Schülern zuerst das Gerät vor und erklärt, wie es zu verwenden ist. Die erste Aufgabe für die Schüler wird es sein, eine Papierrakete zu kreieren, die sie am weitesten fliegt, wenn sie sie am Ende des Schlauches anbringen und durch die Luft blasen.

Im Fall einer Papierraketenkonstruktion geht es (wie in Arbeitsauftrag 13) um eine strukturelle Herausforderung. Nach der Vorbereitung des Raketenprototypens leitet die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, wenn sie die Raketen ausprobieren. Wie in Arbeitsauftrag 13 haben sie die Möglichkeit, ihre Prototypen zu modifizieren, damit sie weiterfliegen, indem sie ihre eigenen Prototypen mit denen der anderen Gruppen vergleichen.

Anschließend wählen sie die Rakete, die am weitesten fliegt und finden heraus, was diese Rakete besonders macht. *„Ist es die Richtung und Einstellung der Düsen?“*

Der vereinfachte Winkelmesser aus vorherigen Arbeitsaufträgen kann nun auch wieder gebraucht werden um verschiedene Winkel an der Raketendüse einzustellen. Sie stellen die Düse auf die Position ein, an der die Spitze die in der Tabelle angegebene Zahl anzeigt. Von dieser Einrichtung feuerten sie mehrmals die gleiche Rakete ab und messen die Wurfbahn. Sie ändern schrittweise die Richtung der Düse gemäß den Werten in der Tabelle im Arbeitsauftrag 15 (Arbeitsblatt) und fügen die erfassten Daten hinzu (gemessene Entfernung des Auftreffens der Rakete). Die gemessenen Daten werden dann versucht, in den Graphen zu konvertieren. Die Tabelle ermittelt die Messungen für nur einige Werte auf dem Winkelmesser. Es ist Absicht, damit die Schülerinnen und Schüler auch erkennen, dass es nicht immer notwendig ist, jeden Wert zu messen um abschließen zu können. Es ist dann möglich, mit dem erzeugten Diagramm hinsichtlich der Entwicklung der Extrapolationsfähigkeit zu arbeiten.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Arbeitsaufträgen 10 und 14 werden die Schülerinnen und Schüler sehen, dass die Entfernung ansteigt und dann abnimmt. Durch Extrapolation (durch Erstellen einer Näherungskurve) kann der optimale Winkel bestimmt werden, unter dem eine Rakete geschossen werden soll, um sicherzustellen, dass sie am weitesten fliegt. Es ist auch möglich, den Winkel abzuleiten, auf den die Düse eingestellt werden muss, wenn die Rakete ein bestimmtes Ziel treffen soll.

Wenn die Schülerinnen und Schüler einen Sollwert von 9 haben, zeigt der Winkel keine senkrechte Richtung zur Erdoberfläche, sondern zeigt die senkrechte Richtung zur Erdanziehungskraft.

Arbeitsauftrag 16

Hilfsmittel:

- Ballon, Faden, Trinkhalm, Wolle, Schere

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe besteht darin, die Auswirkungen von Reibungskräften des Luftwiderstandes zu untersuchen. Die Lehrerin oder der Lehrer beginnt das Experiment damit, einen Ballon aufzublasen. Es wird darüber diskutiert, was diesen Körper bewegt. Prinzipiell sollte aus der Diskussion als Erkenntnis hervorgehen, dass die Kraft, die die Bewegung verursacht, oft nicht sichtbar ist, aber mit Sicherheit auf den Körper an sich wirkt, wenn er sich bewegt (ebenso wie im Wind). Es genügt zu verallgemeinern, dass sich der Körper aufgrund der bewegten Luft bewegt. Manchmal bewegen sich Objekte in Richtung der Luftbewegung (z. B. bei Wind, Haartrockner usw.) und sie bewegen sich manchmal in genau entgegengesetzter Richtung. In diesem Fall ist es das Prinzip des dritten Newtonschen Gesetzes: Zu jeder Kraft (Aktion) gibt es eine gleich große Gegenkraft (Reaktion). Es genügt, dies nur kurz zu erläutern.

Ein Ballon, der an einem Seil festgebunden und zugeknotet wurde und in den dann ein kleines Loch mit einem dünnen Strohhalm gemacht wurde, bewegt sich aufgrund der ausströmenden Luft nach oben. Die Lehrerin oder der Lehrer schlägt vor, auszuprobieren, ob es einen Unterschied macht, wenn der Ballon ganz oder wenig aufgeblasen wird. Man zeigt den Schülerinnen und Schülern, wie sie diese Annahme bestätigen können (siehe Abbildung 16). Der Ballon muss genug Platz haben um aufsteigen zu können, am besten draußen. Wenn wir den Ballon mehr aufblasen, bewegt er sich am Faden ziemlich weit weg.

Die Schülerinnen und Schüler werden es ausprobieren und dann Hypothesen aufstellen. Sie stellen die Frage, ob ein Ballon, der aufgeblasener ist, weiterfliegt. Hängt das auch von der Form des Ballons ab? Bei dieser Untersuchung ist es notwendig, das gleiche starke Aufblasen von zwei Ballons unterschiedlicher Formen zu gewährleisten. Im Prinzip hat der größere Ballon einen größeren Luftwiderstand als ein kleinerer Ballon. Der Unterschied tritt jedoch nur bei sehr großen Durchmesserdifferenzen der Ballone auf.

Eine weitere Hypothese, die die Schülerinnen und Schüler aufstellen und dann überprüfen, ist, ob die Entfernung, die der Ballon erhält, davon abhängt, welche Art von Faden wir verwenden. Den Faden tauschen sie für eine grobe, haarige Wolle, die auch schwerer ist und die viel mehr Reibung verursacht. Im Gegensatz dazu reduziert ein dünnes Garn die Reibung, besonders wenn es sich um eine glatte Oberfläche oder einen Seidenfaden handelt.

Es geht darum, den Schülern bewusst zu machen, dass auch die Feinheit des Fadens einen Unterschied macht.

Um sich der Kräfte bewusst zu werden, versuchen Schülerinnen und Schüler, ein Bild von den Kräften zu zeichnen, die während der Bewegung auf den Ballon einwirken (natürlich zeichnen sie nur die, die sie wahrnehmen). Sie sollen neben der Gravitationskraft auch die Wirkrichtung austretender Luft auf den Ballon und die Reibungskraft, die entgegengesetzt zur Kraft wirkt, die den Ballon bewegt, aufzeichnen. Nach der Untersuchung versuchen die Schülerinnen und Schüler eine Schlussfolgerung zu ziehen, in der sie verallgemeinern, wann der Ballon am weitesten fliegt.

Arbeitsauftrag 17

Hilfsmittel:

- Papierschachteln, Trinkhalme, Rädern, Styroporkugeln, Plastilin, Klebeband (vorzugsweise beidseitig), Gummi, Ballon

Arbeitsvorgang:

In der vorherigen Aufgabe fanden die Schüler, dass sich Objekte bewegten, zum Beispiel durch ein kleines Leck aus dem Luft strömt. Lehrerin oder Lehrer schlägt vor, dass Schüler versuchen, diesen Antrieb zu benutzen, um ein Auto zu fahren. Um die Arbeitsanweisung interessanter zu machen und das Vorhandensein von Reibung bewusst zu machen, wird sie darin bestehen, das Auto selbst aus den verfügbaren Materialien zu kreieren: Papierschachteln, Strohhalme, Räder, Styroporkugeln, feste Knete, Klebeband (vorzugsweise beidseitig) und Gummis.

Schülerinnen und Schüler können intuitiv Autos bauen, oder sie können sich in Gruppen ein Modell aufzeichnen und ihre Autos zusammen gestalten. Sie zeichnen das Design und versuchen es dann zu konstruieren. Wie bei anderen Design-Herausforderungen vergleichen die Schülerinnen und Schüler später auch die geschaffenen Autos miteinander und erkunden, wie manche weiterfahren konnten als andere. Es wird meistens am Ballonantrieb liegen, denn die Räder sind so an den Achsen befestigt, dass sie keine große Reibung verursachen.

Arbeitsauftrag 18

Hilfsmittel:

- Magnet, Klammern verschiedener Größe

Arbeitsvorgang:

! In den folgenden Arbeitsaufträgen (18 – 23) werden die Schülerinnen und Schüler die Reibungskraft untersuchen, erhöhen und reduzieren, so dass sie erkennen, dass manchmal die Reibung erhöht und manchmal reduziert werden muss.

Der Lehrer oder die Lehrerin kann die Ergebnisse des 16. Arbeitsauftrages wieder ins Gedächtnis rufen. Dort fand die Klasse heraus, dass, wenn sich zwei Objekte über größere Oberflächen reiben, eine größere Reibungskraft erzeugt wird, die die Bewegung des Objekts verlangsamt. Anschließend an diese Erkenntnis funktioniert diese Arbeitsanweisung. Diese Vorgehensweise gibt den Schülerinnen und Schülern Impulse dafür, wie Fragen für weitere Untersuchungen identifiziert werden können.

„Findet heraus, ob ein Magnet eine Büroklammer aus derselben Entfernung anzieht, wenn sich die Büroklammer an verschiedenen Oberflächen bewegt."

Die gleiche Messung wird dreimal für eine kleine Büroklammer und dreimal für eine große Büroklammer durchgeführt (Arbeitsblatt). Die Schülerinnen und Schüler werden Daten in grafischer Form erhalten, so dass leicht zu beurteilen ist, ob eine größere Büroklammer aus der gleichen Entfernung wie die kleinere oder aus weniger Entfernung angezogen wurde. Die Schülerinnen und Schüler formulieren dann die Schlussfolgerung, in der (auf der Grundlage dessen, was sie erhalten haben) sie sich jeweils zur Bestätigung oder zur Verwerfung der These äußern.

Arbeitsauftrag 19

Hilfsmittel:

- Klammer, Magnet, Papier, Flies, Knete (oder einige andere Oberflächen)

Arbeitsvorgang:

Das Ziel der Aufgabe ist, herauszufinden, dass die Größe der Reibungskraft, die der Bewegung von Objekten auf einer Fläche entgegenwirkt, davon abhängt, welche **Oberfläche das Objekt und die Fläche haben**, auf der sich das Objekt bewegt. Der Messvorgang ist der gleiche wie in der vorherigen Aufgabe. Das Prinzip ist, dass der Magnet die Büroklammer nur aus einem kleineren Abstand zieht, wenn er sich auf der Oberfläche befindet, die mehr Reibung verursacht, d.h. mehr Kraft ist nötig, um sie zu bewegen.

Die Schülerinnen und Schüler legen zuerst die Büroklammer auf Papier und finden heraus, aus welcher Entfernung sie von dem Magneten gezogen wird, das ist unser neutraler Grundwert. Nun kann das Papier durch verschiedene andere interessante Oberflächen ausgetauscht werden und der Messvorgang wiederholt.

Aus der Untersuchung werden sie das Auftreten größerer Reibung schließen, d. h. wenn es notwendig ist, mehr Kraft zu verwenden, um das Objekt auf der Oberfläche zu bewegen, und umgekehrt, weniger Kraft. Schülerinnen und Schüler vergleichen dann die Oberflächen miteinander. Auf der Grundlage von beobachteten Ähnlichkeiten und Unterschieden versuchen sie, Oberflächeneigenschaften zu charakterisieren, die die Reibung verringern oder erhöhen. Das Ergebnis ist umso vertrauenswürdiger, je mehr unterschiedliche Oberflächen im Experiment enthalten sind.

Arbeitsauftrag 20

Hilfsmittel:

- Bild *Concept Cartoons*©

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe ist auch, sich auf die Erforschung der Reibungskraft konzentriert. Neben den beiden vorherigen Aufgaben kann der kleine Cartoon mit Aufgabe gut in Form eines Diskussionsbeitrags zum Thema Reibung verwendet werden. Die Methode *Concept Cartoons*© wird in der Aufgabe verwendet. Wie bei einigen der vorherigen Aufgaben, die

diese Methode verwenden, ist es wichtig, einen Raum zu schaffen, in dem die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Vorstellungen entwerfen und begründen können.

In kleinen Gruppen sollen Schülerinnen und Schüler darüber nachdenken, welche der Aussagen ihnen am besten gefällt, von welcher sie sagen würden, dass sie am besten zutrifft und vor allem warum. Die Begründung kann auch die Beschreibung eines Ereignisses sein, aus der diese Erkenntnis entsprang, d. h. es kann sich um einen Vorfall oder eine beobachtete Situation handeln, nach der die Kinder glauben, dass eine bestimmte Aussage wahr sein könnte. In diesem Teil der Aufgabe ist es gut, wenn sich die Gruppen unter sich einig sind und sich darüber abstimmen können. Schülerinnen und Schüler können jedoch individuelle Erlebnisse und Thesen dazu aufschreiben. Der Lehrer oder die Lehrerin moderiert dann die Diskussion im Klassenraum. Ziel ist es, durch vertrauensvolle und überzeugende Argumente zu verschiedenen Lösungen zu kommen. Die Meinungen werden daher nicht gewertet, sondern nur verglichen. Die Meinungsunterschiede und vor allem die jeweiligen Gründe dazu sind hervorzuheben, damit jedes Kind auch die Position seines Nachbarn verstehen kann.

Aus der Diskussion ergeben sich natürlich mehrere Forschungsfragen. Das Bild gibt einen Anreiz für die Nutzung früherer Erfahrungen und inspiriert die Schülerinnen und Schüler zu neuen Fragen und Experimenten. Dies bedeutet, dass die Situation selbst, die auf dem Bild zu sehen ist, keine klare Lösung hat, sondern zur Identifizierung dessen führt, was im Folgenden untersucht werden muss. Die Aussage, auf der sich die Schüler letztlich als die wahrscheinlichste einigen, formuliert die Lehrerin oder der Lehrer in die Form einer Forschungsfrage um und leitet ein Verfahren an, in dem herausgefunden werden soll, ob die Hypothese stimmt. Zum Beispiel können die Schüler zustimmen, dass sich ein schwereres Objekt schneller bewegen kann, oder dass sich ein glatteres Objekt schneller bewegen kann. Es ist auch kein Problem eine Kombination vorzuschlagen, zum Beispiel, dass sich ein schweres und glattes Objekt schneller bewegen wird.

Bevor die Schülerinnen und Schüler beginnen, Prozeduren zu entwickeln, um ihre Hypothesen zu verifizieren, diskutiert die Lehrerin oder der Lehrer mit ihnen, was es bedeutet, wenn ein Körper sich, beispielsweise auf einer schiefen Ebene, schneller Bewegen lässt.

Die Aufgabe soll unter anderem kommunizieren, dass es stets hilfreich ist, die Forschungsfrage oder das Ziel des Experiments klar zu stellen. Schülerinnen und Schüler können zum Beispiel bestimmen, welches Objekt das schnellste ist und wie man das am besten testet, die Methoden sind in der Forschung ebenso essentiell, wie die Forschungsfragen an sich.

! Der wichtigste Teil der Aufgabe (didaktisch am wertvollsten) ist die Diskussion darüber, was es bedeutet, dass das Objekt auf der Ebene „besser“ und „schlechter“ gleiten kann. Außerdem der Teil, in welchem Schüler und Schülerinnen selbst Verfahren und Methoden zu entwickeln lernen, die sie später anwenden können.

Die Lehrerin oder der Lehrer legt einen bestimmten Zeitrahmen fest, in diesem darf in Gruppen gearbeitet werden um Vorschläge für Forschungsfragen und Methoden zu sammeln. Pro Gruppe darf ein Vorschlag nach Ende des Zeitrahmens vor der Klasse präsentiert werden. In der nachfolgenden Diskussion ist es wichtig, sich darauf zu konzentrieren, ob es wirklich möglich ist, die gegebene Hypothese so zu überprüfen. Der Lehrer oder die Lehrerin versucht die Klasse nach und nach in die Beurteilung der Methoden und Verfahren anhand ihrer Durchführbarkeit einzuführen.

Vorschläge die objektiv unzuverlässige Komponenten in sich tragen, werden verbessert, mit dem Bestreben, den Ablauf so zu verbessern, dass jeder ihn versteht und ihm vertrauen kann. Da die Durchführung des Verfahrens keine vorrangige Aufgabe dieses Auftrags ist,

können die Schülerinnen und Schüler das Verfahren als Hausaufgaben erledigen. Falls die Ergebnisse sehr unterschiedlich sind, kann die Diskussion auch erweitert werden, um die Gründe zu finden, warum die Ergebnisse nicht die gleichen waren. Nicht ähnliche Ergebnisse werden normalerweise durch differenzierte Untersuchungsbedingungen verursacht (d. h. nicht dem ursprünglichen Verfahren folgend, das so beschrieben werden muss, dass jeder Forscher es vollständig konsistent durchführt und die gleichen Ergebnisse erzielt).

Arbeitsaufträge 21 – 26 (Anweisungen)
Einige der identifizierten Forschungsfragen aus den vorherigen Arbeitsaufträgen können mit den Verfahren aus den Arbeitsaufträgen 21 – 26 beantwortet werden. Wenn die Schülerinnen und Schüler im vorhergegangenen Arbeitsauftrag die von ihnen entworfenen Verfahren implementiert haben, können diese durch die folgenden Arbeitsaufträge verifiziert werden. Alternativ kann der 20. Arbeitsauftrag nach der Identifizierung von Forschungsfragen und der Untersuchung der Forschungsthemen selbst durch die Arbeitsaufträge 21 – 26 realisiert werden. Alle diesen Aufgaben zielen darauf ab, die Reibungskraft beim Bewegen von Objekten auf einer schiefen Ebene zu untersuchen.

Arbeitsauftrag 21

Hilfsmittel:

- schiefe Ebenen (z. B. Platten 50 cm und 300 cm), 2 gleiche Lastwagen, Ladung

Arbeitsvorgang:

Diese Aufgabe ist, herauszufinden, ob das Gewicht eines Autos beeinflusst, wie schnell es den Hügel hinauffahren kann und **vor allem, ob es schneller hinunterfährt**. Die Schülerinnen und Schüler bestimmen daher, ob sich schwerere Objekte auf einer schiefen Ebene schneller oder langsamer bewegen als leichte. Eine Teilaufgabe besteht darin herauszufinden, ob dies für egal wie lange Berge/Hügel gilt. Zwischen einem und drei Metern kann die schiefe Ebene, simuliert durch z.B. ein Brett, lang sein. Je schwerer das Auto ist, desto schwieriger ist es das Auto als Folge der größeren Reibungskraft zu bewegen. Je schwerer jedoch das Auto ist, desto leichter wird das Auto bergab beschleunigen. Daher wird das leichte Auto für kürzere Strecken bergab schneller sein als das schwere Auto. Wenn wir jedoch dieselbe Beobachtung mit einer langen Strecke machen, wird das schwerere Auto schneller sein, weil es auf der Strecke stärker beschleunigen kann. Wenn wir die Autos noch weiter beobachten, wird das schwerere Auto auch nach dem Berg auf der Geraden weiterfahren, weil es sich mit mehr Impuls nach unten bewegt und mehr Schwung mitbringt.

Nach der Identifizierung der Forschungsfrage („*Beeinflusst das Gewicht des Objekts die Geschwindigkeit seiner Abwärtsbewegung?*“), leitet die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu Hypothesen über die sehr kleine Strecke von nur 50 cm. Sie markieren die Ziffern 1 und 2 in den Feldern für die Autos, von denen sie denken, dass sie entweder als erstes oder zweites ankommen werden. Anschließend bespricht die Lehrerin oder der Lehrer mit der Klasse die praktische Umsetzung des Experiments. Damit die Zeit nicht separat gemessen werden muss, können zwei gleichlange Bretter als schiefe Ebene dienen, auf der Start und Ende eingezeichnet sind. So kann allein durch den Vergleich entschieden werden, welches Spielzeugauto schneller ist, das schwerere oder das leichtere. Es ist sehr wichtig, denselben Typ Auto zu benutzen um möglichst Verfälschung der Ergebnisse durch z.B. bessere oder schlechtere Verarbeitung zu vermeiden. Eins der Autos ist lediglich mit einem kleinen Gewicht beladen, je größer die Landung, desto eindeutiger der Unterschied.

Nach dem Entwurf und Bau der geneigten Ebenen überprüfen die Schülerinnen und Schüler nun ihre Annahmen. Es ist sehr wichtig, die Autos gleichzeitig fahren zu lassen, daher ist es gut, wenn dieselbe Person beide Autos startet. Die Beobachtung sollte mehrmals wiederholt werden, insbesondere muss sie wiederholt werden, bis die Schülerinnen und Schüler das beobachtete Ergebnis als bewiesen ansehen. Das Beobachtungsergebnis wird aufgezeichnet und die Hypothese bestätigt.

Um die Forschungsfrage vertiefend zu beantworten muss sie natürlich auch auf einer längeren Strecke getestet werden. Dazu baut die Klasse eine schiefe Ebene mit zwei Bahnen, die ca. 3m lang ist und wiederholt genau dasselbe Experiment wie mit der kurzen Bahn. Die Ergebnisse werden notiert und danach im gemeinsamen Gespräch in der Klasse mit den anderen Ergebnissen vergleichen. Daraus kann sowohl die Forschungsfrage beantwortet, als auch eine Schlussfolgerung abgeleitet werden.

Anstelle der Bretter kann auch einfach ein natürlicher Hügel genutzt werden, auf dem kürzere und längere Strecken abgeteilt werden. Außerdem sollte dieser Abschnitt nicht zu steil und asphaltiert sein, sonst können die Autos aufgrund erhöhter Reibung und Unebenheiten nicht so fahren wie normalerweise.

Arbeitsauftrag 22

Hilfsmittel:

- schiefe Ebene, Lastwagen

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer greift die Forschungsfrage auf: *Verursacht eine größere Neigung der Ebene eine Beschleunigung des Objektes?*

Zunächst stellen die Schülerinnen und Schüler Hypothesen auf. Auf dem Bild sehen sie auch, wie sie diese überprüfen können. Ein unterschiedlich großer Neigungswinkel kann durch Unterlegen mehrerer Bücher unter ein Brett erhalten werden. In diesem Fall müssen sie jedoch bei der Verifizierung zwei identische Autos benutzen, beide ohne Last oder mit der gleich großen Last. Sie werden ihre Annahmen überprüfen, indem sie mehrere Beobachtungen wiederholen. Sie vergleichen die experimentelle Bestätigung mit ihrer Hypothese und schreiben dies zusammen mit der Formulierung der Antwort auf die Fragestellung in die Schlussfolgerung.

Arbeitsauftrag 23

Hilfsmittel:

- Ebene, schließbarer Wasserbehälter mit Deckel, Lineal (Meter), Wasser (oder Plastilin)

Arbeitsvorgang:

Das Ziel der Aufgabe ist es zu bestimmen, ob die Größe der Reibungskraft davon abhängt, wie schwer das Objekt ist, das sich auf der Oberfläche bewegt. Eine Diskussion darüber, die gleichermaßen diese Frage stellt kann hilfreich sein. Die Lehrerin oder der Lehrer fragt, ob die Kinder schon Erfahrungen in diesem Bereich sammeln konnten: *„Brauche ich mehr Kraft um eine schwere Kiste auf dem Boden zu verschieben. Im Gegensatz zu ei-*

ner leichteren Kiste?" Es werden wieder Vorschläge in der Klasse zusammengetragen, wie ein Verfahren zur Überprüfung der Hypothesen der Schülerinnen und Schüler aussehen könnte. Die Lehrerin oder der Lehrer leitet die Schülerinnen und Schüler bei der Durchführung des Experiments an.

Da das Ziel der Aufgabe ist, herauszufinden, dass die Reibungskraft vom Gewicht des Objekts abhängt. Um die Größe des Objekts gleich zu halten, werden nach und nach unterschiedliche Mengen an Wasser oder Steinen in einen Behälter, zum Beispiel eine Versperbox, gegeben und untersucht, ob der schwerere Behälter weniger gut gleitet. Jede Messung wiederholen die Schülerinnen und Schüler dreimal, um drei Zahlen für jede der drei Messungen zu erhalten. Auf der Grundlage dieser Daten schaffen sie eine Schlussfolgerung mit dem Ziel, die Hypothese zu bestätigen und die Forschungsfrage zu beantworten.

Arbeitsauftrag 24

Hilfsmittel:

- Platte, Holzblock, Lineal (Meter), Knete

Arbeitsvorgang:

Zusätzlich zu dem Gewicht hängt Reibungskraft, die in der entgegengesetzten Richtung zu der Bewegung des Körpers auf der Oberfläche wirkt, auch von der Größe der Fläche ab mit der das zu bewegende Objekt an der anderen Oberfläche haftet. Das heißt, wenn wir ein Objekt bewegen müssen, ist es ratsam, es auf der Seite zu platzieren, die die kleinste Fläche hat, was zu weniger Widerstand durch Reibung führt, wenn man es auf der Oberfläche bewegen will: *„Ist die Größe der Reibungskraft abhängig von der Größe der Fläche, auf der das zu verschiebende Objekt ruht?"*

Nachdem diese Forschungsfrage den Schülerinnen und Schülern vermittelt wurde, wird in der Klasse über Hypothesen zum Experiment diskutiert und was dabei herauskommen könnte. Ähnlich wie bei anderen Aufgaben ist es auch hier wichtig, die von den Schülerinnen und Schülern vorgeschlagenen Verfahren zu verwenden, wenn diese ausreichend funktional und entsprechend sinnvoll sind.

Falls es keine entsprechenden Vorschläge gibt können Schüler und Schülerinnen mit einem nicht gleichseitigen/gleichflächigen Objekt arbeiten. Auf den ersten Blick sieht es so aus, als würde das Objekt immer gleich gut gleiten. Um aber genau zu untersuchen, ob die aufzuwendende Kraft mit der Größe der Fläche, auf der der Gegenstand liegt, in Verbindung steht, muss dieses, ganz vorsichtig in kleinen Schritten, versucht werden zu bewegen.

Das Ziel wäre, dass Schüler und Schülerinnen herausfinden, dass die kleinste Reibung auftritt, wenn sich das Objekt auf der kleinsten Seite bewegt (auf dem Bild ist es die Seite B). Falls der Körper instabil wird, wenn er auf seiner kleinsten Seite steht, kann mit Knete die an den Seiten unten angeklebt wird, der Schwerpunkt etwas nach unten verlagert werden. Falls dieses Verfahren angewendet wird, muss es auch bei den anderen Versuchen verwendet werden, sonst werden die Versuchsergebnisse inkonsistent.

Die Messungen werden aus Sicherheitsgründen mehrmals wiederholt. Die Schüler und Schülerinnen verifizieren ihre Annahmen und versuchen, auf der Grundlage der Messungen eine Schlussfolgerung zu schaffen. In der Schlussfolgerung können sie ihre Annahmen auswerten und auch die Forschungsfrage nach dem Zusammenhang zwischen der Größe der Reibungskraft und der Größe der Oberfläche, über die das Objekt über die Matte gleitet, beantworten.

Arbeitsauftrag 25

Hilfsmittel:

- Platte, Holzblock, Lineal (Meter), Knete, Grobstoff (z. B. Vlies, Schleifpapier)

Arbeitsvorgang:

In der nächsten Aufgabe untersuchen die Schülerinnen und Schüler, ob die Größe der Reibungskraft, die der Bewegung des Objekts über die Oberfläche entgegenwirkt, von der Oberflächenqualität (Eigenschaften) abhängt. Diese Verbindung wurde in Arbeitsauftrag 19 untersucht, indem der Abstand gemessen wurde, aus dem der Magnet die auf verschiedenen Oberflächen liegende Büroklammer zieht, sodass diese Aufgabe als Verifizierung des durch die Lösung des Arbeitsauftrags 19 erhaltenen Ergebnisses wahrgenommen werden kann. Wenn die Schülerinnen und Schüler Arbeitsauftrag 19 nicht umgesetzt haben, ist die Forschungsfrage für sie induktiv, d. h. das Ziel besteht darin, zu identifizieren (nicht zu bestätigen), ob die Beziehung zwischen diesen beiden Variablen besteht und wenn ja, welchen Charakter hat sie (welche Oberflächeneigenschaften bewirken eine Verringerung und welche eine Vergrößerung der Reibung).

Um die Annahmen zu überprüfen, verwenden die Schülerinnen und Schüler das gleiche Verfahren wie in den beiden vorherigen Arbeitsaufträgen. Zur Untersuchung benutzen sie einen Holzblock, der über einer Holzplatte gleitet. In der ersten Situation lassen sie den Holzblock über die Platte gleiten, in der zweiten Situation bedecken sie die Platte mit einem groben Tuch (zum Beispiel Vlies, Schleifpapier, usw.) und in der dritten Situation befestigen sie das Material nicht nur auf der Platte, sondern auch auf der Seite des Holzblocks, mit der dieser auf die Oberfläche der Platte gelegt wird. Für jede Situation werden die Messungen dreimal wiederholt, um Messfehler zu vermeiden und Rückschlüsse auf der Basis der erhaltenen Daten ziehen zu können.

Arbeitsauftrag 26

Hilfsmittel:

- Platte, Holzblock, Lineal (Meter), Werkzeuge vorgeschlagen von den Schülerinnen und Schülern

Arbeitsvorgang:

Während sich der vorherige Arbeitsauftrag darauf konzentrierte, zu untersuchen, wie es möglich ist, die Reibung des auf der Oberfläche bewegten Objekts zu erhöhen, werden die Schülerinnen und Schüler in diesem Arbeitsauftrag darüber nachdenken, wie die Reibung reduziert werden könnte. Die Lehrerin oder der Lehrer wird erklären, dass sie in dieser Übung die gleiche Höhenmessung durchführen, in der sie die Platte anheben müssen. Die Aufgabe wird darin bestehen, vorzuschlagen, wie die Reibung reduziert werden könnte, sodass der Quader früher abfällt, d. h. sogar mit einem geringeren Anheben der Platte, als wenn Holz über Holz gleitet.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, Annahmen vorzuschlagen. Ein Beispiel dafür, wie die Annahmen formuliert werden können finden sie in der Aufgabe. Jede Schülerin und jeder Schüler schafft mindestens zwei weitere Annahmen. Zusätzlich zu der Tatsache, dass die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu

bringt, die Annahmen richtig zu formulieren (in Form von prädiktiven Behauptungen, nicht Fragen), erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass es in der Forschung natürlich ist, dass wir eine Reihe von Annahmen erstellen können, während die Annahmen selbst das Gegenteil behaupten können. D. h. Forschung wird durchgeführt, wenn wir das Ergebnis nicht kennen und wir schaffen die Annahmen, um unsere Forschungstätigkeit auf das zu konzentrieren, was für uns interessant ist, was wir mit unseren bisherigen Erfahrungen bestätigen wollen.

Sobald die Annahmen getroffen sind, werden die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten, sie zu verifizieren. Die Schülerinnen und Schüler modifizieren die Platte und den Quader im Sinne ihrer Annahmen (zum Beispiel, wenn beide Oberflächen weich sind) und überwachen die Höhe der Platte, wie hoch die Platte angehoben werden muss, damit der Quader gleitet. Die Annahme wird bestätigt, wenn diese Höhe geringer ist als die Höhe, auf die sie die Platte heben mussten, um den Holzquader gleiten zu lassen.

Das Ergebnis wird zunächst getrennt für jede Annahme formuliert, im Sinne einer Bestätigung oder Widerlegung der Annahme. Sie formulieren dann eine Schlussfolgerung, die im Wesentlichen eine Antwort auf eine Forschungsfrage beinhaltet. Die Schlussfolgerung sollte nur auf den Ergebnissen basieren, die sie in der Überprüfung selbst gewonnen haben. Abschließend beziehen sich die Schülerinnen und Schüler auf das, was sie gelernt haben. Zum Beispiel können wir die Reibung verringern, indem wir abgerundete Objekte, zum Beispiel Holzstäbchen, darunter platzieren oder eine Oberfläche glatter machen, zum Beispiel mit einer Folie bedecken.

!

Arbeitsauftrag 27

Hilfsmittel:

- Werkzeuge vorgeschlagen von den Schülerinnen und Schülern

Arbeitsvorgang:

Es ist eine größere Kraft erforderlich, um ein schwereres Objekt zu bewegen, was zugleich zeigt, dass das Objekt einen größeren Impuls hat und schwieriger zu stoppen ist. Aufgrund des Alters der Schülerinnen und Schüler ist es nicht möglich (oder notwendig), den Unterschied zwischen der Bewegung des Objekts und seinem Impuls zu erkennen, aber die Schülerinnen und Schüler können die Manifestation des Impulses des Objekts untersuchen. Die Aufgabe besteht darin, den Impuls des Objekts zu untersuchen, indem man Objekte verschiedener Gewichte zu stoppen versucht.

Die Lehrerin oder der Lehrer wird die Forschungsfrage durch eine Diskussion der Erfahrungen der Schülerinnen und Schülern mit verschiedenen Schäden, die durch den Fall von Objekten verursacht wurden, vorstellen. Die Diskussion führt zu der Frage: *Wird ein schweres Objekt mehr Schaden verursachen oder verursacht ein leichteres Objekt mehr Schaden?* Die Aufgabe hat den Charakter einer offenen Forschung. Das heißt, dass die Aufgabe primär auf die Entwicklung der Fähigkeit gerichtet ist, Phänomene auf eine ziemlich objektive Weise zu erforschen, d. h. damit wir dem Ergebnis vertrauen können. Daher ist es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler, einen explorativen Prozess vorzuschlagen. Die Schülerinnen und Schüler machen Vorschläge in Gruppen und präsentieren sie dann anderen Gruppen.

Es ist interessant, die Schülerinne und Schüler dazu zu bringen, aktiv nach möglichen Problemen der vorgeschlagenen Praktiken zu suchen, um ein Verfahren zu finden, das definitiv funktioniert und unter schulischen Bedingungen durchsetzbar wäre. Die Lehrerin oder der Lehrer tritt auch in die Diskussion ein, besonders wenn sie/er sieht, dass das Verfahren

nicht die Merkmale einer sorgfältigen Untersuchung aufweist. Schülervorschläge werden jedoch nicht direkt kritisiert, sondern die Lehrerin oder der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler hin zu einer Diskussion darüber, wie sie mit den Problemen umgehen würden, die sie im Prozess sehen, bzw. die während der Überprüfung erscheinen. Zum Beispiel diskutieren sie, wie sie messen, welches der sich bewegenden Objekte schwerer ist, welches sich schneller bewegt (möglicherweise um sicherzustellen, dass sie sich auf die gleiche Weise bewegen) und welches mehr Schaden verursacht. Die gewählte Prozedur wird ausprobiert und basierend auf den erhaltenen Daten (wenn sie vertrauenswürdig sind), wird die Schlussfolgerung aus der Untersuchung gebildet. Vorschläge für Änderungen des Überprüfungsverfahrens können ebenfalls Teil der Schlussfolgerung sein.

Arbeitsauftrag 28

Hilfsmittel:

- Kraftmesser, Gewicht, Wasserbehälter

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer erinnert die Schülerinnen und Schüler daran, dass sie verschiedene Situationen untersucht haben, in denen sich das gleiche Objekt manchmal relativ schwer und manchmal leicht bewegen konnte. Die Schülerinnen und Schüler werden zu solchen Situationen befragt, entweder aufgrund einer früheren Untersuchung oder aufgrund ihrer früheren Erfahrungen. Die Diskussion führt zu einer Situation, die von den meisten Schülern am wahrscheinlichsten erlebt wurde, nämlich Objekte unter Wasser und über Wasser zu heben. Diese Situation wird als eine solche dargestellt, wenn das gleiche Objekt einmal leichter und einmal schwerer erscheint. Die Lehrerin oder der Lehrer schlägt vor, dass sie es untersuchen und herausfinden, ob das Objekt tatsächlich im Wasser leichter ist.

Bei dieser Aufgabe schlagen die Schülerinnen und Schüler nicht die bereits gegebene Vorgehensweise vor. Es ist beabsichtigt, dass die Schülerinnen und Schüler mit der Arbeit mit dem Kraftmesser vertraut werden, die sie dieses später verwenden werden, um die Funktionsweise einfacher Objekte zu untersuchen. Es empfiehlt sich, den Kraftmesser vor der Ausführung der Aufgabe zu zeigen. Die Lehrerin oder der Lehrer muss nicht erklären, wie er funktioniert, da seine Verwendung eher intuitiv ist. Um sicher zu sein, dass die Schülerinnen und Schüler verstehen, wie er benutzt wird, wird die Lehrerin oder der Lehrer sie bitten zu erklären, wie sie mit diesem Werkzeug herausfinden würden, ob Objekte im Wasser leichter sind als außerhalb des Wassers. Anschließend stellt er den Schülern Wasserbehälter bereit, und die Schülerinnen und Schüler überprüfen, ob das Objekt (Gewicht) die Feder in dem Kraftmesser gleich streckt, wenn sich das Objekt im Wasser befindet, wie wenn es sich über dem Wasserspiegel befindet. Nach der Beobachtung bewerten die Schülerinnen und Schüler, was sie gefunden haben.

! Das Ergebnis der Untersuchung ist der Ausgangspunkt, um Annahmen darüber zu treffen, wie sich das gleiche Objekt in anderen Flüssigkeiten, wie Salzwasser oder Öl, verhalten wird. Die Lehrerin oder der Lehrer weist die Schülerinnen und Schüler daher an, den Wert auf dem Kraftmesser in die Tabelle in Arbeitsauftrag 25 einzugeben, wenn sich das Objekt unter dem Wasserspiegel befindet und wenn sich das Objekt über dem Wasserspiegel befindet. Auf der Grundlage dessen, was sie gefunden haben, und auch aufgrund der Beobachtung von salzigem Wasser und Öl versuchen sie eine begründete Annahme zu machen, dass der Wert des Kraftmessers nach dem Eintauchen des Objekts in Salzwasser (Öl) kleiner, größer oder gleich ist verglichen mit der Situation des Objekts eingetaucht

in Wasser. Sie führen dann die Messungen durch und formulieren auf der Grundlage der erhaltenen Ergebnisse die Schlussfolgerung aus der Untersuchung.

3.2 Entwicklung der Idee von einfachen Maschinen

Bewegung und Änderung der Bewegung von Körpern werden in einfachen Maschinen verwendet. Die folgenden Aktivitäten konzentrieren sich auf die Untersuchung ausgewählter einfacher Maschinen, bei denen die Veränderung der Bewegung von verschiedenen Kräften beobachtet werden kann. Die Schüler werden insbesondere auf die schiefe Ebene, den Hebel und die Rolle schauen. Alle diese Maschinen werden verwendet, um die Arbeit zu erleichtern, d. h. wenn sie in irgendeiner Weise verwendet werden, kann der Aufwand für die Änderung der Geschwindigkeit und/oder der Bewegungsrichtung der Objekte reduziert werden. Diese Teil Idee kann man mit der Idee, die Anstrengung zu erleichtern, entwickeln.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer kann mit dieser Reihe von Aufgaben beginnen, indem er erörtert, wie eine Person während verschiedener Aktivitäten die Bewegung von Objekten verursacht. Von sehr einfachen Bewegungen wie dem Schreiben bis hin zu sehr anspruchsvollen Bewegungen von Objekten, die oft bei der Konstruktion von großen Gebäuden zu sehen sind. Der Mensch hilft sich oft beim Bewegen und Tragen von Objekten mit verschiedenen Maschinen. Maschinen können einen unterschiedlichen Antrieb haben, wie Benzin, Diesel, Elektrizität, Gas, aber sie sind auch kraftstofffrei (sie werden von menschlicher Kraft angetrieben und Brennstoff ist menschliche Nahrung), und machen es dennoch für eine Person leichter zu arbeiten.

Um den Eintritt in die einfache Maschine für die Schülerinnen und Schüler interessanter zu machen und um frühere Erfahrungen und intuitive Lösungen zu nutzen, gibt die Lehrerin oder der Lehrer den Schülerinnen und Schülern eine Aufgabe, bei der es darum geht, ein Verfahren vorzuschlagen, wie sie die alte Waschmaschine die Treppe hinunter nehmen und die neue Waschmaschine die Treppe hinauf bringen würden. Um dies zu erleichtern, können verschiedene Werkzeuge, aber keine Antriebsmaschinen verwendet werden. Es ist angemessen, wenn ihr Lehrer sie dazu bringt, zu versuchen, einen Weg zu finden, der den Transfer von Waschmaschinen erleichtert und nur Gegenstände benötigt, die zu Hause oder im Garten oder im Arbeitsraum zu Hause gefunden werden können.

Die Schülerinnen und Schüler haben in diesem Alter viel Erfahrung mit verschiedenen einfachen Maschinen, und sie verwenden sie oft sehr intuitiv und korrekt, obwohl sie keine systematische Kenntnis von ihnen haben. Es ist daher interessant zu sehen, wie sie mit dieser Aufgabe umgehen werden. Anhand der vorgeschlagenen Lösungen kann die Lehrerin oder der Lehrer herausfinden, mit welchen einfachen Maschinen die Schülerinnen und Schüler Erfahrung haben. Normalerweise sind es Räder, Achsen und schiefe Ebenen.

Nach der Entwicklung von Vorschlägen, präsentieren die Schülerinnen und Schüler sie den anderen Gruppen. Sie bewerten gemeinsam die Durchführbarkeit der vorgeschlage-

nen Lösungen und bestimmen, welcher Vorschlag den geringsten Aufwand erfordert. Am Ende der Diskussion weist die Lehrerin oder der Lehrer daraufhin, dass sie nur darüber nachdenken, wie es am besten wäre, ihre Waschmaschinen zu bewegen und schlägt vor, dass sie es ausprobieren. Um jedoch eine so schwere Last nicht zu tragen, werden sie es mit kleineren Objekten versuchen. Ziel ihrer weiteren Untersuchung wird es sein, herauszufinden, welche der vorgeschlagenen Praktiken es den Menschen tatsächlich erleichtern, zu arbeiten. Aber zuerst müssen sie herausfinden, wie man die Kraft messen kann, die benötigt wird, um zu heben, zu ziehen oder zu drücken. Die Lehrerin oder der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler zur Lösung der zweiten Aufgabe.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- 4 gleiche Eimer, Sand, Kies, Holz, Steine, Kraftmesser

Arbeitsvorgang:

Damit eine Frage von einer Schülerin oder einem Schüler untersucht werden kann, ist es angemessen, sie für eine bestimmte Situation zu formulieren, da wir die Schülerinnen und Schüler auffordern, das vorgeschlagene Verfahren nicht anzuwenden, sondern ein geeignetes Verfahren, ein Instrument zur Messung des Kraftaufwands, vorzuschlagen. Als anregende Situation empfehlen wir, 4 kleinere Eimer mit unterschiedlichen Materialien (z. B. Sand, Steine, Kies, Holz) zuzubereiten. Es genügen kleinere Plastikeimer (z. B. Joghurtbecher) zu verwenden.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, herauszufinden, welcher Eimer der schwerste ist, oder die Eimer in einer Reihenfolge zu stellen, abhängig davon, wie schwer sie sind, was bedeutet, dass sie nach dem Aufwand sortiert werden, den sie für das Heben des Eimers auf dem Stuhl aufwenden müssen. Die Schülerinnen und Schüler können die Eimer zuerst probieren und Ordnung schaffen, je nachdem, wie sie Unterschiede wahrnehmen. Diese Schätzungen in Form von Annahmen sind in Arbeitsauftrag 2 in den Arbeitsblättern eingetragen.

Gewichtsunterschiede einzelner Eimer sollten nicht sehr groß sein, sodass die subjektive Reihenfolge der Schülerinnen und Schüler nicht einfach ist, damit sie ein Werkzeug brauchen, um die Unterschiede herauszufinden, anhand derer wir die genaue Reihenfolge bestimmen können, oder die Unterschiede in der Kraft herausfinden, die wir für das Heben einzelner Eimer aufwenden. Die Lehrerin oder der Lehrer führt die Schülerinnen und Schüler dazu, direkt den Vorgang oder das Gerät herauszufinden, mit dem sie sicher sagen können, welcher Eimer schwerer zu heben ist, und diese Unterschiede auch messen. Sie werden ihre Vorschläge in die Tabelle schreiben und die Werkzeuge erwähnen, die sie für die Umsetzung benötigen. Nach Abschluss der Annahmen leitet die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, ihre Vorschläge zu präsentieren. Basierend auf der Diskussion können die Schülerinnen und Schüler ihre Vorschläge bearbeiten und dann ihre Funktionalität überprüfen. Sie bewerten, ob es möglich war, die Unterschiede zwischen den Anstrengungen zum Heben einzelner Eimer zu identifizieren.

Nach Abschluss der Verifizierung schlägt die Lehrerin oder der Lehrer den Schülerinnen und Schülern vor zu untersuchen, wie es möglich ist, den Gewichtsunterschied der Eimer unter Verwendung des Kraftmessers zu bestimmen. Sie erinnern sich daran, wie der Kraftmesser funktioniert, und die Ergebnisse, die durch ihre eigenen Verfahren erhalten werden, werden durch Vergleichen des Gewichts der Eimer auf dem Kraftmesser

überprüft. Da der Kraftmesser, die Eimergröße und die Menge der verglichenen Ladung verwendet werden, um die vorgeschlagenen Gewichtsmessverfahren zu verifizieren, ist es notwendig, die von den Schülern zu verwendenden Kraftmesser anzupassen, um das Gewicht der Eimer zu vergleichen. Nach dem Aufhängen der Eimer mit unterschiedlichen Gewichten müssen die Schülerinnen und Schüler die Unterschiede auf den Kraftmessern betrachten.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Kraftmesser, Stuhl, Platte (schiefe Ebene), Eimer

Arbeitsvorgang:

Da die Schülerinnen und Schüler ein Werkzeug zur Kraftmessung haben (der Kraftmesser, den sie in der vorherigen Aufgabe benutzt haben), ist es möglich, einzelne einfache Maschinen zu erforschen. Zuerst wird es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler sein herauszufinden, ob wir mit der schiefen Ebene weniger oder die gleiche Kraft aufbringen, um die Last auf den Stuhl zu ziehen, als wenn wir die schiefe Ebene nicht benutzen würden. Zum Vergleich verwenden sie einem Kraftmesser oder die Lehrerin/der Lehrer kann sie dazu bringen, ihre eigenen Wege zu finden, um den Unterschied zu finden. Im ersten Fall kann die Lehrerin oder der Lehrer gemäß Arbeitsauftrag 3 vorgehen, in der die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler dazu bringt, Annahmen zu treffen, ob sie beim Ziehen auf der schiefen Ebene den Eimer auf dem Stuhl mit weniger Anstrengung erhalten, als wenn er direkt auf den Stuhl gehoben wird. Situationen werden so dargestellt, dass sich die Schülerinnen und Schüler die Kraftmesser-Vergleichsmethode selbst vorstellen können. Dann ist die Erstellung von Annahmen einfacher.

Es ist sehr wichtig, mit den Schülern zu besprechen, wie sie herausfinden können, ob ihre Annahme bestätigt wird oder nicht. Dies dient dazu, festzustellen, ob die Schülerinnen und Schüler wissen, wie der Kraftmesser zu verwenden ist, um den Aufwand zu vergleichen, der benötigt wird, um die Last auf der schiefen Ebene und ohne diese zu ziehen. Wenn die Lehrerin oder der Lehrer das Verfahren vorschlägt, ist es wichtig herauszufinden, ob das vorgeschlagene Testverfahren für Schülerinnen und Schüler verständlich ist. Das Ziel der Aufgabe besteht nicht nur darin, zu überprüfen, ob die geneigte Ebene den Aufwand zum Hochziehen der Last verringert, sondern auch, um den Schülern anhand eines Beispiels aufzuzeigen, wie ein Kraftmesswerkzeug verwendet werden kann, um die häufig beobachteten Phänomene zu untersuchen.

Nach dem Erstellen der Annahmen führt die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, die Annahmen zu überprüfen und das Ergebnis der Beobachtung (Nachweis der Annahmen) in den entsprechenden Teil der Tabelle zu schreiben. Sie werten die Annahme mit dem Ergebnis der Beobachtung aus und betonen zum Schluss, auf welcher Grundlage sich die Schlussfolgerung ausdrücken lässt (sie betonen den Unterschied in der Methode der Streckung der Saite in dem Kraftmesser).

Eine Auswertung der Untersuchung sollte auch eine Diskussion darüber beinhalten, wie wir in beiden Fällen mit eigener Kraft auf die Last einwirken. Die Schülerinnen und Schüler können in den Bildern zu der Aufgabe mit einem grünen Pfeil angeben, in welche Richtung sie an der Ladung arbeiten. Sie markieren auch mit dem roten Pfeil die Richtung, in die der Eimer aufgrund der Gravitation nach unten gezogen wird. Trotz der Tatsache, dass wir nicht erwarten, dass Kinder die Zusammensetzung der Kräfte in diesem Alter

verstehen, ist es ratsam, ihnen bewusst zu machen, dass das Ziehen entlang der geneigten Ebene die Belastung in einer anderen Richtung beeinflusst als das direkte Anheben des Eimers auf dem Stuhl.

Zusätzlich zum Einfluss der Gravitation können die Schülerinnen und Schüler auch versuchen, den Effekt der Reibungskraft zu markieren. Bei früheren Aufgaben haben sie herausgefunden, dass Reibung reduziert werden kann, und so können sie innerhalb dieser Aufgabe untersuchen, ob es möglich ist, den Aufwand zum Ziehen der Last auf die Höhe zu reduzieren, indem die Reibung beim Bewegen auf einer geneigten Ebene reduziert wird. Es ist gut, die Wirkrichtung der Kräfte auf sich bewegende Objekte bei allen folgenden Aufgaben hervorzuheben, um nach und nach eine korrekte Vorstellung davon zu schaffen, dass die Objekte ständig von verschiedenen Kräften beeinflusst werden und die Objekte ihre Bewegungen nur dann verändern, wenn diese Kräfte im Ungleichgewicht sind.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- unterschiedlich lange Platten (50, 80, 100 und 120 cm), Würfel (Basis für eine geneigte Ebene 30 cm hoch), Kraftmesser, Eimer oder ein anderes für die Ladung geeignetes Objekt

Arbeitsvorgang:

In der dritten Aufgabe stellen die Schülerinnen und Schüler fest, dass wir durch das Ziehen des Materials auf der schiefen Ebene weniger Mühe darauf verwenden, die Last auf die Höhe zu heben als beim direkten Ziehen der Last, ohne die schiefe Ebene zu benutzen. Arbeitsauftrag 4 zielt darauf ab, Unterschiede in der Anstrengung bei der Verwendung von verschiedenen geneigten Ebenen zu erkennen. Das Ziel dieser Aktivität besteht darin, die Fähigkeit zu entwickeln, das Messergebnis zu messen und zu verwenden, um eine objektive (faktenbasierte) Schlussfolgerung zu formulieren. Das Verifikationsverfahren ist wieder angegeben, sodass es für die Lehrerin oder den Lehrer ratsam ist, sich auf die Einführung der Annahmen in der anfänglichen Diskussion zu konzentrieren, um den Schülern das Prinzip der Überprüfung der Annahme verständlich zu machen. Wenn die Schülerinnen und Schüler das Prinzip des vorgeschlagenen Verifizierungsverfahrens nicht verstehen, wird das Verfahren selbst durchgeführt, aber die Schülerinnen und Schüler werden nicht in der Lage sein, das Ergebnis der Beobachtung mit der identifizierten Forschungsfrage oder mit der angegebenen Annahme zu verknüpfen.

Verschiedene geneigte Ebenen werden von verschiedenen langen Platten (50, 80, 100 und 120 cm) gebildet, mit denen wir die Ladung auf die gleiche Höhe (30 cm) bringen wollen. Die angezeigte Höhe und Länge der geneigten Ebenen sollte so eingestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler beim Ziehen einer bestimmten Last Unterschiede feststellen. Daher ist es notwendig, mit den spezifischen Materialien vorher zu testen, eine relativ schwere Last und auch ein Kraftmesser mit einer geeigneten Skala zu wählen.

Die Schülerinnen und Schüler führen Messungen durch und zeichnen die numerische Werte des Kraftmessers in die entsprechenden Felder. Für jede geneigte Ebene wiederholen sie die Messung dreimal, um sicher zu sein, dass sie die Daten korrekt gemessen haben. Wenn sich einer der drei gemessenen Werte signifikant von den anderen beiden unterscheidet, sollten Schülerinnen und Schüler die Messung aufgrund eines wahrscheinlichen Messfehlers von der Beurteilung ausschließen. Auf diese Weise entwickeln wir die Fähigkeit zu messen, die die Schülerinnen und Schüler dazu bringt, objektive Urteile zu

fällen und ihnen die für die wissenschaftliche Erforschung typische Präzision beizubringen. Dann versuchen sie, die Forschungsfrage zu beantworten und die ausgesprochene Schlussfolgerung zu unterstützen, indem sie die numerischen Werte vergleichen (d. h. sie argumentieren mit den gemessenen Daten zugunsten der erzeugten Schlussfolgerung). Die Schlussfolgerungen und ihre Begründung werden in dem Teil festgehalten, der für das Beobachtungsergebnis durch die gemessenen Daten bestimmt ist.

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- verschließbare Gläser der gleichen Größe, Wasser, Material zur Bildung eines gleichschenkligen Hebels (z. B. Platte und dreieckiger Block)

Arbeitsvorgang:

Die fünfte Aufgabe besteht darin, die Verwendung des Hebels als einfache Maschine zu veranschaulichen. Die Schülerinnen und Schüler sprechen die folgende Forschungsfrage an: *Von was hängt es ab, ob zwei Objekte auf zwei gegenüberliegenden Seiten der gleichschenkligen Schaukel im Gleichgewicht sind oder nicht?* verschließbare Gläser gleicher Größe mit unterschiedlichen Wassermengen (volle und halbleere Glas) werden verwendet, um die Situation des Schülers an die Vorstellung von verschiedenen schweren, aber ebenso großen Objekten zu erinnern.

Auf dem Schulterhebel (es ist möglich, es aus einer Platte herzustellen, die auf einem dreieckigen Block platziert ist) sind drei Positionen angegeben, die die Schülerinnen und Schüler mit Ziffern markieren können, um sie besser mit den Vorhersagen und den Ergebnissen der Beobachtung vergleichen zu können. Es ist ratsam, eine dünnere Platte zu verwenden, die ausreichend lang ist. Die Waage (vereinfachtes isokratisches Gewicht) muss vorher getestet werden, damit die Unterschiede, die sich aus dem Arbeitsblatt ergeben, zurückverfolgt werden können. Wenn die Schaukel zu kurz ist (Abstand der Punkte 1, 2 und 3, auf denen die Gläser platziert werden) und die Platte ziemlich rau ist, kann das Vergleichen der Gläser mit verschiedenen Gewichten nicht genau sein.

Vor allem machen die Schülerinnen und Schüler Annahmen. Für jede Aufgabe müssen sie nicht nur den Platz beachten, an dem die Gläser auf dem Hebel stehen, sondern auch, ob die Gläser voll oder halb leer sind. Die einfachere Aufgabe besteht darin, Annahmen zu schaffen, bei denen die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler darin besteht, die Situationen anzugeben, in denen die Waage ausgeglichen sein wird. Diese Situationen sind im Teil der Annahmen angegeben. Eine kompliziertere Aufgabe besteht darin, vorherzusagen, auf welcher Seite die Waage geneigt wird, wenn der Gleichgewichtshebel nicht ausgeglichen ist. Diese Annahme kann von den Schülern mit einem grünen Pfeil direkt in den Bildern eingezeichnet werden.

Es ist angemessen, wenn die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auffordert, die Annahmen zu begründen. Es genügt, bei der Darstellung von Annahmen Fragen zu stellen (frontal oder individuell in jeder Gruppe bei der Vorbereitung von Annahmen): *Auf welcher Grundlage sagst du das? Hast Du eine Erfahrung, die Deine Annahme stützt?* Die Argumentation ausgeprägter Annahmen entwickelt die Schaffung von Annahmen in den Schülern selbst, Annahmen unterscheiden sich von der Spekulation, indem sie durch ihre eigene minimale Erfahrung und möglicherweise auch durch Wissen gerechtfertigt sind. Da die Annahmen gut fundiert sind, ist die Untersuchung selbst funktional mit früheren Erfahrungen gekoppelt, und gleichzeitig erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass die Untersuchung ihnen hilft, häufig beobachtete Phänomene aufzuklären.

Nach den Annahmen machen die Schülerinnen und Schüler Beobachtungen. Die Lehrerin oder der Lehrer sollte einen Ausgleichshebel im Voraus getestet haben, sodass die Platzierung der vollen und halb leeren Gläser auf den einzelnen Hebelpositionen Unterschiede erzeugen. Die Ergebnisse der Beobachtungen werden im Verifikationsteil aufgezeichnet - sie identifizieren die tatsächlich ausgeglichenen Situationen. Nach der Beobachtung führt die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler zu einer Verallgemeinerung der Schlussfolgerung. Das Ergebnis der Beobachtung sollte die Schlussfolgerung sein, dass das Ausbalancieren des Hebels nicht nur von dem relativen Gewicht der zwei Objekte abhängt, sondern auch von der Position der Objekte auf der Schaukel. Die Schülerinnen und Schüler sollten schlussfolgern, dass je mehr wir das Objekt von der Rotationsachse (der Mitte der Schaukel) der Schaukel bewegen, desto größer die Kraft ist, die wir auf der gegenüberliegenden Seite der Schaukel entwickeln müssen, um es anzuheben. Es ist ratsam, die Schülerinnen und Schüler anzuleiten, eine Schlussfolgerung zu einer bestimmten Fragestellung zu formulieren: *Von was hängt es ab, ob zwei Objekte auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Schaukel im Gleichgewicht sind oder nicht?* So wird die Wichtigkeit der Identifizierung von verdeutlicht. Wenn wir sie formulieren, betreiben wir Forschung, damit wir sie beantworten können.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- die „Waage“ aus der vorherigen Arbeitsauftrag, 2x Knete ähnlicher Größe

Arbeitsvorgang:

Arbeitsauftrag 6 ist eine direkte Anwendung der Forschungsergebnisse aus Arbeitsauftrag 5, daher ist es sinnvoll, wenn sie in dieser Reihenfolge implementiert werden. Ziel der Aufgabe ist es, die Schülerinnen und Schüler beim Vergleich der Gewichte von Objekten auf den Gebrauch einer Waage aufmerksam zu machen (Prinzip der Gleichgewichtsskalen). Die Schülerinnen und Schüler haben zwei Stücke Knete von ähnlicher Größe, mit dem Ziel festzustellen, welches größer ist (hiermit ist schwerer gemeint, weil beide Objekte aus der gleichen Substanz sind). Es ist ratsam, dass eine Lehrerin oder ein Lehrer die Schülerinnen und Schüler zuerst dazu bringt, zwei Stücke der Knete zu vergleichen, zum Beispiel, indem sie sie in die Hand nehmen, sodass die Schülerinnen und Schüler feststellen können, dass kleinere Unterschiede ziemlich schwer zu erfassen sind. Wir forschen, um sicher zu gehen.

Eine interessante Aufgabe ist es, den Schülern zu helfen, ihre eigenen Wege zu finden, um herauszufinden, welcher der beiden Knetstücke größer ist. Wenn eine Lehrerin oder ein Lehrer eine solche Aufgabe einnimmt, sollte er der Schülerin oder dem Schüler genügend Zeit geben, um eine Antwort vorzubereiten, und er sollte die verschiedenen Vorschläge angemessen diskutieren und den Schülern die Möglichkeit geben, ihre Vorschläge umzusetzen.

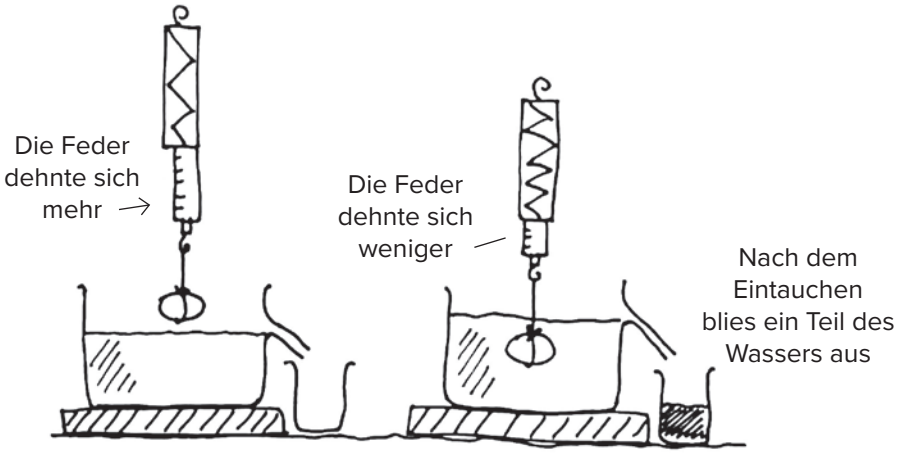


Abbildung 40: Knetgewichtserkennung

In ihrer eigenen Aufgabe werden die Schülerinnen und Schüler zunächst dazu gebracht, Annahmen darüber zu treffen, welche der vier Situationen es ihnen erlaubt, zu bestimmen, welches Stück der Knete größer (schwerer) ist. Die Annahmen werden aufgeschrieben und durch die Ergebnisse der vorangegangenen Forschung hervorgehoben und begründet. Dann werden sie die Annahmen überprüfen. Um zu überprüfen, ob sie tatsächlich ein relevantes Ergebnis erhalten haben, müssen sie den Korrektheitstest verwenden, d.h. herausfinden, welches von den beiden Knetstücken wirklich größer ist. Sie können dies anhand des Gewichts feststellen, aber zum Beispiel auch durch Eintauchen der Knete in Wasser und Vergleichen der Wassermenge, die die Knete ausstößt. Nach Abschluss der Beobachtung leitet die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler an, eine Schlussfolgerung zu formulieren, die angibt, wie das Gewicht der beiden Objekte durch eine Waage verglichen werden kann.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Werkzeuge vorgeschlagen von Schülern

Arbeitsvorgang:

Der siebte Arbeitsauftrag konzentriert sich auch auf die Verwendung des Hebels, diesmal in Form einer Schubkarre. Die Forschungsfrage ist, ob die Ladung mit einer Schubkarre einfacher gehoben wird, wenn sie kürzere oder längere Griffe hat.

Zunächst können die Schülerinnen und Schüler vorhersagen, ob es beim Heben von Lasten in der Schubkarre Unterschiede gibt, wo wir die Griffe halten, um die Last mit dem geringsten Aufwand zu heben. Um die Annahmen für die Schülerinnen und Schüler einfacher zu machen, reicht es aus, wenn sie sich einer der in Arbeitsauftrag 7 gegebenen Annahmen anschließen oder, wenn sie nicht mit einer von ihnen übereinstimmen, können sie ihre eigenen Annahmen erstellen. Indem wir den Wortlaut der Annahmen ab und zu interpretieren, geben wir den Schülerinnen und Schülern ein Muster in den Annahmen. Gleichzeitig erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass es natürlich ist, mehrere verschiedene Annahmen zu haben. Wir erforschen, weil wir herausfinden wollen, worüber wir nicht sicher sind, mit Annahmen, die spezifizieren, was gerade untersucht wird. Die Schülerinnen und Schüler gehen davon aus, dass sich der Aufwand für das Heben der Last in der Schubkarre

unterscheidet, wenn wir die Griffe weit von der Last ergreifen. Drei Griffpositionen werden in der Zeichnung gezeigt. Nach der Bildung von Annahmen schlagen die Schülerinnen und Schüler ein Verfahren vor, um ihre Annahmen überprüfen zu können. Sie diskutieren über die vorgeschlagenen Verfahren, führen sie durch und bewerten diese. Die Schlussfolgerung ist eine Antwort auf die Forschungsfrage: *Welche Schubkarre erleichtert das Arbeiten mehr, die mit den langen oder kurzen Griffen?* Zusammenfassend können die Schülerinnen und Schüler auch andere interessante Erkenntnisse einbeziehen, d. h. Erkenntnisse, die sie für essentiell halten, bzw. für sie neue oder andersartige Informationen.

Nach der Beurteilung kann die Lehrerin oder der Lehrer den Schülern zeigen, wie die optimale Länge der Griffe der Schubkarre sein sollte. Die Schülerinnen und Schüler betrachten die verschiedenen Faktoren, die berücksichtigt werden müssen, um zu erkennen, dass ein Beobachtungsergebnis keine eindeutigen Designlösungen garantiert (die Forschung zeigt, dass je länger der Griff ist, desto leichter die Last. Aber auch die langen Griffe haben ihre Nachteile).

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- Kraftmesser, Material für die Herstellung von Rollen (Rad, Platte, Nagel, Klammer – oder was die Schülerinnen und Schüler vorschlagen werden), Eimer (gefüllt, z.B. mit Sand)

Arbeitsvorgang:

In der nächsten Aufgabe vergleichen die Schülerinnen und Schüler die Verwendung von festen und freien Rollen. Die Lehrerin oder der Lehrer kann eine Diskussion darüber beginnen, ob die Schülerinnen und Schüler jemals eine Rolle gesehen haben. Es ist wichtig, den Schülerinnen und Schülern die Rolle zu zeigen, damit sie wissen, worüber die Lehrerin oder der Lehrer spricht. Sie können zwar die Rolle sehen, aber müssen das Gerät nicht benennen können. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, so viele Geräte, die die Rolle verwenden, wie möglich im Internet zu finden. Auf diese Weise werden die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Rollen an vielen Stellen verwendet werden und normalerweise so konstruiert sind, dass sie das Hochziehen von Lasten vereinfachen. Die Lehrerin oder der Lehrer schlägt vor, dass die Schülerin oder der Schüler versucht, eine Rolle zu erstellen und ihre Funktionalität zu testen.

Die Schülerinnen und Schüler bauen zunächst Rollen nach dem Schema. Die Lehrerin oder der Lehrer leitet die Schülerinnen und Schüler an, zu beschreiben, was die feste und freie Rolle strukturell unterscheidet. Dies wird die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler auf das Detail lenken. Die Lehrerin oder der Lehrer leitet die Schülerinnen und Schüler an, Annahmen zu einer neuen Forschungsfrage zu erstellen: *Gibt es einen Unterschied in der Anstrengung, wenn Lasten mit einer festen und losen Rolle bis zu einer Höhe gezogen werden?* Diesmal machen sie die Annahme mit eigenen Worten. Sie bestätigen dann die Annahme, indem sie die Rollen aufbauen und mit einem Kraftmesser die Kraft vergleichen, mit der wir die Last mit einer festen und losen Rolle auf die Höhe ziehen. Sie werden das Ergebnis der Beobachtung in Form einer Antwort auf eine Forschungsfrage erfassen. Die Schülerinnen und Schüler finden heraus, dass durch die Verwendung einer freien Rolle die Anstrengung, die erforderlich ist, um die Last auf eine Höhe zu ziehen, im Vergleich zu der festen Rolle halbiert wird. Sie finden auch heraus, dass wir die gleiche Kraft verwenden, um die Last zu heben, wenn eine feste Rolle

verwendet wird. Der Unterschied ist jedoch, dass wir bei Verwendung der Rolle das Seil ziehen, auf dem die Last nach unten montiert ist, sodass wir das Gewicht unseres eigenen Körpers nutzen können, um das Heben der Ladung zu vereinfachen.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- Rolle aus dem vorherigen Arbeitsauftrag, Rolle mit größerem Rad, Eimer mit Last

Arbeitsvorgang:

In der vorherigen Aufgabe haben die Schülerinnen und Schüler herausgefunden, dass die Verwendung der freien Rolle den Aufwand zum Ziehen der Last nach oben verringern kann. Die neunte Aufgabe löst eine neue Forschungsfrage: *Ist die Größe der Kraft, die wir mit der freien Rolle auf die Last aufbringen, davon abhängig, wie groß ein Rad ist, das wir an der Rolle verwenden?* Die Schülerinnen und Schüler formulieren die Annahmen und überprüfen sie dann, indem sie zwei Rollen mit verschiedenen großen Rädern bauen. Da in der vorherigen Aufgabe festgestellt wurde, dass die feste Rolle die Kraft nicht abnimmt, ist es notwendig, freie Rollen zu bauen. Es ist auch wichtig, mit den Schülern darüber zu diskutieren, was und wie zu messen ist und darüber nachzudenken, wann die Annahmen bestätigt werden können. D. h. welche Ergebnisse müssen erzielt werden, um den Unterschied in der Anstrengung, die erforderlich ist, um die gleiche Last mit freien Rollen mit unterschiedlich großem Rad zu ziehen, zu bestätigen oder nicht.

Die Schlussfolgerungen aus der Forschung werden in Form einer Antwort auf eine Forschungsfrage formuliert. Bei der Überprüfung ist es wichtig, die Schülerinnen und Schüler darauf hinzuweisen, dass sie die gleichen konstanten Prüfbedingungen einhalten werden (sie werden mit den untersuchten Variablen korrekt arbeiten), d. h. die gleichen Schnüre, sowie gleich glatte Oberflächen der Rollen, gleich große Lasten und dergleichen zu verwenden, sodass irgendein Unterschied zwischen den zwei Rollen, der durch die Größe der an den Rollen verwendeten Räder verursacht wird, tatsächlich gefunden wird. Der Sinn der Arbeit mit Variablen entwickelt sich erst durch die Aktivitäten auf der ersten Ebene der Grundschule, sodass es oft notwendig ist, die Lehrerin oder den Lehrer darauf aufmerksam zu machen, dass die Schülerinnen und Schüler die Bedingungen für den Vergleich aufmerksam festlegen sollen.

Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- Material für die Herstellung von Rollen und Rollenzug gemäß den Anweisungen im Arbeitsblatt, Kraftmesser

Arbeitsvorgang:

Der Zweck der Aufgabe besteht darin, die Kombination der festen und der freien Rolle zu untersuchen, wobei es sich nicht nur um einen Vergleich handelt, sondern auch um eine direkte quantitative Messung, d. h. die ausgeübte Anstrengung wird durch den Wert der Variablen (gemessen auf der Kraftmesserskala) ausgedrückt. Im ersten Teil der Aufgabe

konstruieren die Schülerinnen und Schüler die einzelnen Rollen und messen die Kraft mit dem Kraftmessgerät, die benötigt wird, um die Last anzuheben. Sie schreiben den Wert aus dem Kraftmesser auf. Aufgrund der Entwicklung der Kompetenz zur Messung ist es ratsam, die Schülerinnen und Schüler anzuweisen, die Messungen zu wiederholen, sodass die Messungen für jede Situation dreimal wiederholt werden und alle Werte in den vorbereiteten Feldern in der Tabelle notiert werden. Alternativ ist es möglich, Daten so zu erfassen, dass jede Gruppe eine Messung realisiert und sie die Messwerte werden miteinander teilen. Hier kann es jedoch vorkommen, dass die Werte variieren, was Raum für die Diskussion darüber bietet, was zu unterschiedlichen Messwerten führen könnte.

Wenn die Messung auf die gleiche Weise durchgeführt wird, muss mit Sicherheit jeder das gleiche Ergebnis erzielen. Wenn die Ergebnisse nicht übereinstimmen, wurde die Messung wahrscheinlich nicht genau gleich durchgeführt. Die Realisierung dieser Zusammenhang ist auch Teil der Entwicklung der Idee über den wissenschaftlichen Prozess.

Die Aufgabe hat teilweise konstruktiven Charakter, da die Schaffung eines Systems von freien Rollen konstruktive Überlegungen und Fähigkeiten erfordert. Das Arbeiten mit Messwerten ist schon mehr oder weniger naturwissenschaftlich; die Schülerinnen und Schüler ziehen aus den gemessenen Daten eine Schlussfolgerung. Der Lehrer kann den Schülern helfen, eine Schlussfolgerung zu ziehen, indem er ihre Aufmerksamkeit darauf lenkt, anhand der gemessenen Daten zu beurteilen, wann das Herausziehen der Last am einfachsten ist. Ein wesentlicher Bestandteil der Schlussfolgerung ist der Verweis auf die gemessenen Daten. Dies bedeutet, dass der Schüler seine Schlussfolgerung anhand der gemessenen Daten ziehen muss, womit wir sicherstellen, dass der Schüler aufgrund seiner Beobachtung argumentiert. Es ist der Prozess der Argumentation, der ein wesentliches Element bei der Entwicklung der wissenschaftlichen Kommunikation ist.

Um den Abschluss zu erleichtern und gleichzeitig den Schülern beizubringen, wie sie die erhaltenen Daten in eine grafische Form umwandeln können, besteht ihre Aufgabe darin, die gemessenen Daten in einem vorbereiteten Diagramm festzuhalten. Um nicht den Durchschnitt der drei Messwerte berechnen zu müssen, zeichnen sie alle Messwerte im Diagramm auf. Die Schüler sollten ein Diagramm erstellen, in dem die ersten beiden Säulensätze ungefähr gleich sind (um eine Last mit einer festen Rolle und ohne Rolle zu ziehen, muss die gleiche Kraft ausgeübt werden). Bei einer freien Rolle verringert sich der Wert um die Hälfte und bei einem Rollenzug wird der Wert der erforderlichen Leistung wieder reduziert. Der Abwärtstrend des Diagramms zeigt deutlich, welches Rollendesign unsere Arbeit am einfachsten macht. Es ist auch interessant, mit Kindern zu besprechen, warum eine feste Rolle verwendet wird, wenn dadurch die zum Ziehen der Last erforderliche Kraft nicht verringert wird. Die Schüler können versuchen, eine Erläuterung im Internet zu finden und sie können über ihre Suchergebnisse gemeinsam diskutieren.

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

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

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.

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**.

Energieübertragung

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.**

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.

Kinetische Energie

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.**

Potenzielle 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.

Spannenergie

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.

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

Elektrische Energie

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.**

Strom kann auf verschiedene Weise hergestellt werden. Dazu muss Energie umgewandelt werden. Man kann Strom ausfolgenden 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.

Magnetische Energie

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

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.

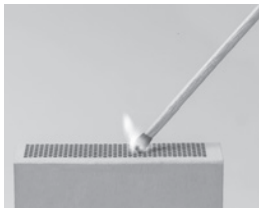
Wie nutzen Pflanzen die Sonnenenergie? – Photosynthese

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.

Energieeinheiten

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

Die Energieeinheiten kann man leicht ineinander umrechnen:

1.000 J = 1 Kilojoule = 1kJ
1 Million J = 1 Megajoule = 1 MJ
1 Milliarde J = 1 Gigajoule = 1 GJ
1 Joule = 1 Wattsekunde (Ws)

3 600 KJ = 1 Kilowattstunde (kWh)
1 Kalorie (cal) = 4,18 Ws
1 Kilokalorie (kcal) =1.000 Kalorien

Energieumwandlung

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.

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

Bewusster Umgang mit Energie

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

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.

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.

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

- 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

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

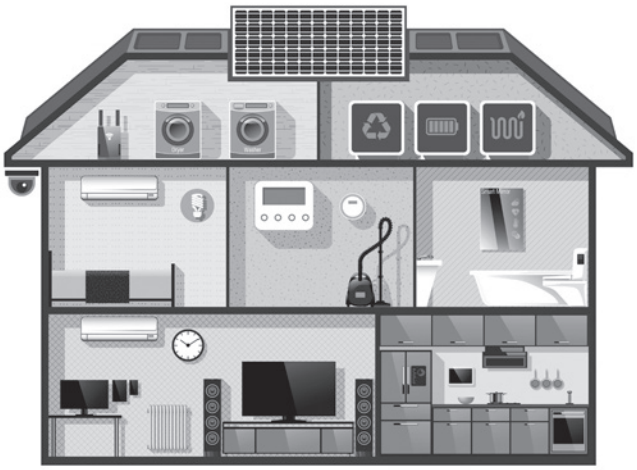
Hilfsmittel:

- 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.

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*

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 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 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.

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 präsente 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

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!“*

Automotor	Sonnenstrahlung (Sonnenenergie) → Strom
Glühbirne	Strom → Wärme
Sonnenkollektor	Kraftstoff → Wärme → Bewegung
…	…

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

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 betrieben 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 betrieben 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.

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.

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

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	Alters-stufe	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 Energieum-wandlung experimentell erarbeiten
Arbeitsauftrag 7: Knetkugeln	20 – 30 Min.	leicht	6 – 10	Knetgummi gemäß Anzahl der Gruppen	Konzept der Energieum-wandlung experimentell erarbeiten
Arbeitsauftrag 8: Bergwanderung	20 Min.	schwer	7 – 10	Arbeitsblatt, Schere, Klebstoff, Papier	Konzept der Energieum-wandlung erweitern und vertiefen
Arbeitsauftrag 9: Energieum-wandlung	15 Min.	schwer	8 – 10	Arbeitsblatt	Konzept der Energieum-wandlung erweitern und vertiefen
Arbeitsauftrag 10: Fotorally	45 Min.	mittel	6 – 10	Geräte um Fotos zu machen, alternativ Schreibzeug	Kritisch mit Stromverbrauch auseinandersetzen

DIE ZUSAMMENSETZUNG DER ERDE UND IHRER ATMOSPHÄRE SOWIE DIE DORT ABLAUFENDEN PROZESSE PRÄGEN DIE ERDOBERFLÄCHE UND DAS KLIMA

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Die Zusammensetzung der Erde und ihrer Atmosphäre, sowie die dort ablaufenden Prozesse, prägen die Erdoberfläche und beeinflussen das Klima. Die Sonnenstrahlung erwärmt die Erdoberfläche und verursacht Konvektionsströme in der Luft und den Ozeanen, wodurch ein Klima entsteht. Unter der Oberfläche verursacht die Wärme aus dem Erdinneren eine Bewegung im Schmelzgestein. Dies wiederum führt zu Bewegungen in den Platten, die die Erdkruste bilden, wodurch Vulkane und Erdbeben entstehen. Auch die feste Oberfläche verändert sich ständig durch die Bildung und Verwitterung von Gesteinen. (Harlen, 2015)

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Nach Wynne Harlen (2015) können bereits Vorschülerinnen und Vorschüler erste Aspekte dieses Konzepts verstehen. **Kinder im Alter von 5 bis 7 Jahren** sollten **bereits eine Idee davon haben, dass sich Luft um uns herum und auch weiter entfernt (z.B. am Himmel) befindet**. Sie begreifen, dass die Menge der Luft an der Erdoberfläche relativ konstant ist und dass das Wetter auf der Erde durch die Bedingungen und die Bewegung der Luft bestimmt wird. Das Wetter repräsentiert somit den aktuellen Zustand der Atmosphäre, der durch eine Reihe von ausgewählten meteorologischen Elementen (Lufttemperatur, Bewölkung, Luftdruck und -feuchtigkeit, Windrichtung und -geschwindigkeit usw.) gekennzeichnet ist. Durch die Messung dieser Eigenschaften über einen längeren Zeitraum können Muster gefunden werden, anhand derer das Wetter vorhergesagt werden kann. Wenn dieses Muster in einem bestimmten Gebiet über einen längeren Zeitraum auftritt, wird es als Klima bezeichnet. (Harlen, 2015).

Erdboden

Schülerinnen und Schüler im Alter von 7 – 11 Jahren können eine erste Idee davon entwickeln, welche Beschaffenheit unser Erdboden hat und aus was er besteht. Ein großer Teil der festen Oberfläche der Erde ist mit Erdboden bedeckt, der eine Mischung aus Teilen von Gesteinen unterschiedlicher Größe und Rückständen von Organismen ist. **Der fruchtbare Erdboden enthält Luft, Wasser und einige Chemikalien aus der Zersetzung von lebenden Komponenten, insbesondere Pflanzen.** Darüber hinaus finden wir auch viele andere lebende Organismen darin wie Insekten, Würmer und Bakterien. Zusätzlich gibt es ein solides Fundament, das aus verschiedenen Steinen und Gesteinsschichten besteht. Die Zusammensetzung des Bodens ist nicht überall gleich, sodass verschiedene Bodenarten unterschieden werden können.

Klima und Wetter

Schülerinnen und Schüler in diesem Alter können zudem verstehen, dass das Wetter und das Klima bestimmte Prozesse auf der Erde beeinflussen. Die Wind- und Wasseraktivität hat beispielsweise Auswirkungen auf die feste (Boden-)Schicht. Durch sie werden die Steine mit der Zeit abgetragen. Ein Beispiel hierfür ist Sand, welcher aus einer Mischung von feinen Gesteinskörnern und möglicherweise kleinen Kieselsteinen besteht. Die Zusammensetzung variiert je nach Ort und Beschaffenheit der Gesteine.

Wasserkreislauf

Etwa zwei Drittel der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt. Dies durchläuft verschiedene Prozesse innerhalb eines Kreislaufs und wird dabei in unterschiedliche Formen umgewandelt. Der Kreislauf beginnt mit der Verdunstung von Wasser an größeren Wasseroberflächen, Ozeanen, Wasserreservoirs usw. Anschließend wird der Wasserdampf in der Atmosphäre zu Wolken konzentriert, die durch die Luftströme bewegt werden. Wenn die Temperatur sinkt, beginnt der Wasserdampf zu kondensieren und fällt in Form von Regen (oder Schnee, Hagel etc.) auf die Erdoberfläche zurück. **Dieser gesamte Prozess wird als Wasserkreislauf bezeichnet.** (Harlen, 2015).

Schlüsselwörter:

Klimasystem der Erde

Klima

Wasserkreislauf in der Natur

Wetter

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Klimasystem der Erde

Das Klima zeichnet sich durch eine gewisse Zeit- und Raumstabilität aus. Seine Stabilität ist durch die Umgebung gegeben, in der es gebildet wurde. Wir nennen diese Umgebung ein **Klimasystem** (Pretel, 2012). Das Klimasystem ist ein interaktives System, das aus 5 **Hauptkomponenten** besteht, die miteinander interagieren: Atmosphäre, Hydrosphäre (Wasser auf der Erde), Kryosphäre (Eis und Schnee auf der Erde), Pedo- und Lithosphäre (Boden- und Gesteinsschichten) sowie die Biosphäre (lebende Organismen). Sie werden auch von vielen externen Mechanismen beeinflusst. Einer der wichtigsten Einflüsse sind die Sonne sowie die menschliche Aktivität, auch Noosphäre genannt. (Lapin, 2004)

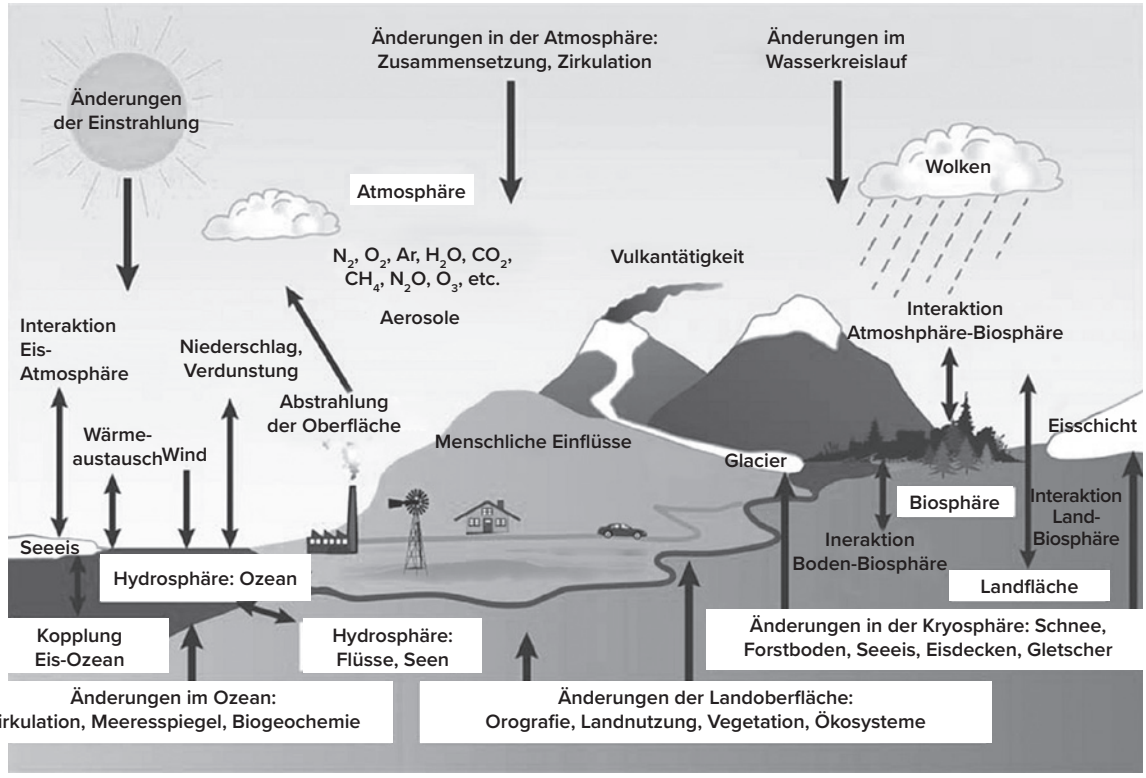


Abbildung 40: Schema des Klimasystems der Erde
(Quelle: LeTreutet al. (2007) In SHMU)

2.1.1 Atmosphäre

Prozesse in der Atmosphäre

Die Atmosphäre ist eine ca. 150 km starke gasförmige Hülle, die die Erde umgibt und der am wenigsten stabile und sich schnell verändernde Teil des Klimasystems ist. Sie besteht aus verschiedenen Gasen, hauptsächlich Stickstoff (78%), Sauerstoff (21%), Argon (0,093%), Kohlendioxid (0,03%) und anderen Spurengasen, z. B. Helium oder Wasserstoff. Der Anteil der Gase variiert in verschiedenen Atmosphärenstufen. **Ihre Aufgabe ist es, die Erde vor Sonneneinstrahlung zu schützen und gleichzeitig die Oberflächentemperatur der Erde zu regulieren.**

Zusätzlich zu diesen Gasen sind feste und flüssige Partikel (Aerosole) und Wolken, die miteinander wechselwirken, in der Atmosphäre vorhanden. Aerosole gelangen aus natürlichen Quellen (z. B. dem Meer, dem Erdboden, aus vulkanischer Aktivität usw.) oder aus anthropogenen Quellen (menschliche Aktivität) in die Atmosphäre. Neben der Wolkenbildung beeinflussen Aerosole direkt die Strahlungsbilanz, d. h. Streuung und Absorption der Sonnenstrahlung (Lapin, 2004).

Wasser

Eine sich schnell ändernde Komponente der Atmosphäre ist Wasser, da es in allen seinen Zuständen (gasförmig: Dampf, flüssig: Regen und fest: Eis) auftritt. Wasser ist in der Atmosphäre zeitlich und räumlich ungleich verteilt (mehr als 80% in den Tropen zwischen den Wendekreisen und mehr als 50% bis zu 1,5 km über der Erdoberfläche). **Das Wasser in der Atmosphäre wirkt sich direkt auf eine Reihe von meteorologischen Prozessen** (wie z.B. Bewölkung und Niederschlag) aus oder beeinflusst die Atmosphäre selbst (Treibhauseffekt, Strahlungs- und Energiebilanz der Erdoberfläche usw.). (Lapin, 2004).

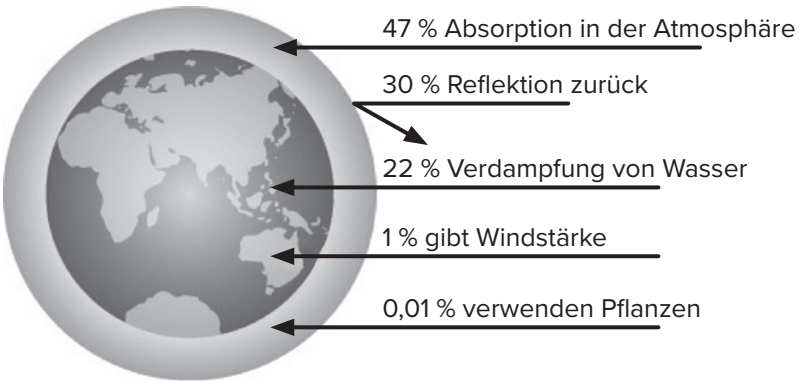


Abbildung 41: Sonnenenergie auf der Erde
(*Quelle: http://www.energoportal.org/obnovitelne-zdroje/energia-zo-slnka*)

Sonnenenergie fällt in Form von Strahlung auf die Erde. Sie besteht aus Wärme- und Lichtenergie in Form von elektromagnetischen Wellen.

Das Sonnenlicht, das auf die Erde trifft, kann unterteilt werden in:

- direkte Strahlung (Besonnung)
- diffuse Strahlung – die Strahlung, die mit der Erdatmosphäre wechselwirkt, d.h. beispielsweise absorbiert oder gestreut wird
- totale (globale) Strahlung – die gesamte, auf der Erdoberfläche eintreffende Strahlung (Summe aus direkter und diffuser Strahlung)
- reflektierte Strahlung – Strahlung, die von der Planetenoberfläche zurückgestrahlt wird. Ein Maß für dieses Rückstrahlungsvermögen ist die sogenannte „Albedo", welche das Verhältnis von zurückgestrahltem zu einfallendem Licht angibt.

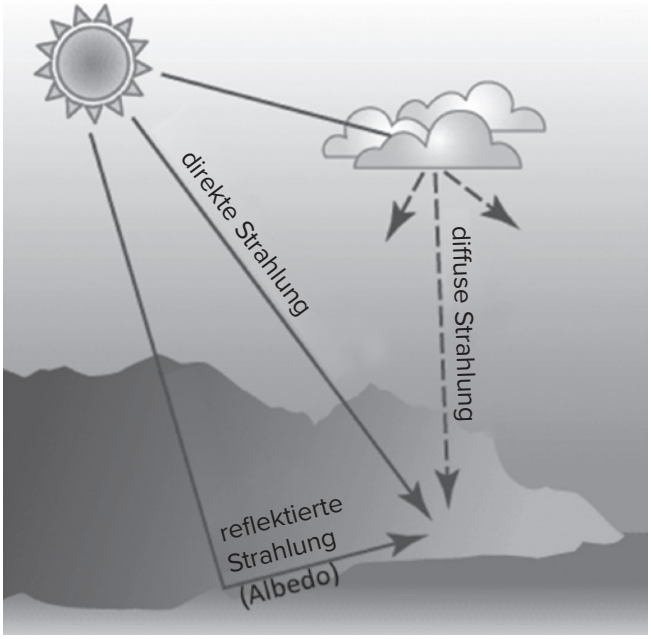


Abbildung 42: Arten von Sonnenstrahlung
(Quelle: https://bioclio.com/druhy-ziarenia-v-klimatologickej-praxi/)

Das Klima, die Vegetation und der Erdboden werden von der Menge der Strahlung beeinflusst, die von der Sonne in die Atmosphäre gelangt. So erwärmt sich beispielsweise der Erdboden im Laufe des Tages in Abhängigkeit von der Sonnenenergie.

Insgesamt ist die Sonnenenergie an vielen Prozessen auf der Erde beteiligt. Ein Teil der Energie kehrt z.B. als langwellige Strahlung (infrarot) in die Atmosphäre zurück, welche sich somit erwärmt. Ein anderer Teil dient zur Verdunstung von Wasser, entweder im Erdboden oder in den Blättern der Pflanzen, was das Wasser in die Atmosphäre zurückführt. Da die Verdunstung der Erdbodenfeuchtigkeit Sonnenenergie benötigt, hat der Erdboden einen starken Einfluss auf die (Oberflächen-)Temperatur. Die Beschaffenheit der Erdbodenoberfläche hingegen wirkt sich auch dynamisch auf Prozesse in der Atmosphäre aus. Durch die Windeinwirkung gelangt beispielsweise Staub (von trockenen oder sandigen Oberflächen) von der Erdoberfläche in die Atmosphäre (= natürliches Aerosol) und interagiert mit der atmosphärischen Strahlung.

Der menschliche Körper ist in der Lage, die Strahlung, welche auf die Körperoberfläche trifft, zu absorbieren. Dies geschieht jedoch nur teilweise. Der andere Teil wird reflektiert. Bei diesem Prozess wandelt sich **absorbiertes Licht/Sonnenenergie in Wärmeenergie/ thermische Energie um**. Die Fähigkeit, die Lichtmenge zu absorbieren, hängt von der Farbe ab – je dunkler das Objekt ist, desto mehr Licht wird absorbiert und umgekehrt je heller das Objekt ist, desto weniger Licht wird absorbiert. Deshalb wird uns an einem sonnigen Sommertag in einem schwarzen Hemd wärmer als in einem weißen. Ebenso werden andere schwarze Objekte in der Sonne heiß. Dies liegt daran, dass die schwarze Farbe Infrarotstrahlung absorbiert und weiße Farbe die Strahlung reflektiert.

Übertragung von Energie

Energie wird zwischen der Erdoberfläche und der Atmosphäre durch Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung übertragen:

- **Wärmeleitung** ist der Prozess, bei dem ein **Energietransfer zwischen Partikeln mit unterschiedlichen Temperaturen stattfindet**. Dabei wird meistens Wärme aus Bereichen mit höherer Temperatur in Bereiche mit niedrigerer Temperatur übertragen. Der größte Teil der Energie wird über Wärmeleitung auf der Erdoberfläche übertragen. In der Nacht kühlt die Erdoberfläche ab und nimmt die Wärme aus der Luft auf. Im Laufe des Tages erwärmt die Sonnenstrahlung die Erdoberfläche, was wiederum die Temperatur der Luft beeinflusst. Luft und Wasser hingegen sind relativ schwache Leiter
- **Bei der Konvektion (Strömung bzw. vertikale Luftbewegungen) wird Wärme übertragen, indem eine Gruppe von Molekülen von Ort zu Ort in der Substanz bewegt wird.** Die Konvektion kommt in Substanzen vor, deren Moleküle sich frei bewegen, wie z. B. Wasser und Luft. In der Atmosphäre beeinflusst sie das Steigen und Fallen von Luftmassen, denn die vertikalen Bewegungen verteilen effektiv Hitze und Feuchtigkeit über die gesamte Atmosphäre. Somit tragen sie auch zur Wolken- und Sturmentwicklung bei.
- **Strahlung** beschreibt die Form, in der die (**Sonnen**) **Energie von der Sonne zur Erde übertragen wird**. Die Intensität der Strahlung, die an der Erdoberfläche eintrifft, hängt beispielsweise vom Wetter und dem Stand der Sonne ab. Außerdem ist die Wellenlänge des Lichts ausschlaggebend dafür, wie stark die Sonnenstrahlung von der Atmosphäre absorbiert wird.

Treibhauseffekt der Atmosphäre

Abbildung 43: Übertragung von Energie
(*Quelle:http://kudzuacres.com/wwow/lessons/climate/atmospheric.html*)

Auswirkungen der Sonnenenergie auf die Prozesse auf der Erdoberfläche:

- beeinflusst den Wasserkreislauf
- erwärmt die Atmosphäre und die Erdoberfläche
- beeinflusst das Wetter und das Klima
- liefert die notwendige Energie für z.B. die Photosynthese von Pflanzen

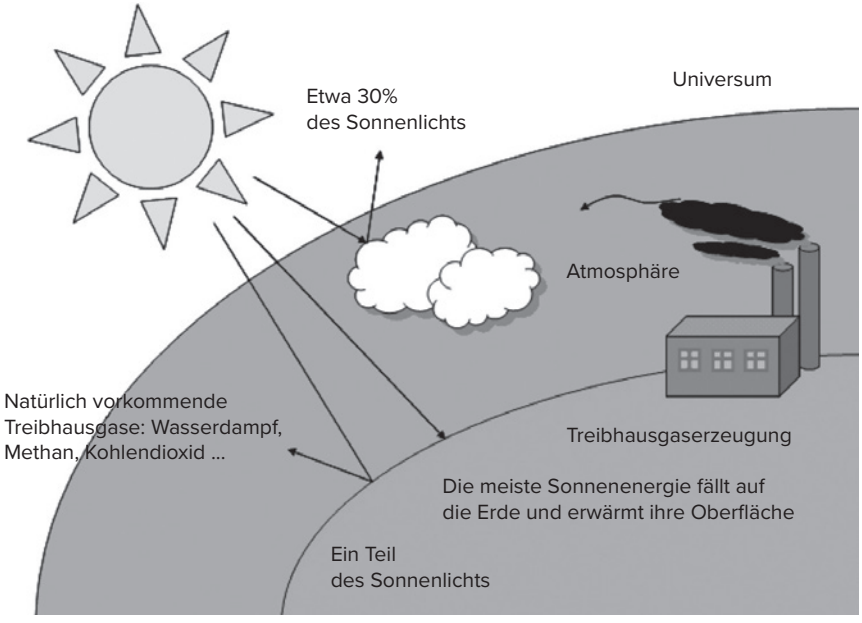


Abbildung 44: Sonnenenergie
(*Quelle: http://docplayer.cz/5057-11-obnovitelne-zdroje-energie-energie-vody-a-vetru-11-1-obnovitelny-a-neobnovitelny-zdroj-energie.html*)

Treibhauseffekt

Die Ursache des Treibhauseffekts hängt mit der **Akkumulation von so genannten Treibhausgasen** (auch bekannt als strahlungsaktive Gase – GHGs) in der Atmosphäre zusammen, die die Wärmestrahlung der Erde absorbieren und dadurch die Atmosphäre erwärmen. Auf diese Weise stabilisiert sich eine bestimmte mittlere Lufttemperatur in der Erdbodenschicht (jetzt sind es ca. + 15 °C).

Der Treibhauseffekt hat negative Auswirkungen auf die Menschheit. Wir unterscheiden jedoch auch den sogenannten natürlichen Treibhauseffekt der Atmosphäre, der eine Erhöhung der Bodentemperatur der Erdatmosphäre um 33 °C darstellt. Wenn der natürliche Treibhauseffekt nicht vorhanden wäre, würde die Temperatur minus 18 °C betragen (Lapin, 2004).

Das wichtigste Treibhausgas in der Atmosphäre ist Wasserdampf. Ausschlaggebend für den Gehalt in der Atmosphäre ist die Temperatur der Luft, in der die Wasserverdampfung und die Niederschlagsmenge ausgeglichen sind. Logischerweise steigt der Dampf umso mehr in der Atmosphäre, je mehr die Lufttemperatur ansteigt.

Neben Wasserdampf **sind z. B. Kohlendioxid, Methan, Lachgas, Ozon und Freone im Treibhausgas enthalten**. Treibhausgase **können aus natürlichen Quellen** (z. B. Atmung lebender Organismen, Verrottungsprozesse, vulkanische Aktivität usw.) und **aus anthropogenen Quellen stammen, d. h. menschliche Aktivitäten** (z. B. Verbrennung fossiler Brennstoffe, Zementproduktion, infolge der Abholzung der Wälder, Verbrennung von Biomasse usw.).

Treibhausgase können jedoch auch aus der Atmosphäre entfernt werden, indem sie zum Beispiel in höhere Schichten der Atmosphäre bewegt werden, auf der Erdoberfläche oder im Ozean gespeichert werden, aber auch durch chemische Umwandlung. !

2.1.2 Hydrosphäre

Hydrosphäre ist eine Komponente, die aus dem gesamten Wasser der Erde besteht und in Ozeanen, Flüssen, Bächen, Grundwasser oder Wasserdämpfen (außer Eis und Schnee) gespeichert werden kann. Die Ozeane, die etwa 70% der Erdoberfläche bedecken, sind für die Zirkulation von Wasser auf der ganzen Welt unerlässlich. Außerdem **werden sie als das thermische Reservoir des Planeten betrachtet, da das Wasser eine große Wärmekapazität hat** (d. h. die Wärme, die wir liefern müssen, um die Temperatur um 1 °C zu erhöhen). Einfach ausgedrückt, Wasser benötigt viel Energie, um sich zu erwärmen. Gleichzeitig ist es ein guter Kühler – es nimmt viel Wärme auf, ohne zu heiß zu werden.

Die Wasserzirkulation im Ozean ist auch eines der Mittel zur Energieübertragung vom Äquator zu den Polen. Zwischen Atmosphäre und Ozean befindet sich der Gasaustausch und Austausch der oben genannten Aerosolpartikel (Pretel, 2012). Der meiste Dampf in der Atmosphäre kommt aus den Ozeanen. **Die meisten Niederschläge landen wieder im Ozean. Etwa zwei Drittel kehren durch einen Wasserkreislauf in die Atmosphäre zurück.** Ozeane wirken nicht nur als Quelle reichlicher Feuchtigkeit für die Atmosphäre, sondern auch als Wärmequelle. Die Zirkulation des Ozeans wird durch die Erwärmung von Oberflächenwasser in tropischen Zonen und Abkühlung in Polarregionen angetrieben. Große Strömungen wie der nördliche Golfstrom bringen viel Wärme zum Pol der Erde und tragen so zur Entstehung vieler Arten von Wetterphänomenen bei. Sie sorgen auch für Wärme in den umliegenden Städten.

Wasser verändert auch die Erdbodeneigenschaften erheblich – Albedo (der Anteil der reflektierten Sonnenstrahlung von der Planetenoberfläche; hohe Albedo-Gebiete, z. B. schneebedeckte Gebiete, niedrige Albedo-Gebiete, z. B. Vegetationsflächen), Wärmeleitfähigkeit und Pflanzenschutz (Lapin, 2004). !

2.1.3 Wasserkreislauf

Wie oben erwähnt, ist Wasser auf der Erdoberfläche Teil der Hydrosphäre. Die Menge ist nahezu konstant, nur die Form ändert sich. Wassermoleküle können über einen sehr langen Zeitraum in einer Form und in anderen Formen nur für einen kurzen Zeitraum verbleiben.

Prozesse des Wasserkreislaufs

Der Wasserkreislauf auf der Erde wird durch verschiedene Prozesse sichergestellt:

- **Kondensation** – Änderung des gasförmigen Zustands in Flüssigkeit
- **Sublimation** – Änderung des Festzustandes direkt in Gas (gasförmiger Zustand) ohne vorheriges Schmelzen
- **Niederschlag** – Kondensation von Wassermolekülen in Tröpfchen, die in Form von Niederschlag (Schnee, Regen, Gletscher) auf die Erdoberfläche fallen
- **Transpiration** – Wasser wird durch Pflanzen von den Wurzeln zu den Blättern geleitet, wo es verdampft und an die Atmosphäre abgegeben wird
- **Oberflächenabläufe** – Wasser fließt über den Boden von den oberen zu den unteren Teilen
- **Infiltration** – Wasseraustritt durch poröse Erdböden
- **Perkolation** – Bewegung des Grundwassers unter der Erdoberfläche

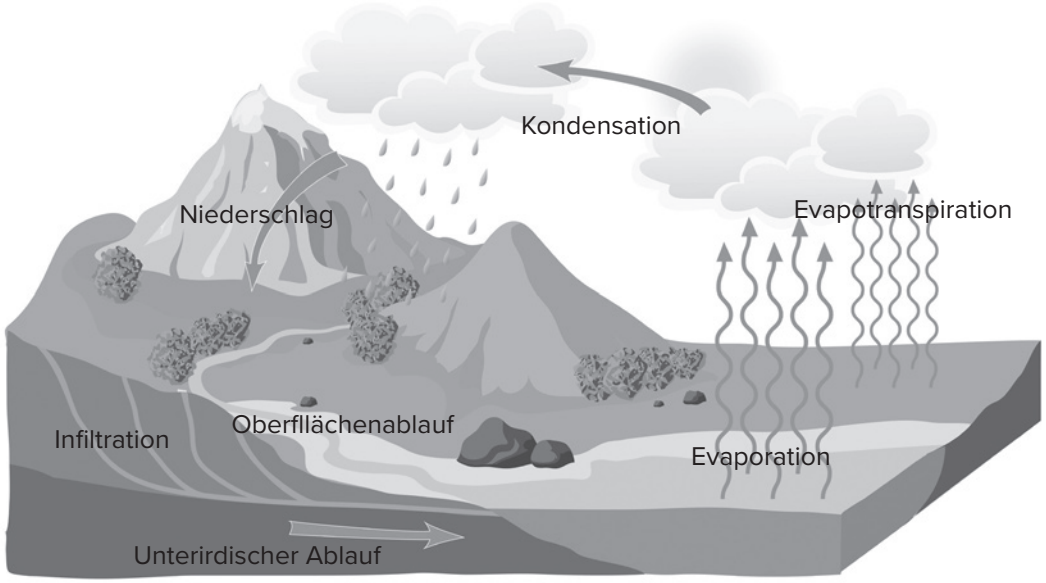


Abbildung 45: Wasserkreislauf in der Natur

Änderungen im Zustand

Die Masse kann in 3 Aggregatzuständen vorkommen – gasförmig, flüssig und fest.

Der Feststoff hat eine gleichbleibende Form und Volumen. Die Feststoffe werden in kristalline und amorphe Substanzen getrennt. Ein typisches Merkmal für kristalline Substanzen ist die regelmäßige Anordnung von Partikeln (z. B. Diamant, Salz, verschiedene Metalle – Kupfer, Zink, Blei usw.). Umgekehrt haben amorphe Substanzen keine regelmäßige Partikelanordnung (z. B. Glas, Wachs). Flüssige und gasförmige Substanzen können frei „fließen" und sich der Form des Behälters anpassen. **Eine Änderung des Aggregatzustands tritt normalerweise durch Änderung der Temperatur auf, d. h. durch kühlen und heizen.** In der Literatur können wir auch **einen sogenannten vierten Aggregatzustand finden, der Plasma genannt wird**. Es ist ein ionisiertes Gas aus Ionen und

Elektronen (möglicherweise aus neutralen Atomen und Molekülen). Es hat keine feste Form und kann elektrischen Strom leiten und auf magnetische Felder reagieren.

Phasenumwandlung

Wenn wir den Aggregatzustand der Materie von einem zum anderen ändern, sprechen wir über Phasenumwandlung. Die Phasenumwandlung verändert auch einige Eigenschaften von Substanzen, wie z. B. Volumen, Dichte, Wärmeleitfähigkeit usw.

- **Erhitzen –** beim Erhitzen eines Körpers, der aus einer kristallinen Substanz (z. B. Eis, Metall) besteht, steigt die Temperatur, bis sie den Schmelzpunkt (unterschiedlich für verschiedene kristalline Substanzen) erreicht und sich der Zustand von fest zu flüssig ändert. Der Schmelzpunkt der kristallinen Substanz hängt vom Außendruck ab. Beim Erhitzen einer amorphen Substanz erweichen die Substanzen allmählich und werden allmählich zu einer Flüssigkeit. Im Gegensatz zu kristallinen Substanzen haben sie keinen bestimmten Schmelzpunkt. Zum Beispiel kann Holz nicht bis zum Schmelzpunkt erhitzt werden – es zersetzt sich. Der Schmelzpunkt wird, wie aus der Wintersaison bekannt, durch Streuen von Salz reduziert. Wenn wir den gefrorenen Gehweg mit Salz bestreuen, reduzieren wir die Schmelztemperatur und Eis schmilzt. Bei Erwärmung erhöhen die meisten Substanzen ihr Volumen. Eine Ausnahme ist zum Beispiel Eis, das während des Erhitzens sein Volumen verringert und im Gegenteil beim Erstarren zunimmt.
- **Verfestigung** – bei der Abkühlung der Flüssigkeit, die aus dem Erhitzen der kristallinen Substanz resultiert, findet ihre Veränderung am Gefrierpunkt statt, d. h. sie ändert sich in Feststoff. Fester Zustand entsteht jedoch nicht sofort. Wenn die Flüssigkeit den Gefrierpunkt erreicht, wird der sogenannte Kondensationskern nach und nach gebildet, mit denen nacheinander weitere Partikel verbunden und angeordnet werden. Bei Verfestigung verringern die meisten Substanzen ihr Volumen.
- **Sublimation** – ist die Umwandlung eines Feststoffs in eine gasförmige Substanz, z. B. Jod, Kampfer, Trockeneis, ohne den flüssigen Zustand zu durchlaufen.
- **Desublimation** – ist der entgegengesetzte Prozess zur Sublimation. Es ist also die Umwandlung der Substanz vom gasförmigen in den festen Zustand. Das Gas geht ohne Kondensation direkt in den Feststoff über.
- **Verdampfung** – eine Umwandlung von Flüssigkeit in Gas, die auf der Oberfläche einer flüssigen Substanz bei jeder Temperatur stattfindet, bei der der flüssige Zustand vorliegt. Die Verdampfungsgeschwindigkeit hängt von der Art der Flüssigkeit (beispielsweise ist die Verdampfung des Äthers am schnellsten), von der Temperatur (mit zunehmender Temperatur steigt die Verdampfungsgeschwindigkeit) und von der Größe der Oberfläche ab. Mit zunehmender Temperatur steigt auch die Verdampfungsgeschwindigkeit.
- **Kondensation** – Umkehrung der Verdampfung d. h. Änderung des gasförmigen Zustands in Flüssigkeit. Diese Änderung tritt beispielsweise beim Absenken der Temperatur auf.

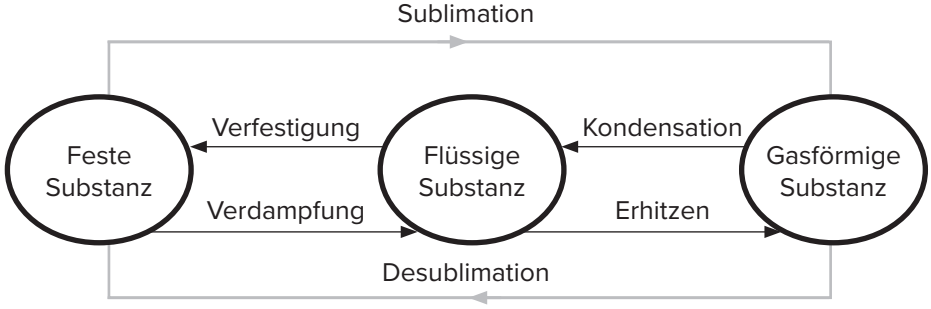


Abbildung 46: Änderung des Zustands von Substanzen

2.1.4 Kryosphäre, Lithosphäre und Biosphäre

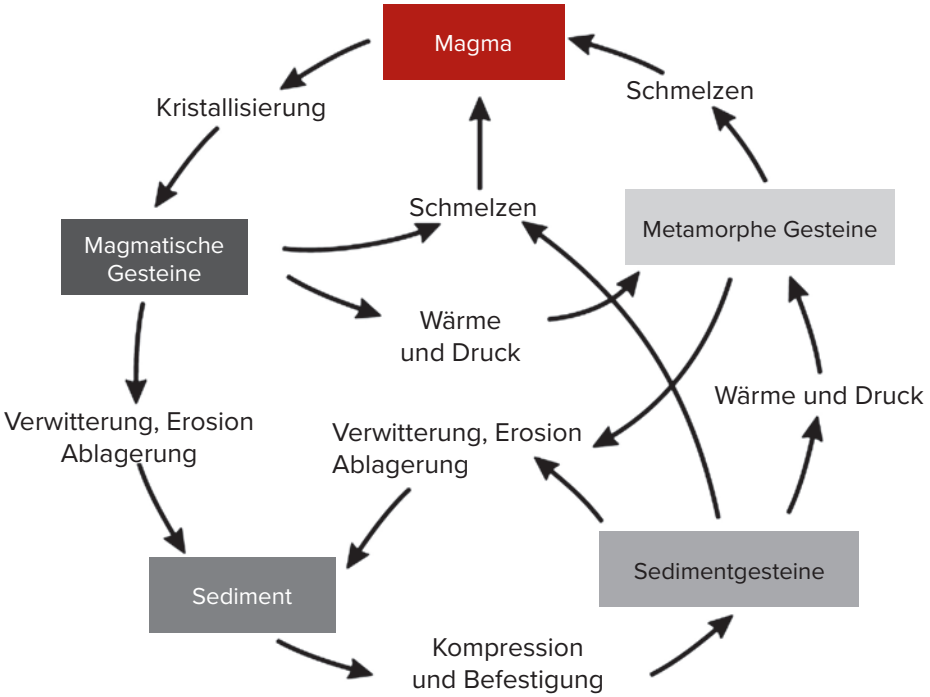
In der Kryosphäre finden wir alles Eis und Schnee auf der Erdoberfläche, Gletscher, Schneeschichten und Permafrost (d. h. dauerhaft gefrorener Boden). Wie bereits erwähnt, kann Schnee große Mengen Sonnenlicht abprallen lassen (hohe Albedo).

Lithosphäre

Die Lithosphäre repräsentiert den oberen Teil der Erdkruste. Wir schließen hier die Landoberfläche, aber auch den Meeresboden ein. **Es gibt erhebliche Unterschiede zwischen Ozean- und Kontinentalkruste, insbesondere in Bezug auf Dicke und Zusammensetzung.** Das Festland hat eine Krustendicke von etwa 35 km und besteht aus drei Schichten. Die untere Schicht besteht meistens aus Basalt, die mittlere aus Granit und umgewandeltem Gestein, die obere Schicht bilden Sedimente. Die ozeanische Kruste ist im Vergleich zum Festland dünner – ungefähr 5-10 km. In der Zusammensetzung besteht sie aus ähnlichen Schichten wie die Landschichten, mit Ausnahme der Granitschicht.

Die verschiedenen Gesteinsschichten enthalten verschiedene Fossilien (der Schlüssel zur Datierung der geologischen Vergangenheit). Fossilien bestehen aus den Überresten von Tieren oder Pflanzen, die in der vorherigen geologischen Periode lebten. Fossilien liefern somit Informationen zum relativen und absoluten Alter von Gesteinen sowie zu Spuren vergangener geologischer Ereignisse, zum Klima und zur Entwicklung der Erde. Gesteine sind natürlich vorkommende Aggregate, die aus einem oder mehreren Mineralien bestehen. Sie bestehen aus Material, das sich seit ihrer Entstehung auf der Erde befindet, mit Ausnahme von Meteoritenmaterial. Im Prozess der Gesteinsbildung können wir über den Gesteinszyklus sprechen, der die Veränderungen im Laufe der Zeit veranschaulicht (ein Zyklus kann Millionen von Jahren dauern).

In diesem Zyklus werden Gesteine durch verschiedene Prozesse umgewandelt, die an zwei Orten stattfinden – an oder in der Nähe der Erdoberfläche (Verwitterung, Erosion und Ablagerung) und tief unter der Erdoberfläche (Schmelzen, Überdruck, Hochtemperatur).



Abbildun 47: Gesteinszyklus
(Quelle: http://creation.com/the-rock-cycle)

Gesteinszyklus

Dieses Diagramm zeigt einen Gesteinszyklus. Ein metamorphes Gestein wandelt sich nach dem Erwärmen (bis zum Schmelzpunkt) in Magma um. Wenn es zu einer Umgebung käme, in der es allmählich abkühlen und allmählich kristallisieren würde, würde es ein magmatisches Gestein bilden. Um zu einem Sedimentgestein zu werden, muss es mehrere Prozesse durchlaufen, wie Verwitterung und Erosion, die es in kleinere Stücke zu Trümmern zersetzen. Wenn sich dieses Sediment geologisch verfestigt, wird zu einem festen Felsen (dem sogenannten Sedimentgestein). Mit der Zeit und unter Einwirkung von Wärme und Druck wird daraus metamorphes Gestein. **Direkte Pfeile innerhalb eines Gesteinszyklusdiagramms zeigen an, dass jede Gesteinsart durch verschiedene Prozesse in jede andere Gesteinsart umgewandelt werden kann.**

Es gibt **verschiedene Prozesse** auf der Erdoberfläche, die in **äußere** (über der Erdoberfläche wirkende) und **innere** (unter der Erdoberfläche wirkende) Prozesse unterteilt sind.

Äußere Prozesse

Unter den äußeren Prozessen finden wir:

1. **Wetterbedingungen:** Zerfall von Gesteinen in kleinere Stücke (hilft bei der Erdbodenbildung):
   - **Physikalische Verwitterung** – das Gestein zerfällt durch physikalische Einwirkungen in kleinere Fragmente, z. B. wenn das Wasser in Risse in den Felsen eindringt und dort gefriert. Bei der Verfestigung von Wasser vergrößert das Wasser sein Volumen, wodurch das Gestein bricht.

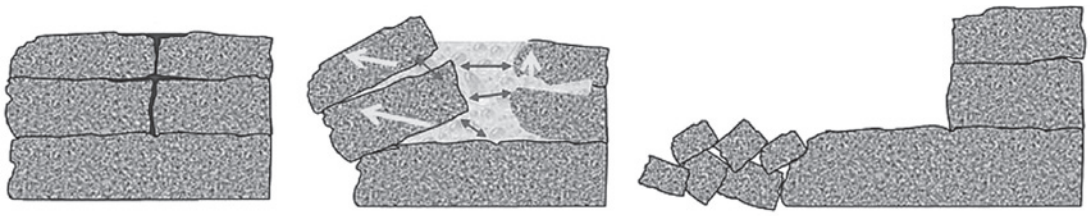


Abbildung 48: Physikalische Verwitterung
(Quelle http://www.geo.fuberlin.de/en/v/geolearning/mountain_building/weathering/Erosion3/index.html)

   - **Chemische Verwitterung** – Zersetzung von Gesteinen, verursacht durch Änderungen in ihrer chemischen Zusammensetzung. Änderungen treten auf, wenn das Gestein Luft oder Wasser ausgesetzt ist. Z. B. Regenwasser bildet zusammen mit Kohlendioxid eine schwache Säure, die bestimmte Mineralien im Gestein auflöst.

2. **Erosion:** ein Prozess, der Gesteinsmaterial an der Erdoberfläche abträgt:
   - **Gravitation und Wasser** – Gravitation bewirkt, dass Wasser aus dem Hang fließt. Fließendes Wasser erodiert die Oberfläche, durch die es fließt.
   - **Gletscher** – schmilzt und trägt Steine ab.
   - **Wind** – Wind bricht die Erdbodenoberfläche auf und trägt dann Partikel, die sich an anderer Stelle ablagern, ab.

Innere Prozesse

Die internen Prozesse, die unter der Erdoberfläche ablaufen, bilden z. B.:

- **Faltengebirge** – entsteht durch Platten, die Druck aufeinander ausüben. Durch Kräfte in der Erdkruste werden die Platten nach oben gedrückt oder bewegen sich aufeinander zu und ihre Struktur verformt sich somit. Auf diese Weise bilden sich Gebirgsketten. Bruchschollengebirge entstehen, wenn die Kräfte in der Erdkruste einzelne Bruchschollen herausheben. Die Bruchlängen können einige Meter bis zu mehreren hundert Kilometern betragen. Komplexe, die durch einen Bruch getrennt werden, werden Blöcke genannt.

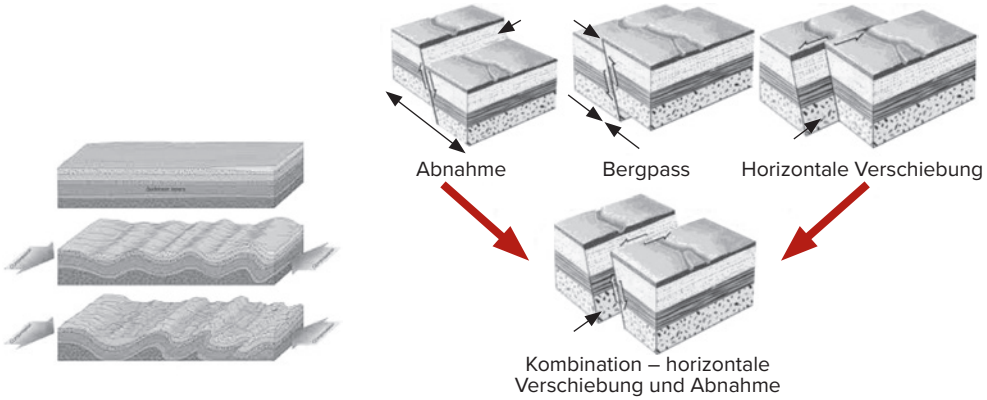


Abbildung 49: Faltung und Brüche

(Quelle:http://web.gccaz.edu/~lnewman/gph111/topic_units/fold_fault_eq/fold_fault_eq2.html; http://geol.jex.cz/menu/geologicke-struktury)

- **Erdbeben** – verursacht durch starke Vibrationen, wenn Felsblöcke in einen tektonischen Bruch versetzt werden.
- **Vulkane** – in einfachen Worten sind sie Löcher in der Erdkruste, durch die die Lava aus dem Untergrund fließt. Lava wird abgekühlt, um ein festes Gestein zu bilden.

Zusammensetzung des Erdbodens

Der Erdboden liegt zwischen der Oberfläche und dem Muttergestein. **Er ist in Schichten mit spezifischen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften unterteilt.** Der Erdboden besteht aus mehreren Komponenten. Etwa 50% des Volumens entfällt auf Poren, die Bodenluft und Bodenlösung (Wasser) enthalten und 50% auf mineralische und organische Stoffe.

Der Mineralanteil beträgt 95-99% der festen Bodenkomponente. Hingegen, der organische Anteil beträgt nur 1-5%.

Der Mineralgehalt des Erdbodens kennzeichnet die mineralogische, chemische und Kernzusammensetzung des Bodens. Der organische Anteil des Erdbodens besteht auslebenden **organischen Substanzen** (z. B. Wurzeln von Vegetationspflanzen) und **leblosen organischen Substanzen** (Humus, abgestorbene Pflanzenreste, Tiere).

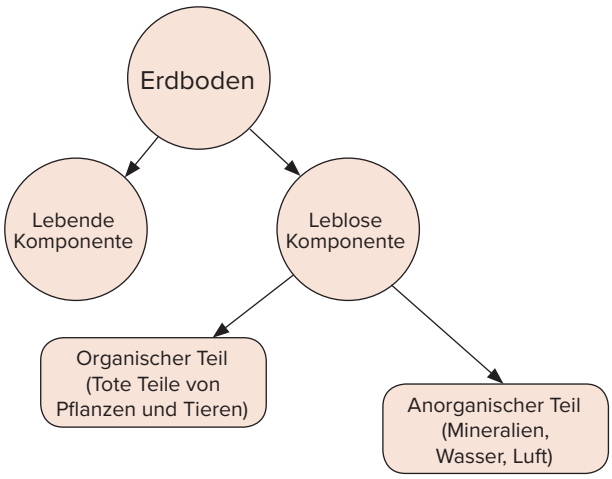


Abbildung 50: Zusammensetzung des Erdbodens

Bodenarten

Der Boden wird durch den prozentualen Anteil der einzelnen Kornfraktionen in sogenannte Bodenarten unterteilt. Hierfür gibt es mehrere nationale und internationale Klassifikationen. Insbesondere im slowakischen Umfeld wird eine **Klassifizierung von Nováková** verwendet, **die den Boden in 7 Arten nach dem Grobtongehalt** (Anteil unter 0,01 mm) **klassifiziert** (Darstellung von Bodenarten, 2017):

Kernkategorien	Partikelgehalt <0,01 mm	Darstellung in %
Erdboden leicht	– Sand (0 – 10%) – Lehm-Sand (10 – 20 %)	6,4
Erdboden mittleres Gewicht	– Sand-Lehm (20 – 30 %) – Lehm (30 – 45 %)	73,2
Erdboden schwer	– Klei-Lehm (45 – 60 %)	17,1
Erdboden sehr schwer	– Keil (60 – 75 %) – Tone (75 > %)	3,3

Tabelle 1: Darstellung von Bodenarten
(Quelle *http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/pd/pd.aspx)*

- **Leichte Böden** – Tongehalt bis zu 20%. Dieser wird als Sandboden bezeichnet. Sie können sehr schnell heizen, aber auch an der Oberfläche abkühlen. Oberflächen werden schnell erhitzt und gekühlt. Unter dem Gesichtspunkt der Permeabilität betrachten wir sie als die durchlässigsten Böden (siehe folgende Tabelle). Sie trocknen sehr schnell und es wird weniger Humus gebildet.
- **Mittelschwere Böden** – Tongehalt von 20 bis 45 %. Dieser Bodentyp bietet die am besten geeigneten Bedingungen für das Wachstum der meisten Pflanzen. Wasser wird sehr leicht durchgelassen.
- **Schwere Böden** – Tonanteil beträgt mehr als 45%. Diese Art von Erdboden gilt als am wenigsten durchlässig.

Kategórie pôdy a ich charakteristika z hľadiska vodopriepustnosti	
Pôdy a ich charaktiristika z hľadiska vodonepriepustnosti	Koeficient filtrácie kf (m/deň)
Kategória pôdy I. Dobre priepustné kf ≥ 10	
Riečny štrk	300 - 500
Štrk	100 - 125
Piesok : hrubozrnný s prevládajúcou frakciou 0,5 -1 hrubozrnný mierne ílový s prevládajúcou frakciou 0,5 -1 Strednozrnný , rovnorodý s prevládajúcou frakciou 0,25 - 0,5 Strednozrnný, hlinitý s prevládajúcou frakciou 0,25 - 0,5 Drobnozrný, hlinitý s prevládajúcou frakciou 0,1 - 0,25	 60 - 75 35 - 40 35 - 50 20 - 25 10 - 15
Kategória pôdy II. Vodopriepustné kf = 1 až 10	
Piesky, popraskané horniny	1 - 10
Piesok prachový rovnorodý s prevládajúcou frakciou 0,01-0,05	1,5 - 5
Kategória pôdy III. Málo vodopriepustné kf = 0,01 až 1	
Sliene, pieskovce	0,01 - 1
Piesok prachový, ílovitý s prevládajúcou frakciou 0,01 - 0,05	0,5 - 1
Hlinito piesčitá pôda	0,3 - 1
Hlinitý piesok	0,08-1
Kategória pôdy IV. Celkom málo vodopriepustné kf = 0,001 až 0,01	
Ílovité pieskovce, hlinitopiesčité pôdy	0,001 - 0,01
Kategória pôdy V. Nepriepustné, prakticky vodovzdorné kf ≤ 0,001	
Mastné hlinitopiesčité pôdy	menej než 0,001

Abbildung 51: Erdböden in Bezug auf die Wasserdurchlässigkeit

(*http://api.ning.com/files/TJcsUspNfmNhz7VtXqRQtu3j0RBGJL3QpV9ByTzm9g8EBKTkA--goiDkNiYKaStcuVheE5rBhBVwWcP6veFopRReghXOQ0VT/Kategoriepodyaichcharakteristikazhladiskavodopriepustnosti.pdf*)

Die Lithosphäre ist eng mit der Biosphäre verbunden, die alle lebenden Organismen umfasst. Die Vegetation verhindert die Reflexion großer Mengen Sonnenlichts (niedrige Albedo). Außerdem beeinflusst sie durch Photosynthese den Austausch von Gasen zwischen der Oberfläche und der Atmosphäre und beeinflusst die Verdampfung von Wasser.

2.2 Wetter und Klima

Obwohl wir zwischen Klima und Wetter eine Verbindung finden, ist es notwendig, zwischen ihnen zu unterscheiden.

Klima

Der Begriff **Wetter** umfasst den **aktuellen Zustand und die Prognose innerhalb von 10 Tagen**. Unter den **klimatischen Bedingungen** verstehen wir ein **langfristiges Wetter für mindestens 30 Jahre** (Lapin, 2016). **Klima ist ein Langzeitwettermodus, der den Verlauf meteorologischer Elemente und Phänomene** (Lufttemperatur, Bewölkung, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und -geschwindigkeit usw.) **über mehrere Jahrzehnte hinweg kennzeichnet**. Es ist durch das energetische Gleichgewicht der Luftzirkulation, den Charakter der aktiven Oberfläche sowie durch Eingriffe des Menschen bedingt.

Wetter

Das Wetter ist nicht stabil, aber es ändert sich im Verlauf einiger Jahre. Für jedes Klima gibt es ein typisches Wetter, d. h. wir können über normales Wetter sprechen. Unter **normalem Wetter verstehen wir eine Entwicklung, die mit dem langfristigen Wetter vereinbar ist**. Starke Stürme, Überschwemmungen, Hagelstürme oder hohe Temperaturen sind normal, wenn sie nicht zu oft auftreten. In der Praxis werden 50% der Fälle, die dem langfristigen Durchschnitt am nächsten kommen, als normal angesehen. Wetterextreme sind selten und kommen weniger als einmal in 50 Jahren vor. Das normale Wetter wird im Allgemeinen aus Beobachtungen von mindestens 30 Jahren berechnet (Lapin 2004).

Klimafaktoren

Das Klima wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die wir Klimafaktoren nennen. Das Klima wird durch das Zusammenspiel folgender Faktoren bestimmt: **Sonnenlicht** (die Intensität wird durch Breitengrad, Höhe und Bewölkung der Region bestimmt), **physikalisch-geographische Bedingungen** (insbesondere Relief, Höhe, Breitengrad), **atmosphärische Zirkulation** (die Verbreitung des Luftstroms, der das Relief beeinflusst, Küsten großer Wasserflächen, Luftreibung auf der Erdoberfläche) und **Menschen** (insbesondere das Wachstum von CO2 und anderen Gasen in der Atmosphäre).

Meteorologische Elemente

Die grundlegenden meteorologischen Elemente umfassen:

- **Lufttemperatur** – gemessen an Wetterstationen in einer Höhe von 2 m über dem Boden im Schatten. Messwerte werden in Grad Celsius angegeben.
- **Bewölkung** – erklärt den Wolkenbedeckungsgrad des Himmels und beeinflusst die Sonnenscheindauer. Sie hat auch eine Bedeutung für das thermische Gleichgewicht der Erdoberfläche. In der Meteorologie wird die Bewölkung in Achteln ausgedrückt (in der Klimatologie wird sie in Dezimalzahlen unterteilt). Das Zeichen 1/8 bedeutet also, dass keine Wolke den Himmel bedeckt und umgekehrt, im Fall von 8/8 können wir den vollständig bewölkten Himmel beobachten:

Abbildung 52: Bewölkung
(Quelle: http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/oblacnost/)

Wolken

Wolken werden nach ihrer Form in zwei Hauptkategorien unterteilt: **Konvektions- oder Cumuluswolken** (aus dem lateinischen *cumulus* = Akkumulation) und **Schicht- oder Stratuswolken** (aus dem lateinischen *stratus* = Schicht).

Wir können sie auch aus einer vertikalen Höhenperspektive unterteilen. Die Gruppe der **niedrigen** (bis zu 2 km) **besteht aus Stratus, Nimbostratus, Cumulus und Stratocumulus**.

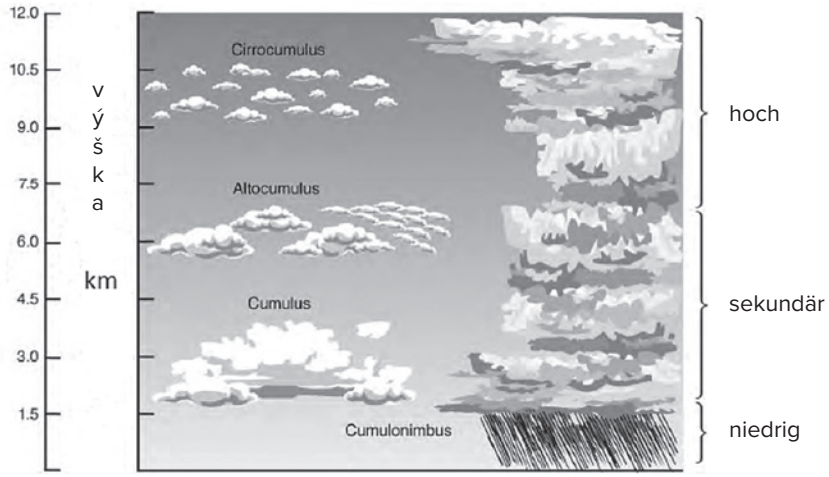


Abbildung 53: Wolken in Bezug auf die vertikale Höhe 1

Cumuluswolken sind dich und weiß und erinnern an Wattebäusche. Sie treten entweder als separate Wolken oder als dichter Wolkenhaufen auf. Während Cumuluswolken mit gutem Wetter verbunden sind, sind die Stratuswolken dunkelgrau, niedrig, gleichmäßig geschichtet oder bedecken den gesamten Himmel und sind normalerweise mit Regen verbunden.

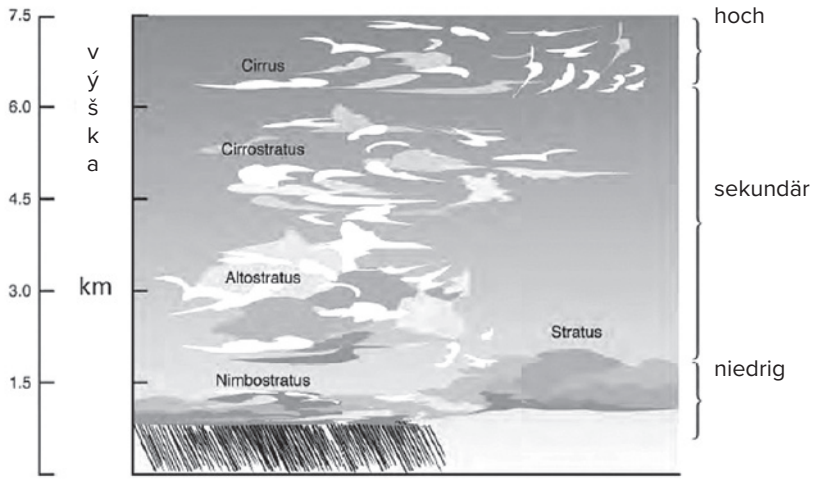


Abbildung 54: Wolken in Bezug auf die vertikale Höhe 2

Die Gruppe **der mittleren Wolken liegt zwischen 2 und 5 km und ist mit dem Präfix Alto** (Altostratus und Altocumulus) **gekennzeichnet**. **Hohe Wolken befinden sich über 5 km im kalten Bereich der Troposphäre und sind mit einem Cirro- oder Cirrus-Präfix gekennzeichnet.** In dieser Höhe gefriert das Wasser, sodass die Wolken fast immer aus Eiskristallen bestehen. Diese Wolken sind flockenartig und oft durchsichtig (Cirrus, Cirrostatus und Cirrocumulus). Vertikale Wolken haben starke Aufwärtsströmungen und

bilden sich in großen Höhen und umfassen Cumulonimbus, bei dem es sich um sehr große, erhabene dunkle Wolken handelt, die normalerweise mit starken Regenfällen und Stürmen verbunden sind.

! **Atmosphärischer Luftdruck** – stellt den Grad der Kraft dar, der von der Masse der Atmosphäre auf der Erdoberfläche an einem bestimmten Ort ausgeübt wird, und ihre Größe hängt von der über der Oberfläche liegenden Luftmenge ab. Genau deshalb nimmt der Luftdruck mit abnehmender Höhe ab, der höchste Druck liegt knapp über der Erdoberfläche. Die Grundeinheit des Drucks ist Pascal (Druck 1 N (Newton) pro 1 m^2). In der Meteorologie wird er in Hektopascal [hPa] ausgedrückt. Es können jedoch auch Bezeichnungen in Milibar [mbar] oder Torren (1 Torr ~ 4/3 hPa) auftreten. Der Standard-Luftdruck beträgt 1013,25 hPa (bei einer Höhe von 0 Metern und einer Temperatur von 0 °C). **Der Luftdruck wird mit Barometern gemessen.** Wenn der Druck mit der Temperatur steigt (meistens in niedrigeren Höhen), können wir mit schönem Wetter rechnen – dann verlangsamt sich der Druckanstieg oder stoppt. Wenn der Druck jedoch schnell (oder langfristig) abnimmt, können wir mit Regen oder Stürmen rechnen. **Mit zunehmender Höhe ändert sich auch die Luftdichte.** Die Luft ist am dichtesten an der Oberfläche der Erde. Luftmoleküle bewegen sich immer noch und ihre Bewegung variiert mit der Temperatur. Die Erhöhung der Temperatur erhöht auch die Bewegung von Molekülen. Eine erhöhte Bewegung führt auch zu einer stärkeren gegenseitigen Spannung der Moleküle. Wenn es abgekühlt ist, ist es das Gegenteil. Aus diesem Grund vergrößern die Substanzen ihr Volumen beim Erhitzen und nehmen beim Abkühlen ab.

Luftfeuchtigkeit – ist ein allgemeiner Begriff, der sich auf den **Wasserdampfgehalt in der Luft** bezieht. Wir unterscheiden zwischen absoluter und relativer Luftfeuchtigkeit. Die absolute Luftfeuchtigkeit ist die tatsächliche Wasserdampfmenge pro Luftvolumen. Die relative Luftfeuchtigkeit gibt das Verhältnis zwischen der aktuellen und der maximal möglichen Luftsättigung bei einer bestimmten Temperatur in der Atmosphäre an. Innerhalb der Luftfeuchtigkeit unterscheiden wir auch **den sogenannten Taupunkt**, der eine Temperatur darstellt, bei der die Luft maximal mit Wasserdampf gesättigt ist, mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von bis zu 100%. Wenn die Temperatur unter den Taupunkt fällt, tritt Wasserdampfkondensation (d. h. Verflüssigung) auf.

Wind

Wind und seine Geschwindigkeit – der Wind ist der **Luftstrom, der zwischen zwei Orten mit unterschiedlichem Luftdruck auftritt** (vom höheren Druck zum niedrigeren Druck). Bei der Beschreibung des Windes müssen zwei grundlegende Variablen beachtet werden, nämlich die **Geschwindigkeit und Richtung**. Die Windgeschwindigkeit wird mit einem Anemometer gemessen und die Windrichtung wird mit einem Windsack in 10 m Höhe über dem Boden (gemessen in m/s oder km/h) gemessen. Winde werden nach der Richtung benannt, aus der sie kommen. Zum Beispiel strömt der Nordostwind von Nordosten nach Süden. Die Windrichtung wird auch mittels eines Winkels von 0° (Norden) bis 360° (Norden) bezeichnet:

Deutsche Benennung	Entsprechende Winkel in °
Nord-Nordosten	22,5
Nordosten	45
Ost-Nordosten	67,5
Osten	90
Süd-Südosten	112,5
Südosten	135
Süd-Südosten	157,5
Süden	180

Deutsche Benennung	Entsprechende Winkel in °
Süd-Südwesten	202,5
Südwesten	225
West-Südwesten	247,5
Westen	270
West-Nordwesten	292,5
Nordwesten	315
Norden	360

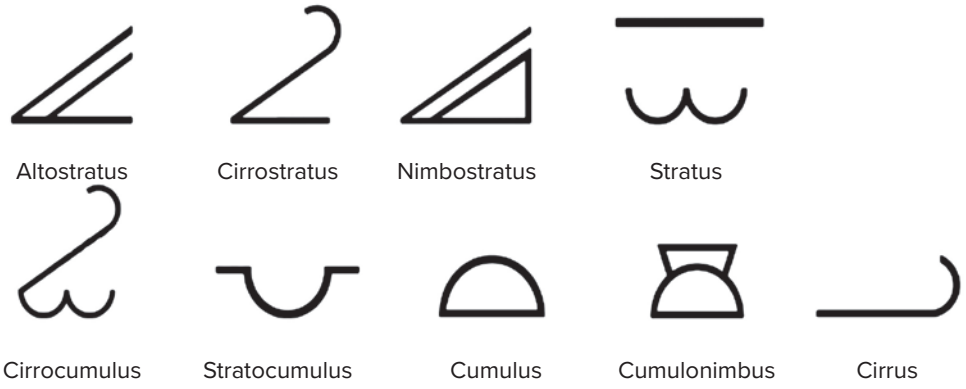
Tabelle 2: Windrichtung in Winkeln

Des Weiteren gibt es auch die sogenannte Windböe, die die maximale Windgeschwindigkeit darstellt, die mindestens 3 Sekunden andauert und innerhalb von 3 Minuten auftritt.

Die obigen meteorologischen Elemente können auch mit Hilfe **schematischer Symbole** ausgedrückt werden, die die Erfassung des beobachteten Wetters erleichtern:

Abbildung 55: Schematische Wettersymbole
(Quelle: http://www.visualdictionaryonline.com/earth/meteorology/international-weather-symbols/clouds.php https://www.tpocasi.cz/meteorologicke-pojmy/ostatni/)

Aus dem Vorherigen Abschnitt ist deutlich geworden, dass das Klima insbesondere durch die Energie der Sonne geprägt und beeinflusst wird. Es gibt viele andere Faktoren für diesen Prozess (Klimawandel), wie zum Beispiel Wasser, die Oberfläche der Erde, die Form der Erde, Tiere und dergleichen. Wir können sagen, dass die Natur des Klimas aus der Zusammenarbeit aller oben genannten Teile des Klimasystems der Erde resultiert, die die Erdoberfläche bilden.



3. METHODISCHE LEITLINIEN FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

- Im Zusammenhang mit der Meteorologie ist es wichtig, sich mit den grundlegenden Begriffen vertraut zu machen: dass die Luft auch ein Gewicht hat, dass die Luftdichte mit der Temperatur variiert, dass kühlere Luft eine höhere Dichte als wärmere Luft hat und dass eine ungleichmäßige Wärmeverteilung Luftbewegungen verursacht.

- Darüber hinaus erfahren die Schüler, wie die Farbe der verschiedenen Oberflächen die Umgebungstemperatur beeinflusst. Bei der Untersuchung des Einflusses der Farbe auf die Temperatur finden die Schüler heraus, dass die Temperaturunterschiede, die von den verschiedenen Farben der Bodenoberfläche beeinflusst werden, zu signifikanten Änderungen der Luftbewegung führen.

- Der Aufgabenfokus kann in drei Gruppen unterteilt werden. In der ersten Gruppe werden **die grundlegenden Naturereignisse in der Atmosphäre** (Verdampfung, Kondensation usw.) **untersucht**. Sie untersuchen auch die Luft und ihre Eigenschaften (z. B. ihr Gewicht) und ihre Änderungen in Bezug auf andere Bedingungen der Umgebung.

- In der zweiten Gruppe von Aufgaben gehen sie allmählich zur **Wetterübersicht über die meteorologischen Grundelemente und deren Einfluss auf die Art des Wetters** über, wobei sich die Schüler auf die Erkenntnisse der ersten Arbeitsgruppe stützen.

- Die letzte Reihe von Aufgaben betrifft die **Bildung der Erdoberfläche durch verschiedene Einflüsse**, z.B. das Wetter.

3.1 Entwicklung der Idee über die grundlegenden Prozesse in der Atmosphäre

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- zwei Ballons, Schnur, PET-Flasche (oder Glasflasche), Sand, ein Holzstäbchen, ein Holzstift, Wäscheklammer (oder ein Korken), zwei Deckel

Arbeitsvorgang:

Der Versuch wird gestartet, indem die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler fragt, ob sie der Meinung sind, dass Luft etwas wiegt. Er/Sie diskutiert mit den Schülerinnen und Schülern über das Thema, wobei er/sie ihre Vorstellungen über Luft festhält. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, vorzuschlagen, wie sie herausfinden und messen können, ob Luft etwas wiegt. Wenn die Schülerinnen und Schüler keine Idee haben, fragt der Lehrer oder die Lehrerin, wie sie herausfinden würden, ob der größere Ballon schwerer als der kleinere Ballon ist. Die Schülerinnen und Schüler nehmen sich Zeit, um darüber nachzudenken oder eine einfache Zeichnung zu erstellen. Sie diskutieren dann ihre Vorschläge, die sie (soweit möglich) umsetzen werden.

Wenn die Schülerinnen und Schüler keine Idee haben, gibt die Lehrerin oder der Lehrer ihnen ein Arbeitsblatt, auf dem ein Bild mit einer Waage darauf zu sehen ist. An beiden Enden ist der Ballon gebogen (so lang wie die Schnur), einer wird so aufgeblasen, dass er größer als der andere, aufgeblasene Ballon ist. Für die Herstellung von Gewichten können 1,5-2 Liter PET-Flaschen verwendet werden, die zur besseren Stabilität befüllt werden können z. B. mit Sand (oder Glasflasche). Sie erstellen aus dem restlichen Material eine Waage (siehe Abbildung). Anstelle einer Wäscheklammer können sie einen Korken verwenden, auf den sie das Holzstäbchen legen (wir empfehlen, die Waage vor der Tätigkeit vorzubereiten).

Abbildung 56: Gleichgewichtsskalen

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, sich zu fragen, ob die Ballons ein unterschiedliches oder gleiches Gewicht haben. Sie halten ihre Vermutungen auf dem Arbeitsblatt fest, wobei die Lehrerin oder der Lehrer eine Begründung verlangt. Sie überprüfen dann ihre Vermutungen, indem sie eine Waage (z. B. PET-Flaschen und Speilen) konstruieren. Anschließend schreiben sie die Ergebnisse auf und vergleichen sie mit den Vermutungen. Zum Schluss erstellen die Schülerinnen und Schüler eine Schlussfolgerung

mithilfe der erhaltenen Ergebnisse. Die Schülerinnen und Schüler erkennen durch diesen Versuch, dass Luft eine Materie ist und Gewicht hat. Je größer der Ballon aufgeblasen wurden, desto schwerer wird er.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- zwei Ballons, Schnur, PET-Flasche (oder Glasflasche), Sand, ein Holzstäbchen, ein Holzstift, Wäscheklammer (oder ein Korken), zwei Deckel

Arbeitsvorgang:

In der zweiten Aufgabe bestimmen die Schülerinnen und Schüler, ob das Gewicht der Ballons je nach Temperatur gleich oder unterschiedlich ist. Das heißt, ob sich ihr Gewicht mit der Lufttemperatur ändert. Die Lehrerin oder der Lehrer stellt den Schülerinnen und Schülern Arbeitsblätter zur Verfügung, in denen Gleichgewichtsskalen und aufgeblasene Ballons dargestellt werden. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, zu überlegen, ob sich das Ballongewicht mit der Änderung der Temperatur verändert. Danach diskutiert die Lehrerin oder der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern und verlangt, dass sie ihre Ideen begründen (zugrundeliegendes Wissen/Erfahrung z. B. ich halte die warme Luft für „leichter", weil ein Heißluftballon ja auch fliegen kann).

Nach der Diskussion wird die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auffordern, Möglichkeiten zur Überprüfung ihrer Ideen vorzuschlagen. Wie kann man die Luft in den Ballons erwärmen und abkühlen? Ein Ballon kann beispielsweise auf einem sonnigen Fensterbrett oder unter einer Tischlampe (nicht zu nah, um den Ballon nicht platzen zu lassen) oder auf einem Heizkörper platziert werden und der andere für einige Minuten, z. B. in den Kühlschrank. Bevor der Versuch durchgeführt wird, müssen die Schülerinnen und Schüler jedoch das Gewicht der Ballons prüfen, bevor sie beeinflusst werden. Beide Ballons sollten das gleiche Gewicht haben, d. h. die Waage sollte sich im Gleichgewicht befinden. Dazu wird die Waage vor dem Abgleichen der Ballontemperatur so eingestellt, dass sie sich im Gleichgewicht befindet (mit hängendem Ballon). Wenn warme Luft aufsteigt (ihre Dichte ist geringer als die Dichte kalter Luft), wird der Heißluftballon „leichter" als ein kalter Luftballon.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- 2 Einmachgläser, 2 Ballons, 2 Gummis, Schere, 2 größere Behälter, kaltes Wasser, heißes Wasser

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe untersuchen die Schüler erneut die Lufteigenschaften in Abhängigkeit von der Temperatur.

Abbildung 57: Einmachglas mit Ballon als Deckel

Zu Beginn der Aufgabe stellt die Lehrerin oder der Lehrer den Schülerinnen und Schülern zwei Einmachgläser (3 dcl) zur Verfügung. Es ist ratsam, die Gläser mindestens 15 Minuten vor Beginn des Versuchs im Klassenzimmer zu haben (aufgrund der Lufttemperatur). Dann nimmt er/sie ein Glas, um den Ballon mit einem Gummiband zu befestigen (zur besseren Handhabung kann die Schüler den Ballon zerbrechen) und fragt die Schülerinnen und Schüler, ob sie der Meinung sind, dass die Lufttemperatur einen solchen Ballon beeinflussen kann und wie sie ihn beeinflussen kann. Die Lehrerin oder der Lehrer diskutiert mit den Schülerinnen und Schülern. Die Ideen, was mit dem Ballon passieren könnte, wenn sich die Temperatur ändert, schreiben die Schülerinnen und Schüler auf das Arbeitsblatt. Nach der Diskussion werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, Möglichkeiten zur Überprüfung ihrer Annahmen vorzuschlagen.

Die Lehrerin oder der Lehrer sollte (wenn möglich) alle Vorschläge zur Verifizierung machen. Falls die Schülerinnen und Schüler nichts vorschlagen, wird die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler mit Fragen zu seinem Vorschlag bringen: In die zwei gleichen Behälter wird die gleiche Menge Wasser eingegossen, einer ist heiß und der andere kalt (etwa 4 cm vom Boden des Bechers). Da die Schülerinnen und Schüler zu einer objektiven Untersuchung der Realität geführt sind, sollte das Wasservolumen in beiden Behältern gleich sein. Anschließend werden die Becher mit dem Ballon sofort in jeden Behälter gestellt. Auf diese Weise überprüft die Schülerin und der Schüler ihre/seine Annahmen anhand von Beobachtungen.

Dann kann die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler fragen, ob sie der Meinung sind, dass diese Reaktion reversibel ist, das heißt, wenn wir einen Becher mit einem konvexen Ballon in das kalte Wasser geben oder, wenn wir ihn in den Kühlschrank stellen, ob sich der Ballon in seine ursprüngliche Position zurückbewegt.

Die Erkenntnis, dass die Lufttemperatur Auswirkungen auf seine Eigenschaften hat (in diesem Fall die Luftdichte), ist ein wichtiger Schritt für die weitere Erkundung des Wetters – Luftdruck. Der Lehrer muss den Schülern das Konzept der Luftdichte nicht erklären. Ein wichtiges Ergebnis für Schüler ist, dass die Luft ihre Eigenschaften ändert, wenn die Temperatur geändert wird, d. h. beim Erhitzen steigt es nach oben und beim Abkühlen nach unten. Die Bewegung der Partikel in der Luft ändert sich ebenfalls mit der Temperatur der Partikel – mit zunehmender Temperatur des Moleküls verringert sich auch das Volumen der Substanzen während des Aufheizens und schrumpft während des Abkühlens.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- 2 gleiche Einmachgläser mit Deckel, 2 Thermometer, Knete, Stoppuhr, weißes und schwarzes Papier (gleiches Material), Klebstoff

Arbeitsvorgang:

In der vierten Aufgabe untersuchen die Schüler, wie die Lufttemperatur von der Farbe abhängig ist. Die Schüler werden einen wichtigen Faktor (Farbe) untersuchen, der zu unterschiedlichen Oberflächentemperaturen der Erde führen kann. Lehrer können das Concept Cartoons © -Bild mit dem Namen Schwarzes und Weißes Fahrzeug zu Beginn der Aktivität verwenden, das auch im Arbeitsblatt enthalten ist:

© S Naylor and B Keogh

Abbildung 58: Schwarzes und Weißes Fahrzeug

Die Schülerinnen und Schüler werden gefragt, in welchem Auto es wärmer sein wird, wenn die Sonne auf beide scheint – in dem weißen oder dem schwarzen Auto. Die Lehrerin oder der Lehrer erlaubt den Schülerinnen und Schülern über die dargestellten Aussagen im Bild nachzudenken – die Schülerinnen und Schüler schließen sich der Aussage/Aussagen an, mit deren Begründung sie einverstanden sind. Wenn sie mit keiner Aussage einverstanden sind, können sie ihre eigene erstellen.

Die Lehrerin oder der Lehrer diskutiert dann mit ihnen, welcher Aussage sie zustimmen bittet sie um eine Begründung. Es ist ratsam, wenn die Schülerinnen und Schüler ihre Meinung durch ihre eigenen Erfahrungen begründen (z. B. *„Ich denke, das dunkle Auto wird wärmer, weil ich Barfuß über eine Asphaltstraße gelaufen bin und meine Füße mehr brannten als wenn ich auf dem Rasen gestanden hätte.“*). Sie werden ihre Vermutungen in die Arbeitsblätter schreiben.

Die Lehrerin oder der Lehrer fragt dann die Schülerinnen und Schüler, wie sie ihre Vermutungen überprüfen können. Sie/Er erlaubt den Schülerinnen und Schülern in Gruppen zu diskutieren, wie ein Versuch entworfen werden kann, um ihre Annahmen über das angezeigte Phänomen zu überprüfen. Die Schülerinnen und Schüler können vorschlagen, dass sie sich zum Beispiel mit einem weißen und schwarzen Hemd kleiden können – auf

diese Weise würden sie wahrscheinlich die Temperatur nicht messen können (es wäre nur ein subjektiver Ausdruck). Im Falle eines Problems mit dem Vorschlag hilft die Lehrerin oder der Lehrer ihnen mit dem Vorschlag.

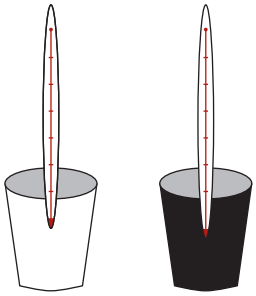


Abbildung 59: Schwarzes und Weißes Glas

Dieses Problem kann mit zwei identischen Bechern (z. B. Plastik-/Papierbecher) untersucht werden, von denen einer in weißes Papier und der andere in schwarzes Papier eingewickelt ist. Es ist wichtig, dass die Papiere der gleichen Art sind und nur eine andere Farbe haben. An der Oberseite der Becher setzen sie einen Deckel auf, in den das Loch zum Platzieren des Thermometers vorgebohrt wird (so angepasste Deckel können im Voraus vorbereitet werden). Sie platzieren das Thermometer so in der Deckelöffnung, dass die Skala über dem Deckel und der untere Teil des Thermometers unter dem Deckel liegt (die Thermometer sollten den gleichen Wert Anzeigen). Das Thermometer wird mit Knete im Deckel befestigt, um ein Austreten von Wärme zu verhindern. Auf diese Weise unterstützt der Lehrer die Entwicklung der Fähigkeit, die Realität objektiv zu untersuchen.

Dann platzieren sie das Thermometer in die Gläser. Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass weder ein Loch noch eine Fuge im Deckel sein sollte, durch die die Wärme entweichen kann. Die so gebildeten Becher werden in das Sonnenlicht gestellt. Nach ungefähr 30 Minuten überprüfen die Schüler den Wert und schreiben die Ergebnisse auf.

Eine kompliziertere Variante kann sein, die Temperatur in beiden Bechern in regelmäßigen Abständen (z. B. alle 5 Minuten) aufzuzeichnen. Damit die Schüler ihre Zeit kontrollieren können, können sie beispielsweise eine Sanduhr oder eine Stoppuhr verwenden. Die Ergebnisse werden erneut aufgezeichnet und auf deren Grundlage schaffen sie eine Schlussfolgerung, indem sie zu Beginn der Aktivität, zu der Frage zurückkehren, die sie beantworten wollen.

Auf diese Weise ermutigt die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, ihre Fähigkeiten zur Messung und Schlussfolgerung aus den erworbenen Werten zu entwickeln. Die Schülerinnen und Schüler stellen fest, dass die hellen und dunklen Oberflächen (aus dem gleichen Material) einen unterschiedlichen Temperaturanstieg aufweisen, wobei die gemessene Temperatur im dunklen Behälter höher ist als die Temperatur (dunkle Oberflächen absorbieren Sonnenenergie) im weißen Behälter (weiße oder helle Flächen reflektieren die Energie der einfallenden Strahlung). Je höher die Absorption, desto höher ist die Temperatur im Behälter (Auto).

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- 2 gleiche Einmachgläser mit Deckel, 2 Thermometer, Knete, Stoppuhr, weißes und schwarzes Papier (gleiches Material), Klebstoff

Arbeitsvorgang:

Diese Aufgabe kann als das Gegenteil der vorherigen Aufgabe betrachtet werden. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, zu untersuchen, welcher Behälter (weiß oder schwarz) sich schneller abkühlt. Das heißt, wenn beiden Behälter außerhalb der Sonne stehen (z. B. im Schatten im Klassenzimmer oder in einem kühleren Raum), fällt die Temperatur schneller ab, bis sie schließlich konstant bleibt. Selbst in diesem Fall können Schülerinnen und Schüler einen Temperaturabfall erfahren, z. B. im Abstand von drei Minuten.

Die Lehrerin oder der Lehrer kann auf den Erkenntnissen der vorherigen Aufgabe aufbauen und die Schülerinnen und Schüler fragen, ob sie der Meinung sind, dass die Temperatur in den Behältern auch anders fällt oder ob sie gleichmäßig abfallen wird oder überhaupt nicht. Nach der Diskussion schreiben die Schülerinnen und Schüler ihre Annahmen auf das Arbeitsblatt und die Lehrerin oder der Lehrer bespricht sie mit den Schülerinnen und Schülern. Sie/Er stellt fest, ob die Schülerinnen und Schüler ihre Antworten nur vermitteln oder ob sie auf ihrem Wissen oder ihrer Erfahrung basieren. Sie schreiben ihre Ergebnisse auf und ziehen daraus Schlussfolgerungen.

Die Schülerinnen und Schüler wissen bereits, dass sich der weiße Behälter weniger erwärmt als der dunkle, weil er mehr Energie von der Sonne reflektiert. Schwarze Oberflächen absorbieren mehr Energie und emittieren gleichzeitig mehr Licht als die weißen Oberflächen.

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- 5 gleiche Einmachgläser mit Deckel, 5 Thermometer, Knete, Stoppuhr, farbiges Papier (gleiches Material), Klebstoff (jede Gruppe kann 1 oder 2 Gläser zum Vergleich vorbereiten)

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe kann die Lehrerin oder der Lehrer auf Aufgabe 4 aufbauen. Die Schülerinnen und Schüler werden nun jedoch die Auswirkungen verschiedener Farben auf die Temperatur in den Behältern untersuchen. Die Farbe des Behälters kann beliebig gewählt werden (außer Weiß und Schwarz, Zahl 3 – 5).

Einzelne Farben und deren Einfluss auf die Temperatur in Behältern werden erfasst und verglichen. Je nach den gewählten Farben färbt die Schülerin oder der Schüler die Gläser im Arbeitsblatt ein. Dann ordnet er die Gläser so an, beginnend bei den Gläsern, die sich am meisten erwärmt haben (geben sie 5 an), bis zu denen, die sich am wenigsten erwärmt haben (1). Sobald Ideen gesammelt wurden, bespricht sie die Lehrerin oder der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern. Sie/Er wird feststellen, ob sich die Schülerinnen und Schüler auch auf die Erkenntnisse aus der vorherigen Aufgabe beziehen.

Nach der Diskussion bereiten sie Gläser vor, die sie mit Farbpapier der von ihnen gewählten Farbe einwickeln. In diesem Fall gibt die Lehrerin oder der Lehrer den Schülerinnen und Schülern die Anweisung, die gleichen Becher (Material, Form) und den gleichen Papiertyp zu verwenden (sie unterscheiden sich nur in der Farbe). Sie/Er sollte sie auch darauf hinweisen, dass sie nur noch eine Lage Papier verwenden sollten. Sie setzen oben einen Deckel aus Knete auf, der ein Thermometer hält. Sie stellen die Gläser an denselben Ort – am besten da, wo die Sonne direkt scheint. Sie überprüfen dann ihre Annahmen.

Die Schülerinnen und Schüler sollten die Temperatur zu einer bestimmten Zeit (z. B. jede Minute) aufzeichnen, bis die Temperatur konstant bleibt. Jede Schülerin und jeder Schüler in der Gruppe kann eine Temperaturänderung eines Bechers aufzeichnen. Sie werden ihre Ergebnisse aufschreiben und sie mit den Annahmen vergleichen.

Am Ende ordnen sie die Farben vom „wärmsten bis zum kältesten", d. h. von denen, die die meiste Energie absorbieren, bis zu denen, die die Energie der Sonnenstrahlen am stärksten reflektieren.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Eiswürfel, Waagen (ggf. Messglas), farbige Kunststoffbehälter mit Deckel (oder mit farbigem Papier umhüllte Kunststoffbehälter), Uhren

Arbeitsvorgang:

Für eine genauere Untersuchung der Wirkung der Farbe auf die Temperatur kann die Lehrerin oder der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern ein Versuch durchführen, in dem sie die Wirkung der Farbe auf das Schmelzen des Eises untersuchen. Wenn die Schülerinnen und Schüler bereits wissen, dass dunkle Farbe im Vergleich zur hellen mehr Energie erhält und gleichzeitig mehr Energie gibt, werden sie untersuchen, wie es für verschiedene Farben und Eis sein wird.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es daher herauszufinden, in welchem Behälter (z. B. Plastik mit Deckel) das Eis schneller schmilzt. Auch hier ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler bei der Auswahl des Behälters und der Eismenge auf die Einhaltung der gleichen Bedingungen aufmerksam gemacht wird. Die Behälter sollten gleich sein (gleiches Material, Form, Größe). Um die gleiche Menge Eis zu erhalten, können sie es z. B. wiegen. Das Gewicht der Eiswürfel sollte ungefähr gleich sein. Sie werden ihre Annahmen noch einmal in das Arbeitsblatt eintragen.

Wir empfehlen, dass die Lehrerin oder der Lehrer das Eis einen Tag im Voraus vorbereitet – er kann es in einer Tupperdose bringen.

Da sie bereits wissen, wie sich die Farbe auf die Temperatur aus früheren Aufgaben auswirkt, legt die Lehrerin oder der Lehrer großen Wert darauf, eine Möglichkeit zu finden, ihre Annahmen zu überprüfen. Das Eis schmilzt in allen Behältern – es ist wichtig herauszufinden, in welchem mehr und in welchem weniger ist. Die Schülerinnen und Schüler sollten daher ein genaues Verfahren vorschlagen, mit dem diese Unterschiede jeweils identifiziert werden. Sie werden sie messen können. Sie markieren ihr Verfahren im Arbeitsblatt. Nach einer vereinbarten Zeit (z. B. 25 Minuten) werden sie Eis aus den Behältern beispielsweise wiegen und sie vergleichen das Gewicht, bevor sie es in Behälter füllen oder indem sie die in einzelnen Behältern enthaltene Wassermenge mit Hilfe eines Messbechers messen. Das Ergebnis halten die Schülerinnen und Schüler fest.

Die Schülerinnen und Schüler stellen fest, dass das Eis in den dunklen Behältern im Vergleich zu den hellen Behältern mehr geschmolzen ist.

Eine andere Option kann darin bestehen, die Temperatur in den Behältern (Behälter aus Aufgabe 5) mit unterschiedlichen Inhalten zu vergleichen – z. B. gefüllt mit Wasser, Sand, Kies, Lehm und dergleichen.

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- Behälter in verschiedenen Formen, Messglas (Messzylinder)

Arbeitsvorgang:

Ziel dieser Aufgabe ist es zu untersuchen, was mit dem Wasser im Behälter bei Sonnenlicht geschieht. Die Lehrerin oder der Lehrer kann die Aktivität so beginnen, dass er das Wasser im Glas auf dem Balkon vergessen hat. Am nächsten Tag fand er nur ein leeres Glas. Sie/Er bespricht mit den Schülerinnen und Schülern, was mit dem Wasser passiert ist und ob sie schon einmal so eine Erfahrung gemacht haben (z. B. Regenbecken, Wasser im Kinderbecken im Garten usw.). In der Diskussion geht es um das Konzept der Verdampfung.

Sie/Er fragt dann, ob es ihrer Meinung nach wichtig ist, in welchem Behälter sich das Wasser befindet – die Gläser in verschiedenen Formen, alle aus demselben Material, das gleiche Wasservolumen und die gleiche Stelle. Die Schülerinnen und Schüler schreiben ihre Annahmen auf die Arbeitsblätter. Sie/Er diskutiert dann mit ihnen wieder über ihre Annahmen und bittet sie um Begründung. Im nächsten Schritt bittet sie/er die Schülerinnen und Schüler um Vorschläge, wie sie ihre Annahmen überprüfen können. Der Vorschlag ergibt sich mehr oder weniger aus der Aufgabenvorgabe. Die Lehrerin oder der Lehrer führt bei der Gestaltung die Schülerinnen und Schüler zur Planung eines objektiven Verfahrens, d. h. um zu erkennen, dass es wichtig ist, für alle untersuchten Behälter die gleichen Bedingungen einzuhalten – die gleiche Wassermenge und die gleiche Anordnung.

Die gleiche Menge Wasser in die Kunststoff-/Glasbehälter geben (ca. 2 dcl). Der Wasserstand in den Behältern wird mit schwarzem Filzstift markiert. Anschließend werden die Behälter an derselben Stelle angeordnet, z. B. auf dem Fensterbrett. Die Gläser werden im Zeitraum von 5-7 Tagen überwacht. Am letzten Tag messen die Schülerinnen und Schüler die Restwassermenge mit Hilfe des Messglases und vergleichen dies mit der ursprünglichen Wassermenge. Die Schülerinnen und Schüler werden also feststellen, dass die Verdampfungsrate von der Beschaffenheit der Oberfläche abhängt, d. h. je größer die Oberfläche, desto schneller erfolgt die Verdampfung.

Am Ende der Übung kann die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler fragen, ob und wie sie die Verdampfung verhindern können. Die Schülerinnen und Schüler schreiben/schreiben ihre Vorschläge auf. Anschließend diskutiert die Lehrerin oder der Lehrer über die Vorschläge. Wenn möglich, setzen die Schülerinnen und Schüler die Vorschläge um. Die Schülerinnen und Schüler können zum Beispiel vorschlagen, die Behälter abzudecken, um ein „Wasserleck“ zu verhindern.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- • 2 PET-Flaschen (wir empfehlen dicke), oder Aluminiumflaschen, farbiges Papier, Schere, Bleistifte, Pipette, warmes Wasser (kann auch aus einem Wasserkocher stammen – ca. 50 °C), kaltes Wasser

Arbeitsvorgang:

Wir empfehlen, das Arbeitsblatt in 2 Teile aufzuteilen – jede Aufgabe auf einem separaten Papier.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, zu erforschen, wie die Temperatur die Verdampfungsgeschwindigkeit beeinflusst. Zu Beginn der Aktivität kann die Lehrerin oder der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern besprechen, was sie tun würden, wenn sie ihr T-Shirt mit Wasser begießen, um so schnell wie möglich wieder trocken zu werden. In den Diskussionen sollten auch Vorschläge gemacht werden, bei denen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Möglichkeiten zur Erhöhung der Wärme identifizieren, um das Wasser schneller verdampfen und das T-Shirt schneller trocknen zu lassen. Sie zeichnen/schreiben ihre Vorschläge auf das Arbeitsblatt (erstes Aufgabenblatt).

Dann geht die Lehrerin oder der Lehrer zur nächsten Aufgabe über. Er fragt die Schülerinnen und Schüler, wo das Papier früher trocknet – an einem warmen oder kalten Gegenstand? Bevor sie ein Arbeitsblatt mit einer anderen Aufgabe erhalten, bespricht die Lehrerin oder der Lehrer das Thema mit den Schülerinnen und Schülern. Am Ende der Diskussion fragt sie/er, wie sie ihre Annahmen überprüfen würden. Wenn die Schülerinnen und Schüler nichts vorschlagen oder ihre Vorschläge unrealistisch sind, wird die Lehrerin oder der Lehrer ihren/seinen Vorschlag einreichen, der im Arbeitsblatt enthalten ist.

Die Schülerinnen und Schüler schreiben ihre Annahmen in das Arbeitsblatt ein und die Lehrerin oder der Lehrer bespricht sie. Sie schneiden 2 Quadrate von 2 × 2 cm aus Farbpapier (Farbpapier außer Schwarz- und Weißpapier wegen besserer Sichtbarkeit der Tropfen). Anschließend werden zwei gleich große PET-Flaschen mit Wasser gefüllt – eine mit kaltem Wasser und eine mit heißem Wasser. Idealerweise werden Aluminiumflaschen verwendet. Sie halten die Flaschen fest und stellen sicher, dass sie sich nicht bewegen (z. B. Bleistifte auf beiden Seiten). Auf vorbereiteten Quadraten Farbpapier mit einer Pipette 1 Tropfen Wasser mit Raumtemperatur tropfen.

Die Änderung der Aktivität kann durch die Verwendung von Wasser in Flaschen derselben Temperatur mit heißem Wasser auf dem Quadrat und mit kaltem Wasser entstanden sein. Dank der Verwendung von Farbpapier kann von den Schülerinnen und Schülern leicht festgestellt werden, welches Papier (kalte/warme Oberfläche) früher trocknet.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass die Schülerinnen und Schüler neben dem Papier auch andere Arten von Material (Stoff, Wischtuch, Wattestäbchen usw.) untersuchen können. Jede Gruppe kann ein anderes Material vorbereiten. Sie setzen sie dann auf die Flaschen und vergleichen sie, auf welchen Flaschen das (oder überhaupt) Material vorher getrocknet wurde. Darüber hinaus können sie vergleichen, welches Material zuvor trocken war.

Auf diese Weise untersuchen die Schüler die Verdampfung von Wasser. Die Lehrerin oder der Lehrer bespricht, ob dieses Phänomen auch in der Natur vorkommt (Regenbecken, Wasserspeicher usw.).

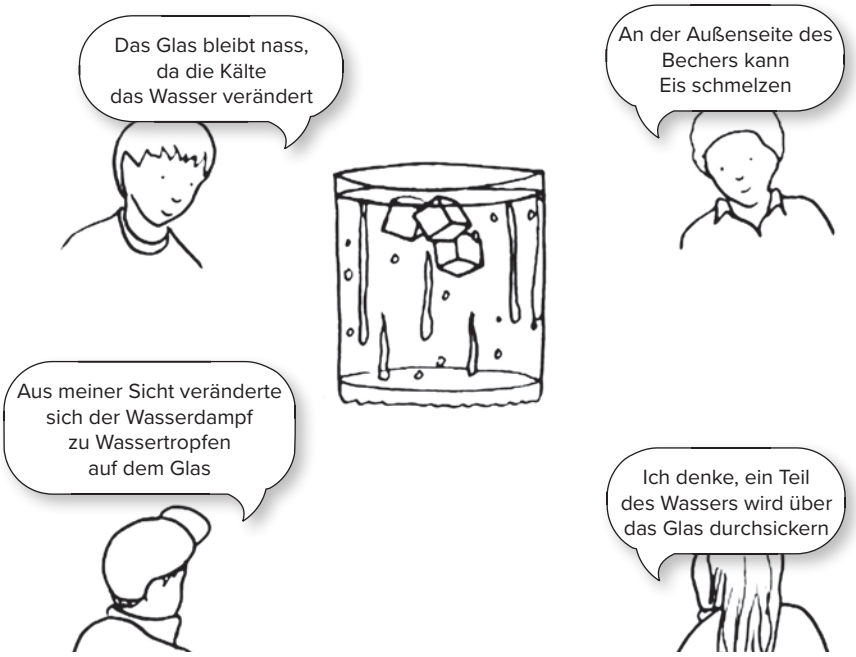
Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- Glas, Wasser, Eis, Tuch

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Bildung von Wasserdampf. Sie erfahren, wie und unter welchen Bedingungen Wasserdampf von Gas zu Flüssigkeit kondensiert und wie sich die Temperatur darauf auswirkt. Gleichzeitig können sie feststellen, dass nicht nur die Temperatur die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wassers beeinflusst. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Menge an Wasserdampf in der Luft. Selbst bei höheren Temperaturen steigt die Verdampfungsrate nicht unbedingt an, wenn sich in der Luft eine hohe Konzentration von Wasserdampf befindet.



© S Naylor and B Keogh

Abbildung 60: Bildung von Wasserdampf

Die Lehrerin oder der Lehrer kann mit der Aktivität beginnen, indem er die Schülerinnen und Schüler ein *Concept Cartoons*© Bild zeigt, in dem vier Personen überlegen, warum der Eisbecher von außen nass ist. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, nachzudenken, mit welcher Aussage sie einverstanden sind und warum. Wenn sie mit der Aussage eines Charakters nicht einverstanden sind, können sie ihre eigene erstellen. Die Lehrerin oder der Lehrer führt mit den Schülerinnen und Schülern eine Diskussion durch, um ihre Ideen zur Kondensation herauszufinden.

Sobald die Annahmen erstellt wurden (die Person auf dem Bild markieren, mit der sie einverstanden sind), fordert die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auf, zu überlegen, wie sie ihre Behauptungen überprüfen können.

Sie können beispielsweise die Situation auf dem Bild nachspielen, indem sie die Behälter wechseln (um herauszufinden, ob das Wasser zu hoch ist) und die Wassertemperatur oder -menge. Die Schüler müssen nicht genau erklären, was während der Kondensation geschieht – es reicht aus, zu prüfen, wann „Tropfen" auf einem Glas erzeugt werden und wann nicht.

Arbeitsauftrag 11

Hilfsmittel:

- 4 gleiche Gläser, warmes Wasser, kaltes Wasser, Eis

Arbeitsvorgang:

Diese Aufgabe kann vor der vorherigen ausgeführt werden oder zur Überprüfung der Annahmen oder der Aussagen von Charakteren, mit denen sie übereinstimmen (im Bild) verwendet werden.

Abbildung 61: Wasserdampferzeugung 1

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler wird es sein, die Bildung von Wasserdampf zu untersuchen und aufzuzeichnen. Die Lehrerin oder der Lehrer stellt ihnen das Arbeitsblatt zur Verfügung, in dem die Schülerinnen und Schüler zeichnen/schreiben, was passiert, wenn das Glas mit warmem Wasser mit einem zweiten Glas bedeckt wird (beide Gläser sollten transparent sein). Sie überprüfen ihre Annahmen nach der Diskussion.

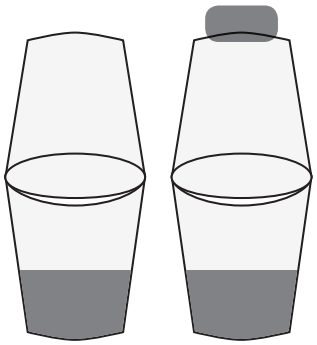


Abbildung 62: Wasserdampferzeugung 2

Anschließend kann die Lehrerin oder der Lehrer den Schülerinnen und Schülern zwei Gläser mit heißem Wasser geben, die sie wieder abdecken werden. In diesem Fall wirken jedoch auch Eis und Kälte des Eiswürfels auf den Becher. Auf eines von ihnen wird ein Eiswürfel (ca. für 1 Minute) platziert. Die Aufgabe der Schüler besteht darin, zu zeichnen, wie man Dampf in einzelnen Gläsern macht – ob und wie der Eiswürfel die Dampfbildung beeinflusst. Nach etwa 1 Minute wird der Eiswürfel entfernt und der Befund aufgezeichnet.

Die Lehrerin oder der Lehrer führt mit den Schülerinnen und Schülern eine Diskussion darüber, wo wir diesem Phänomen in der Natur begegnen können. Die Diskussion erstreckt sich auf den Wasserkreislauf in der Natur – von der Verdampfung des Wassers über die Wolkenbildung bis hin zur Niederschlagsbildung.

Arbeitsauftrag 12a

Hilfsmittel:

- Arbeitsblätter, Bild des Wasserkreislaufs in der Natur, Enzyklopädie, Internet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer kann die Aufgabe beginnen, indem sie/er den Schülerinnen und Schülern ein Landschaftsbild zeigt. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler wird darin bestehen, zu erkennen, wo und in welcher Form sich überall Wasser befindet.

Die Lehrerin oder der Lehrer stellt den Schülerinnen und Schülern Fragen wie: *„Wo ist das Wasser überall im Bild? Ist es nur im Meer/See? Befindet es sich auf dem Festland? Kann sich euer Meinung nach Wasser auch unter der Erde befinden? Wenn ja, wie ist es dorthin gekommen? Woher kommt Wasser, wenn es regnet? Wie ist es eurer Meinung nach dorthin gekommen?“*

Abbildung 63: Wasserkreislauf

Die Schülerinnen und Schüler können das Wasser direkt in der Zeichnung im Arbeitsblatt einzeichnen. Außerdem sollten sie den Zustand des Wassers im Bild aufschreiben. Anschließend kann die Lehrerin oder der Lehrer sie bitten, Informationen über den Wasserkreislauf in der Natur in sekundären Quellen zu suchen – der Enzyklopädie, dem Internet.

Arbeitsauftrag 12b

Hilfsmittel:

- Bild des Wasserkreislaufs in der Natur, größerer Plastikbehälter oder Aquarium, Lehm, Wasser, Eis, 3 Stücke Plastikbecher, Lebensmittelfolie, Steine

Alternativ kann die Lehrerin oder der Lehrer den Wasserkreislauf in der Natur nutzen (oder den Vorschlag der Schülerinnen und Schüler anpassen).

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe der Schülerinne und Schüler besteht darin, einen Wasserkreislauf in der Natur zu entwerfen und zu schaffen, den sie im Klassenzimmer ausführen können. Die Lehrerin oder der Lehrer teilt zunächst ein Bild des Wasserkreislaufs aus, in das sie mit den Pfeilen den Wasserkreislauf in der Natur zeichnen sollen. Sie/Er bespricht dann die Skizzen mit ihnen und fordert sie auf, diese zu begründen (es ist angemessen, wenn sich die Schülerinnen und Schüler auf Erkenntnisse aus früheren Aufgaben stützen).

Nach der Diskussion werden die Schülerinnen und Schüler gefragt, ob es möglich ist, im Klassenzimmer einen Wasserkreis zu schaffen. Die Lehrerin oder der Lehrer lässt die Schülerinnen und Schüler in Gruppen diskutieren und bittet sie, ihre Vorschläge aufzuschreiben.

Wenn die Schülerinnen und Schüler ein Problem mit diesem Schritt haben, kann die Lehrerin oder der Lehrer ihnen die Werkzeuge präsentieren, mit denen sie einen Kreislauf in der Natur erstellen können – d. h. ein Aquarium (oder ein durchsichtiger Kunststoffbehälter), Lehm, 3 dcl Plastikbecher mit 3 Eiswürfeln, Lebensmittelfolie zum Abdecken des Aquariums, Kunststoffbehälter (klein – für Lehm), zwei kleine Kunststoffbecher, 3 dcl Kunststoffbecher, 5 Steine, Wasser, Gummi.

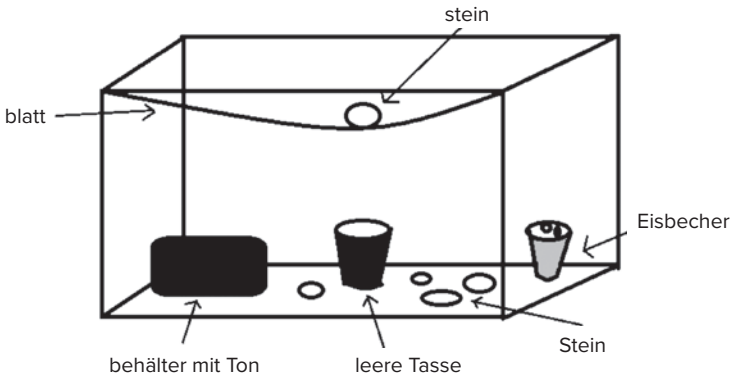


Abbildung 64: Modell des Wasserkreislaufs

In die Mitte des Aquariums geben die Schülerinnen und Schüler ein leeres Glas (wir empfehlen, ihn mit einer Heißklebepistole zu befestigen, damit er nicht kippen kann), eine kleine Schale wird in die Ecke gestellt und mit Lehm gefüllt (voller 3 dcl Becher) und in der anderen Ecke wird ein Glas mit drei Eiswürfeln und vier Steinen auf dem Boden des Behälters, gestellt. Zwei Gläser Wasser werden in einen Tonbehälter gefüllt und das Aquarium mit einer Folie geschlossen, die mithilfe eines Gummis befestigt wird. So können die Schülerinnen und Schüler verschiedene Veränderungen im Wasserzustand feststellen – Verdampfung, Schmelzen, Kondensation.

In die Mitte der Folie wird ein Stein gelegt, der genau über dem festgeklebten leeren Becher platziert werden muss. Wenn das Wasser verdampft und anschließend auf der Folie kondensiert, tropft das Wasser von der Stelle, an der der Stein auf die Folie gelegt wurde, in das Glas. Die Folie kann mit Wasser aus einer Sprühflasche befeuchtet werden.

Nach der Erstellung dieses Modells bespricht die Lehrerin und der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern, was ihrer Meinung nach mit dem Wasser in dem Behälter geschehen wird und warum das Glas in dem Behälter steht – das Glas dient dazu, das verdampfte Wasser aufzufangen. Nach dem Gespräch fragt die Lehrerin und der Lehrer, wie die Schülerinnen und Schüler das Wasser schneller in das Glas tropfen könnte. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, Bedingungen vorzuschlagen, die den Wasserkreis im Behälter beschleunigen/verlangsamen. Auch in dieser Aufgabe können sich die Schülerinnen und Schüler auf Erkenntnisse aus früheren Aufgaben stützen.

Anschließend erstellen die Schülerinnen und Schüler dieselben Modelle (die Anzahl hängt von der Anzahl der untersuchten Bedingungen ab) und stellen die vorgeschlagenen Bedingungen sicher. Die Lehrerin und der Lehrer sollte darauf achten, immer nur eine Variable zu untersuchen, wodurch deutlich wird, was die Zustände im Behälter verursacht (beschleunigt/verlangsamt). Bei der Untersuchung der Lichteinwirkung sollten sie beispielsweise mindestens zwei Modelle erstellen, die beide der gleichen Temperatur ausgesetzt sind (z. B. an einem Fensterbrett) und eines davon mit einem unsichtbaren Behälter abdecken. Wenn das Modell bei unterschiedlichen Temperaturen (Kälte, Hitze) erforscht werden soll, kann ein Modell auf dem Fensterbrett und das andere in einem kalten Raum aufgestellt werden. Auf diese Weise unterstützt der Lehrer die Entwicklung der Fähigkeit, die Realität objektiv zu untersuchen.

Wenn die Schülerinnen und Schüler ein Problem mit diesem Schritt haben, kann die Lehrerin oder der Lehrer ihnen bei der Gestaltung der Bedingungen helfen (siehe Arbeitsblatt). Am Ende können die Schülerinnen und Schüler messen und vergleichen, welcher Becher ihrer Meinung nach mehr/weniger Wasser enthält.

3.2 Entwicklung der Idee über Wetter und die Erstellung der Wettervorhersagen

Die folgenden Aktivitäten konzentrieren sich auf die Erkundung des Wetters. Die Schülerinnen und Schüler identifizieren zunächst grundlegende meteorologische Elemente, die identifiziert werden müssen, wenn Wettervorhersagen erstellt werden sollen. Anschließend werden die einzelnen meteorologischen Elemente untersucht. Im Rahmen ihrer eingehenderen Prüfung versuchen die Schülerinnen und Schüler auch, sie zu quantifizieren. In den folgenden Aufgaben konzentrieren wir uns nur auf die Elemente, die für jüngere Kinder leicht zu erkunden sind.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Zeitungen mit einer Wettervorhersage, Internet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer kann diese Aufgabe mit einer Diskussion mit den Schülerinnen und Schülern über das Wetter und seine Vorhersagen beginnen. Sie/Er diskutiert

mit den Schülerinnen und Schülern, was das Wetter ist, was es beeinflusst und was vorausgesagt werden kann. Anschließend wird es für die Schülerinnen und Schüler in der nächsten Stunde die Aufgabe sein, die Wettervorhersage für den nächsten Tag zu suchen (z. B. einen Zeitungsausschnitt oder die Lehrerin/der Lehrer stellt ihnen Ausschnitte mit der Wettervorhersage zur Verfügung).

Die Schülerinnen und Schüler können herausfinden, was Teil der Wettervorhersagen ist (Lufttemperatur, Wasser, Windgeschwindigkeit, Wolken usw.), indem sie verschiedene Wettervorhersagen betrachten und vergleichen. Die Lehrerin oder der Lehrer macht die Schülerinnen und Schüler auf verschiedene wetterbedingte Faktoren (z. B. Sonne, Bewölkung usw.) aufmerksam. Anschließend können die Schülerinnen und Schüler wetterabhängige Faktoren mit Vorhersagen aus verschiedenen Quellen (Internet, verschiedene Zeitschriften usw.) vergleichen. Die Schülerinnen und Schüler sollen bestimmen, ob die Symbole unterschiedlich oder identisch oder ähnlich sind.

Am Ende der Aktivität stellt die Lehrerin oder der Lehrer den Schülerinnen und Schülern Wettervorhersagen aus verschiedenen Zeiten/Umgebungen zur Verfügung und die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, ihre Wettervorhersagen zu präsentieren. Auf diese Weise werden die Schülerinnen und Schüler dazu gebracht, Wettervorhersagen zu „lesen".

3.2.1 Temperatur

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Arbeitsblätter, Buntstifte

Arbeitsvorgang:

Auf der Grundlage verschiedener Wettervorhersagen sollten die Schülerinnen und Schüler grundlegende meteorologische Elemente wie Lufttemperatur, Bewölkung, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit ermitteln.

Diese Aufgabe dient der Untersuchung der Lufttemperatur. Zu Beginn bespricht die Lehrerin oder der Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern die Lufttemperatur – ob und wie sie gemessen werden kann und wie sich diese im Laufe des Tages ändert, je nachdem, ob es im Laufe des Jahres gleich ist, ob es überall auf der Welt den ganzen Tag gleich ist und dergleichen. Darüber hinaus konzentriert sich die Diskussion auf die Methode zum Messen und „Ablesen" der Temperatur des Thermometers, wobei verschiedene Arten von Thermometern diskutiert werden – welche sie kennen, wie sie verwendet werden, wo sie sich befinden (außen, innen) und so weiter. Vor der Tagestemperaturmessung (Aufgabe C) müssen die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Werte der Thermometer (Aufgabe A) „lesen" und verschiedene Werte in den Thermometern markieren (Aufgabe B).

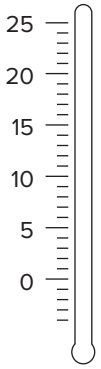


Abbildung 65: Lufttemperatur

In Aufgabe A werden Bilder von Thermometern gezeigt. Jedes von ihnen zeigt einen anderen Temperaturwert. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es, den Wert jedes Thermometers unterhalb des jeweiligen Thermometers aufzuschreiben. Nach der Eingabe eines numerischen Werts für jedes Thermometer sollten die Schülerinnen und Schüler das Thermometer bestimmen, das die höchste Temperatur anzeigt, und umgekehrt die niedrigste Temperatur. Wenn eine Schülerin/ein Schüler Probleme hat, die Skala zu lesen, kann die Lehrerin oder der Lehrer es vereinfachen, sodass der Wert auf dem Thermometer nicht in Zehner, sondern in Fünfen angezeigt wird.

In Aufgabe B erhalten die Schülerinnen und Schüler Bilder von Thermometern, in denen keine Temperatur angezeigt wird. Darunter befindet sich ein numerischer Wert. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler wird es sein, diesen Wert in die Thermometerskala zu zeichnen.

Diese Aufgaben (A, B) konzentrieren sich auf die Entwicklung der Messfähigkeit, nämlich der quantitativen Messung (Markierung des Wertes der untersuchten Variablen) anhand des Messgeräts. Während der anfänglichen Kompetenzentwicklung werden die Schülerinnen und Schüler zunächst zum Vergleich, zur Häufigkeit, zur Reihenfolge und zur Erstellung eigener Messungen geleitet. In diesem Fall wäre die Herstellung eines Thermometers für Schüler sehr kompliziert.

Arbeitsauftrag 3a

Hilfsmittel:

- Arbeitsblätter, Buntstifte, 2 Außenthermometer, Uhren

Arbeitsvorgang:

In der dritten Aufgabe lernen die Schülerinnen und Schüler, wie sich die Temperatur im Laufe des Tages ändert. Ihre Aufgabe wird sein, die Temperatur innerhalb eines Tages aufzuzeichnen. Die Häufigkeit, mit der die Temperatur aufgezeichnet wird, wird vorab vereinbart. Es ist ideal, die Temperatur entweder alle 2 Stunden oder dreimal am Tag aufzuzeichnen, d. h. morgens (8.00 Uhr), mittags (12.00 Uhr) und abends (19.00 Uhr) – in einem bestimmten Intervall wird die Uhrzeit vorab festgelegt und die Zeiten werden in das Arbeitsblatt eingetragen. Zuvor sollten sie jedoch mit dem Prinzip der Temperaturmessung mit einem Thermometer vertraut sein, dass sie in der Aktivität verwenden werden.

In der Tabelle des Arbeitsblatts wird die Temperatur während des Tages mit einem Thermometer aufgezeichnet, dass Außen platziert wird. Dann kann die Lehrerin oder der Lehrer ihnen Fragen stellen, die sie anhand des „Lesens" der Diagrammdaten beantworten, z. B.: *Wie hat sich die Temperatur während des Tages verändert? War sie immer noch gleich? Wann war die höchste Temperatur während des Tages? Wann war die niedrigste Temperatur während des Tages? Wann hat sie angefangen zu fallen?* Am Ende der Aufgabe erstellen die Schülerinnen und Schüler anhand der gemessenen Daten eine Schlussfolgerung, wie sich die Temperatur im Laufe des Tages ändert.

Bei der nächsten Messung können sie die Temperatur während des Tages mit zwei Thermometern aufzeichnen, wobei eines der Thermometer den größten Teil des Tages direktem Sonnenlicht und das zweite Schatten ausgesetzt ist. Die Temperaturen werden aufgezeichnet und die Ergebnisse verglichen, bewertet und aus den Beobachtungen eine Schlussfolgerung gezogen.

Arbeitsauftrag 3b

Hilfsmittel:

- Arbeitsblätter, Buntstifte, 2 Außenthermometer, Uhren

Arbeitsvorgang:

In den folgenden Tagen können die Schülerinnen und Schüler während der Woche Temperaturmessungen durchführen, z. B. täglich um 12.00 Uhr oder jeden zweiten Tag (oder die Temperatur morgens, mittags, abends – die Stunde, zu der die Temperatur gemessen wird, wird von dem Lehrer bestimmt).

Sobald eine Aufnahme gemacht wurde, kann die Lehrerin oder der Lehrer die Kinder erneut dazu bringen, in den gemessenen Daten nach Informationen zu suchen. Z. B.: *Hat sich die Temperatur während der Woche geändert? Welcher Tag war der wärmste? Welcher Tag war der kälteste? Wann war die niedrigste/höchste Temperatur während der Woche? und dergleichen.*

Auf diese Weise wird die Schülerin/der Schüler zum Lesen der aufgezeichneten Daten geführt, lernt die Orientierung in der Tabelle und verlässt sich auf die Schlussfolgerung (oder Antwort auf die Frage) der gemessenen/erfassten Daten.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- Bilder mit Durchschnittstemperaturen in der ausgewählten Stadt/Region

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer kann mit den Schülerinnen und Schülern weiter erkunden, wie sich die Temperatur in der Slowakei in einer bestimmten Stadt im Laufe des Jahres ändert. Zu Beginn kann sie/er mit den Schülerinnen und Schülern diskutieren, was sie denken, wie sich die Temperatur im Laufe des Jahres ändert. Sie/Er fragt sie, welcher Monat

der wärmste ist, d. h. wann die Temperatur im Jahresverlauf die höchste und die niedrigste ist, was auch eine Begründung erfordert, z. B. mittels eigener Erfahrung.

Sie/Er kann ihnen dann eine Grafik zeigen, die die Durchschnittstemperaturen des Jahres in der Slowakei und insbesondere in Bratislava zeigt (der Standort kann von der Lehrerin/dem Lehrer angepasst werden). In dieser Aufgabe liegt der Schwerpunkt auf der Orientierung der Schülerinnen und Schüler in Diagrammen, dem Lesen von Diagrammen und auf deren Grundlage die Beantwortung der Fragen, die im Arbeitsblatt angegeben sind.

Nach dem Studieren des Diagramms stellt die Lehrerin oder der Lehrer Fragen (Beispiele für die Fragen sind im Arbeitsblatt aufgeführt) und konzentriert sich auf die im Diagramm angezeigten Daten. Wenn die Schülerin/der Schüler ein Problem mit diesem Schritt hat, hilft die Lehrerin oder der Lehrer bei der Diagrammorientierung und beim Lesen der Daten.

In Aufgabe B gibt es eine Grafik mit den durchschnittlichen Temperaturen während des Jahres in Poprad. In diesem Fall versuchen die Schülerinnen und Schüler ebenfalls, die Fragen unter der Grafik zu beantworten. Sie vergleichen dann die Durchschnittstemperaturen in Bratislava und Poprad und ziehen eine Schlussfolgerung aus der Aktivität.

3.2.2 Wind und seine Geschwindigkeit

Ein weiteres meteorologisches Element ist der Wind. In der Meteorologie ist es wichtig, seine Richtung und Geschwindigkeit zu kennen. Vor den eigenen Forschungsaktivitäten müssen die Schülerinnen und Schüler „Geräte“ entwerfen, die diese beiden Windeigenschaften messen können. Die Lehrerin oder der Lehrer lässt zunächst den Schülerinnen und Schülern Raum, um über die Entwürfe selbst nachzudenken und ein Design für einen Entwurf zu zeichnen. Wenn die Schülerinnen und Schüler ein Problem mit diesem Schritt haben oder wenn ihre Vorschläge unrealistisch sind (z. B. aus Zeitgründen), wird die Lehrerin oder der Lehrer mit dem Vorschlag helfen. Auf diese Weise unterstützen wir bei den Schülerinnen und Schülern die Entwicklung der Fähigkeit, nach einer einfachen Skizze zu arbeiten.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- 2 l PET-Flasche, Sand, Bleistift mit Gummi, Strohhalme /Holzstäbchen, Zeichnung, Schere, Nadel/Keil, Papier-Teller

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer bespricht zunächst den Wind mit den Schülerinnen und Schülern. Sie/Er stellt ihnen Fragen, durch die sie/er versucht, ihre Vorstellungen über den Wind zu ermitteln: *Was denkt ihr ist der Wind? Wie erfahre ich, ob es draußen windet, wenn ich durch das Fenster zu Hause sehe? Wie stark kann der Wind sein? Wusstet ihr auch, wie man im Klassenzimmer Wind erzeugt? Wenn ja, wie? Wenn nein, warum? Anschließend fragt sie/er die Schülerinnen und Schüler, ob der Wind gemessen werden kann. Wenn ja, was (Richtung und Geschwindigkeit) und wie?* Wenn die Schülerinnen und Schüler nicht antworten können, werden sie an die Wettervorhersagen erinnert, bei denen die Richtung und Geschwindigkeit angegeben ist.

In der ersten Aufgabe sollten die Schülerinnen und Schüler selbst vorschlagen, wie sie die Windrichtung ermitteln können. Sie können verschiedene Möglichkeiten angeben, z. B. durch Beobachtung der Bewegung von Blättern auf dem Boden, Baumkronen, Rauch von Schornsteinen usw. Die Lehrerin oder der Lehrer versorgt sie dann mit verschiedenen Materialien und Werkzeugen (Strohhalme, Papier, Kleber, Schere, Holzstäbchen usw.). Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, ein Windrichtungsdesign zu erstellen, das ihnen hilft, die Windrichtung zu erkennen. Sie müssen zunächst ihre Vorschläge ausarbeiten und müssen über ihre Arbeitsweise und ihre einzelnen Schritte nachdenken. Sie lernen auch, auf diese Weise einfache Schemata zu erstellen.

Zusätzlich zeigt der Richtungsanzeiger die Richtung des Windes an. Es ist wichtig, dass die Schülerin/der Schüler weiß, wie sie/er ihre/seine Richtung bestimmen kann, d. h. ob es ein Nordwind ist (der kühler ist), Südwind und so weiter. Die Schülerinnen und Schüler sollten sich bewusst sein, dass die Art des Wetters davon beeinflusst wird, woher der Wind kommt.

Aus diesem Grund sollten die Schülerinnen und Schüler auch vorschlagen, wie sie die Windrichtung herausfinden können. Der einfachste Weg, die Himmelsrichtung zu bestimmen, ist die Verwendung eines Kompasses.

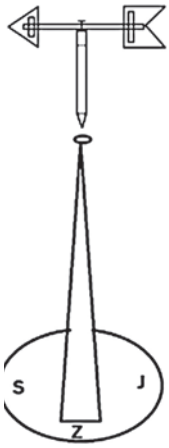


Abbildung 66: Richtungsanzeiger

Ein möglicher Vorschlag könnte die Herstellung eines Kompasses aus einer 2-Liter-PET-Flasche sein, die aufgrund ihrer Stabilität mit Sand gefüllt ist. Sie legen den Bleistift mit dem Gummi oben auf (Spitze nach unten). Mit einem Strohhalm/Holzstäbchen und einer Zeichnung erstellen die Schülerinnen und Schüler einen Kompass (Pfeilform), der mit einem Keil oder einer Nadel am oberen Teil des Stiftes befestigt wird, an dem das Gummi befestigt ist. Es ist wichtig, dass sich der Kompass bewegt, d. h. er sollte nicht fest sein. Die Flasche ist auf einen Papierteller geklebt, auf den die Himmelsrichtung zuvor durch einen Kompass markiert wurde.

Wenn die Schülerinnen und Schüler keinen Vorschlag zur Erstellung eines Kompasses gemacht haben, kann die Lehrerin oder der Lehrer eine eigene Skizze vorlegen. Auf diese Weise können die Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit entwickeln, nach einer einfachen Skizze zu arbeiten.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Bleistift mit Gummi, fünf 1 dcl Plastikgläser, Nadel (oder kleiner Keil), Strohhalme/olzstäbchen, Heißklebepistole, Föhn (einer ist ausreichend für die ganze Klasse), PET-Flasche, Sand, Stoppuhr

Arbeitsvorgang:

Sobald die Schülerinnen und Schüler einen Kompass zur Windrichtung haben, wird ihre nächste Aufgabe sein, herauszufinden, ob sie herausfinden können, wie schnell der Wind ist. Bei Wettervorhersagen wird ebenfalls die Windgeschwindigkeit angezeigt.

Die Lehrerin oder der Lehrer lässt den Schülerinnen und Schülern Raum, um eigene Vorschläge zu machen. Eine kompliziertere Variante ist, wenn die Lehrerin oder der Lehrer das Material nicht zur Verfügung stellt. Das heißt, die Schülerinnen und Schüler müssen das notwendige Material, den Entwurf und den Arbeitsfortschritt entwerfen.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler Vorschläge gemacht haben, bespricht die Lehrerin oder der Lehrer mit ihnen, wie sie ihre Vorschläge umsetzen können. Bei dieser Aufgabe ist es auch wichtig, das Prinzip der Messung der Windgeschwindigkeit zu erläutern. Das heißt, die Schülerinnen und Schüler sollten versuchen, die Windgeschwindigkeit zu quantifizieren.

Wenn bei diesem Schritt ein Problem auftritt, kann die Lehrerin oder der Lehrer ihnen verschiedene Werkzeuge und Materialien zur Verfügung stellen, um ein Windgeschwindigkeitsmessgerät zu erstellen. Die einfachste Möglichkeit ist, ihnen ein erstelltes Design zu geben, dass sie umsetzen werden. Es ist jedoch wichtig, dass die Lehrerin oder der Lehrer den Schülerinnen und Schülern immer Raum zum Nachdenken und Entwerfen ihrer eigenen Vorschläge bietet. Auf diese Weise „zwingt“ die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, über das Problem nachzudenken und nach Lösungen zu suchen.

Abbildung 67: Anemometer

Für das Anemometer benötigen Sie einen Bleistift mit Gummi, fünf 1 dcl Plastikbecher, eine Nadel (oder einen kleinen Keil) und Strohhalme. Auch in diesem Fall muss sichergestellt sein, dass sich die Strohhalme drehen können. Ein Glas ist bunt markiert. Der Stift sollte so befestigt werden, dass das Anemometer nicht bei stärkerem Wind umfällt (auch hier kann eine mit Sand gefüllte PET-Flasche verwendet werden). [1)]

[1)] https://sk.pinterest.com/pin/173247916887574640/

Die Funktionalität von Anemometern kann z. B. mit einem Haartrockner getestet werden. Wenn sie sich nicht dreht oder ein anderes Problem mit ihrer Funktionalität auftritt, fordert die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auf, das Problem zu identifizieren (warum er nicht funktioniert) und dann die Funktionsweise des Anemometers zu verbessern.

Die Windgeschwindigkeiten werden derart gemessen, dass sie die Anzahl der Umdrehungen zum vereinbarten Zeitpunkt zählen. Aus diesem Grund musste ein Glass markiert werden. Die Schülerinnen und Schüler können die Anzahl der Umdrehungen gleichzeitig unter verschiedenen Bedingungen (1. Stufe, 2. Stufe des Haartrockners usw.) und Umgebung (z. B. vor der Schule) untersuchen.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- angefertigter Kompass und Anemometer

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe untersuchen die Schülerinnen und Schüler (mit Hilfe von Instrumenten zur Messung der Windeigenschaften), ob die Windrichtung gleich ist und ob sie sich im Laufe des Tages ändert. Sie untersuchen zunächst, ob die Umgebung die Windrichtung beeinflusst. Das heißt, ob der Wind in allen Teilen des Schulhofs in dieselbe Richtung weht (z. B. auf dem Spielplatz, auf dem Schulgelände, am Eingang der Schule, bei den Bäumen auf dem Schulgelände usw.) und ob es einen Platz gibt, an dem er nicht wehen wird.

Die Schülerinnen und Schüler sollten zuerst die Windrichtung und deren Geschwindigkeit bestimmen, zum Beispiel bevor Sie zur Schule gehen. Folglich sollten sie Annahmen aufstellen, wo der Wind auf den Schulhöfen schneller und langsamer wehen wird und wo er überhaupt nicht wehen wird. Außerdem können sie davon ausgehen, dass an jedem Ort, den sie vorschlagen, der Wind in die gleiche Richtung weht, wie vor dem Eingang in die Schule. Nach dem Aufschreiben der Annahmen werden sie gemeinsam mit der Lehrerin oder dem Lehrer diskutieren. Einige Schülerinnen und Schüler können annehmen, dass sich die Richtung und die Geschwindigkeit des Windes nicht ändern können und tagsüber wenn der Wind weht, Windstille nicht auftreten kann. In diesem Fall kann die Lehrerin oder der Lehrer die Orte selbst gestalten, an denen der Wind wahrscheinlich mit einer anderen Geschwindigkeit weht, aufgrund von Hindernissen.

In der Diskussion bittet die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler um eine Begründung, warum sie glauben, dass der Wind in andere Richtung oder mit einer anderen Geschwindigkeit (nicht) wehen wird. Sie überprüfen dann ihre Annahmen anhand der Ergebnisse, die sie auf dem Schulhof (oder in der Nachbarschaft der Schule) gewonnen haben. Die Ergebnisse (Richtung und Windgeschwindigkeit) sind in Tabelle B angegeben. Schließlich vergleichen sie die Ergebnisse mit ihren Annahmen in Tabelle A und versuchen aus ihrer Untersuchung eine Schlussfolgerung zu ziehen.

Eine Veränderung dieser Aktivität kann darin bestehen, die Richtung und die Windgeschwindigkeit über eine Woche an einem bestimmten Ort und immer zur gleichen Zeit zu untersuchen. Z. B. Die Schülerinnen und Schüler schreiben täglich um 10.00 Uhr die Richtung und die Geschwindigkeit des Windes am Eingang des Schulgebäudes auf. Die Daten werden jeden Tag aufgezeichnet und am Ende der Woche ausgewertet. Ähnliche Messungen können einmal im Monat oder zu unterschiedlichen Jahreszeiten durchgeführt werden. Auf diese Weise können sie Windgeschwindigkeit, Windrichtung und deren Variation in Abhängigkeit von der Jahreszeit vergleichen.

Am Ende kann die Lehrerin oder der Lehrer Fragen zum Phänomen stellen. *In welchem Monat erreichte die Windgeschwindigkeit beispielsweise die höchsten/niedrigsten Werte? In welchem Monat wehte der Wind hauptsächlich aus Norden? usw.*

3.2.3 Bewölkung

In den folgenden Aufgaben untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Form der Wolken, ihre Farbe, ihre Menge, ihre Bewegung am Himmel und wie sich diese Variablen auf das Wetter auswirken.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Buntstifte

Arbeitsvorgang:

Zu Beginn bespricht die Lehrerin oder der Lehrer die Wolken mit seinen Schülerinnen und Schülern – ihre Form, Farbe, Menge am Himmel, Wetter und so weiter. *Sehen alle Wolken gleich aus? Wenn ja, was haben sie gemeinsam? Wenn nicht, wann unterscheiden sie sich?* Wenn die Schülerinnen und Schüler die Fragen nicht beantworten können, kann die Lehrerin oder der Lehrer ihnen Bilder verschiedener Wolkenarten zur Verfügung stellen. Anschließend können die Schülerinnen und Schüler sehen, wie sich die Bewölkung im Laufe des Tages verändert (sie können mehrere Tage lang beobachtet werden).

Im Intervall von 1 – 2 Stunden werden Form, Farbe und Menge der Wolken am Himmel aufgezeichnet. Sie werden in Arbeitsblätter einzelne Kategorien aufzeichnen. Die Form- und Farbkategorien der Wolke sind eindeutig (AB zeichnet die ungefähre Form der Wolke und die Farbe wird mit Buntstiften dargestellt). In der Mengenkategorie beobachten sie die Wolkendecke des Himmels. Folgende Stufen können ihnen dabei helfen:

- 0 – heiter – keine Wolken
- 1 – leicht bewölkt – Auftreten von geschlossenen Wolken
- 2 – teilweise bewölkt – Auftreten einer größeren Anzahl von Einzelwolken, die miteinander verbunden sind
- 3 – bewölkt – Himmel ständig bedeckt mit Wolken

Außerdem können sie auch die aktuellen Wetterbedingungen aufzeichnen – z. B. wenn es sonnig ist, zeichnen sie das Symbol der Sonne, wenn es regnet, zeichnen sie einen Tropfen usw.:

Abbildung 68: Wettersymbole

Nach der Beobachtung und Registrierung der beobachteten Zeichen bespricht der Lehrer mit den Schülern, wie sich die Bewölkung im Laufe des Tages verändert und wie sie das Wetter beeinflusst.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Arbeitsblätter

Arbeitsvorgang:

Eine weitere Aufgabe besteht darin, die Auswirkung von Wolken auf die Art des Wetters oder auf das Auftreten von Niederschlag zu untersuchen. Durch Beobachtung können die Schülerinnen und Schüler sehen, ob das Vorhandensein jeder Wolke automatisch mit Regen zusammenhängt. Die Lehrerin oder der Lehrer bespricht zu Beginn die Wetterlagen in Abhängigkeit von den Wolken: *Sind die Wolken am Himmel nur bei Regen? Können sie auch an einem sonnigen Tag auftreten? Wenn ja, wie sehen sie aus? Unterscheiden sie sich von denen, die dafür sorgen, dass es regnet? Können wir Regen oder Gewitter mit Wolken vorhersagen?*

Vor der Beobachtung können die Schülerinnen und Schüler überlegen, ob das Wetter durch Wolken vorhergesagt werden kann. Die Schülerinnen und Schüler sollten Annahmen darüber erstellen/aufschreiben, welche Wolken in unterschiedlichen Wetterlagen am Himmel auftreten. Die Überprüfung der Annahmen ist mit einer längeren Beobachtung verbunden. Die Schülerinnen und Schüler können die Art des Wetters (die gleichen Kategorien wie Aufgabe 2) innerhalb weniger Tage (2 Wochen bis einen Monat) aufzeichnen, sie können entweder jeden Tag um dieselbe Uhrzeit oder beispielsweise jeden Montag um 12.00 Uhr Beobachtungen machen. Anhand längerer Beobachtungen können die Schülerinnen und Schüler die unterschiedlichen Wettermuster und das Auftreten von Wolken während dieser beobachten. Darüber hinaus können sie auch die Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Richtung erfassen.

Die Ergebnisse der Beobachtung schreiben sie in eine Tabelle auf dem Arbeitsblatt. Dann kehren sie zu ihren Annahmen zurück und schreiben ihre Ergebnisse auf. Abschließend werden sie versuchen, mit der Lehrerin oder dem Lehrer schlusszufolgern, ob es möglich ist, die Wetterentwicklung in Abhängigkeit von dem Auftreten verschiedener Wolkentypen, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, der Windrichtung und der Lufttemperatur vorherzusagen.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Wetterkarten, Internet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer beginnt darüber zu sprechen, ob die Schülerinnen und Schüler im Fernsehen schon einmal Wettervorhersagen gesehen haben, in denen Karten zeigen und erklären, wie das Wetter wird. Die Lehrerin oder der Lehrer bespricht mit ihnen, wofür die Karten sind und was auf ihnen gezeigt wird. Abgesehen vom Territorium des jeweiligen Landes mit den erwarteten Temperaturen für den nächsten Tag oder die nächste Nacht können wir Satellitenkarten sehen.

Eine solche Karte kann auf einem interaktiven Whiteboard angezeigt werden. Z. B. Auf den Seiten des slowakischen Hydrometeorologischen Instituts [2)] finden wir den Verlauf und die Entwicklung des Wetters, der Niederschläge und der Windgeschwindigkeiten am nächsten Tag. Mit dieser Karte können die Schülerinnen und Schüler innerhalb weniger Stunden die Wetterentwicklung (z. B. für die Stadt, in der sich die Schule befindet) vorhersagen.

Basierend auf einer Kartenstudie schaffen die Schülerinnen und Schüler Bedingungen für die Wettervorhersage für die nächsten Stunden (basierend auf Kartenwolken-Mapping). Die Lehrerin oder der Lehrer bittet die Schülerinnen und Schüler um Begründungen. Sie verifizieren ihre Annahmen, indem sie einfach die Wolke zu einer bestimmten Stunde beobachten.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- angefertigter Kompass und Anemometer, Außenthermometer

Arbeitsvorgang:

Nach einer Überprüfung der oben genannten meteorologischen Merkmale können die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Wettervorhersage für den nächsten Tag erstellen. Basierend auf der tatsächlichen Temperatur, Richtung und Geschwindigkeit der Winde und Wolken am Himmel sollten die Schülerinnen und Schüler die Vorhersagen für eine weitere Wetterentwicklung schaffen.

In diesem Fall bespricht die Lehrerin oder der Lehrer ihre Vorhersagen und fordert sie auf, ihre Behauptungen zu begründen. Die Schülerinnen und Schüler überprüfen ihre Annahmen, indem sie das Wetter am nächsten Tag (oder eine Stunde – je nachdem, wie sie mit dem Lehrer übereinstimmen) beobachten. Sie vergleichen die Ergebnisse mit den Annahmen und versuchen, eine Schlussfolgerung zu ziehen.

3.3 Entwicklung der Idee über Erdbodenzusammensetzung und Gesteine

Die folgenden Aktivitäten konzentrieren sich auf die Zusammensetzung von Erdböden und Gesteinen. Es ist nicht das Ziel, dass die Schülerinnen und Schüler einzelne Berge benennen

können. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass jedes Gestein aus anderen Mineralien besteht, die seine Eigenschaften beeinflussen. Auch die Zusammensetzung des Erdbodens ist unterschiedlich und hängt vom Standort, aber auch von der Tiefe des Erdbodens ab.

Arbeitsauftrag 1a

Hilfsmittel:

- Erdbodenprobe, Lupe, Taschenlampe

Arbeitsvorgang:

Die erste Aktivität konzentriert sich auf die Erkundung des Erdbodens – was wir darin finden können. Die Lehrerin oder der Lehrer bespricht den Erdboden mit den Schülerinnen und Schülern: *Was ist ein Erdboden? Wo ist er überall? Was können wir darin finden?* Sie/Er bewertet die Antworten nicht. Auf diese Weise kann die Lehrerin oder der Lehrer die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über den Erdboden erkennen.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, Annahmen darüber zu treffen, was wir im Boden finden können. Die Lehrerin oder der Lehrer bespricht ihre Annahmen mit den Schülerinnen und Schülern. Sie/Er fragt dann, wie sie es überprüfen können. In diesem Fall ist es ein einfacher Schritt. Sie erforschen entweder den Erdboden draußen auf dem Schulhof (der Lehrer gibt ihnen ein Stück des Erdbodens, den die Schülerinnen und Schüler untersuchen können). Die Lupen und Taschenlampen stehen bei diesem Versuch zur Verfügung.

Anschließend schreiben die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse auf und vergleichen sie mit den Annahmen. Die Lehrerin oder der Lehrer fragt sie, ob sie diese in verschiedene Kategorien einteilen könnten (z. B. lebende, leblose, tote Teile). Bei jüngeren Schülern stellt der Lehrer ihnen die Kategorien zur Verfügung. Sie können einzelne Kategorien in Arbeitsblättern einkreisen – z. B. lebende Teile mit einem grünen Farbstoff, leblose mit Blau und tote mit Rot. Wenn sie Tiere im Erdboden finden, können sie sie über die Enzyklopädie oder das Internet identifizieren.

Arbeitsauftrag 1b

Hilfsmittel:

- Erdbodenprobe, 2 dcl Sand, Lupe, kleine Plastiklöffel, weißes Papier (als Hintergrund), Taschenlampe

Arbeitsvorgang:

Wenn die Schülerinnen und Schüler aus dem Erdboden größere Teile (z. B. Wurzeln, Steine, Tiere, Kanarienvögel, Blätter usw.) herausholen, sind das Überreste, die im Erdboden verblieben sind. Neben solchen Lehmproben stellt die Lehrerin oder der Lehrer etwa 2 dl Sand zur Verfügung. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die beiden Proben zu vergleichen. Zuerst werden die Eigenschaften der beiden Proben (Aussehen, Geruch, Beschaffenheit) hervorgehoben, die sie auf das Arbeitsblatt zeichnen/schreiben.

Aussehen – wie setzt sich Lehm/Sand zusammen? Aus welchen Partikeln besteht es? Was sind die Farben?

Berührung – wie ist der Lehm/Sand nach Berührung?

Sind sie weich/hart/glatt/rau/nass/trocken/kalt/warm?

Duft – riecht der Lehm/Sand? Erinnert sie dieser Duft an etwas? Oder sind sie geruchlos?

Klang – kann man Lehm/Sand „hören"? Klingen sie, wenn sie auf Papier geschmiert werden? Anschließend vergleichen sie die beiden Proben – worin sie sich unterscheiden und umgekehrt, was sie gemeinsam haben.

Was denkt ihr ist der Unterschied zwischen ihnen? Haben sie die gleiche/ähnliche Zusammensetzung? Befinden sie sich in der Natur am selben Ort? Die Annahmen werden gemeinsam besprochen und die Lehrerin oder der Lehrer fragt nach ihrer Begründung.

Bei der Untersuchung des Erdbodens sollten die Schülerinnen und Schüler mit Lupen, einem kleinen Plastiklöffel, weißem Papier (als Unterlage) und Taschenlampe ausgestattet werden. Die Lehrerin oder der Lehrer macht auf die Details aufmerksam: *Fühlen sich beide Proben gleich an? Sind sie rau oder weich? Nass oder trocken? Was ist mit ihrer Zusammensetzung? Sind beide ausgleichen oder verschiedenen Teilen? Welche Farbe haben sie? Sind sie glänzend oder matt? Gibt es einen Unterschied in ihrem Duft? Fühlt ihr etwas? Erinnert euch dieser Duft an etwas? Oder sind sie geruchlos?* So ermutigt die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, ihre Beobachtungsfähigkeit zu entwickeln.

Folglich identifizieren die Schülerinnen und Schüler dieselben und unterschiedliche Eigenschaften von Lehm und Sand. Bei der nächsten Untersuchung können verschiedene Arten von Erdboden und anderem Material (z. B. Kies) verwendet werden.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- verschiedene Erdbodenproben, Plastikbecher (ca. 3 dcl), Messglas, Wasser, Stoppuhr, Becherhalter (z. B. Tablett)

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe beginnt die Lehrerin und der Lehrer mit einem Gespräch über Zimmerpflanzen. Er fragt die Schülerinnen und Schüler, ob sie zu Hause helfen, die Zimmerpflanzen oder die Pflanzen, die sie im Klassenzimmer haben, zu gießen. Die Lehrerin oder der Lehrer lenkt die Diskussion auf die Öffnungen am Boden des Blumentopfs und die Schalen, die sich unter dem Blumentopf befinden. Sie/Er fragt die Schülerinnen und Schüler, wie sie Wasser in die Schüssel bekommen, wenn wir die Pflanze von oben pflanzen. Die Diskussion sollte zu einer Forschungsfrage führen: *Welches Material (Erdboden) wird den größten Teil des Wassers durchlassen und welches am wenigsten?* Die Schülerinnen und Schüler erstellen im Arbeitsblatt Annahmen über die Materialien, die von der Lehrerin oder vom Lehrer zur Verfügung gestellt werden. Sie sollten dann vorschlagen, wie sie ihre Annahmen überprüfen können.

Beispielsweise können die Schülerinnen und Schüler Plastikbecher (0,5 l) verwenden, in deren Boden sie ein Loch machen (ca. 0,5 – 1 cm). Sie sollten sicherstellen, dass die Löcher für jeden Becher ungefähr gleich sind. Sie geben dann in jeden Becher die gleiche Menge Wasser (z. B. 2 dcl), die gleiche Menge Material (z. B. eine volle 3 dcl-Becher). Das Wasser, das aus dem Becher läuft, sollte eingefangen und gemessen werden – um heraus-

zufinden, wie viel Wasser noch im Material ist. Außerdem können sie herausfinden, zu welcher Zeit das Wasser aus dem Becher zu laufen begann. Nach der Überprüfung der Annahmen schreibt die Schülerin/der Schüler seine Ergebnisse auf, die mit den Annahmen verglichen werden, und versucht, eine Schlussfolgerung zu ziehen.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- verschiedene Gesteinsarten, Lupen, transparente Taschen, Becher, Wasser, Essig

Arbeitsvorgang:

Diese Aufgabe konzentriert sich auf die Erkundung verschiedener Gesteinsarten. Die Schülerinnen und Schüler stellen fest, dass jedes Gestein aus einem anderen Material (Mineral) besteht, was sich auf seine Eigenschaften auswirkt. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, zu erforschen, was die verschiedenen Felsen miteinander teilen und wovon sie sich unterscheiden. In der Nachbarschaft der Schule können Gesteinsproben gefunden werden, oder einige werden von der Lehrerin oder dem Lehrer zur Verfügung gestellt. Unter ihnen sollten magmatische Gesteine (z. B. Granit, Basalt), metamorphe Gesteine (Graphit, Magnetit, Marmor) und Sedimentgesteine (Sandstein, Quarz) sein.

Wenn die Lehrerin oder der Lehrer absichtlich Steine aus den oben genannten Kategorien auswählt, werden die Schüler feststellen, dass jeder Stein andere Eigenschaften hat.

Die Schülerinnen und Schüler erkunden das Aussehen der Steine (*Sind sie glänzend? Matt? Welche Farbe haben sie? Bestehen sie aus großen Körnern? Sind Körner in ihnen sichtbar? usw.*), Duft (*Wie riechen sie? Fühlt ihr etwas? Erinnert euch dieser Duft an etwas?*) Oberfläche (*Sind sie rau oder glatt?*). Außerdem erfahren sie, ob sie nach dem Ablegen in kleinere Stücke zerfallen (*weshalb alle Steine etwa gleich groß sein sollten*). Die Sprengkraft kann ermittelt werden, indem jeder Stein separat in eine durchsichtige Tasche gelegt wird und immer auf derselben Höhe zu fallen beginnt (z. B. von der Bank). Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Eigenschaften der Gesteine nach ihrem Einlegen in Wasser oder Essig zu untersuchen (z. B. 5 Minuten – *Was ist mit ihnen passiert? Haben sie ihre Eigenschaften geändert?*). Am Ende bewerten sie die Eigenschaften einzelner Gesteine und schlagen ihre Verwendung im ordinären Leben vor.

Referenzen:

HARLEN, W. (2015). Working with Big Ideas of Science Education. *Trieste: The Science Education Programme (SEP) of IAP*.

LAPIN, M. (2004). *Stručne o teórii klimatického systému zeme, najmä v súvislosti so zmenami klímy.* Dostupné z www: zdroj: http://www.akademickyrepozitar.sk/sk/repozitar/strucne-o-teorii-klimatickeho-systemu-zeme.doc)

Zastúpenie pôdnych druhov, 2017. Dostupné z www: http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/pd/pd.aspx

PRETEL, J. (2012): *Klimatické změny a jejich dopady na život lidí.* Studijní opora k akci v rámci projektu CZ.1.07/1.3.05/03.0030 Název projektu: Zeměpis v nové perspektivě aneb tudy cesta vede. Dostupné na www: http://projekty.osu.cz/zemepisnove/wp-content/uploads/3.1.Klimatick%C3%A9-zm%C4%9Bny-a-jejich-dopady-na-%C5%BEivot-lid%C3%AD.pdf

UNSER SONNENSYSTEM ALS KLEINER TEIL EINER GALAXIE

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Das Konzept der Big Ideas von Harlen erklärt ein natürliches Phänomen: „Die Sonne, die acht Planeten und andere kleinere Körper, die sie umgeben, bilden das Sonnensystem. Der Wechsel von Tag und Nacht und den Jahreszeiten wird durch die Neigung und Rotation der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne erklärt. Das Sonnensystem ist Teil einer Galaxie aus Sternen, Gas und Staub, eine der Milliarden Galaxien im Universum, die sehr weit voneinander entfernt sind.“ (Harlen, 2015)

Dieses Kapitel soll einen Überblick über die Größe der Körper des Sonnensystems und die Abstände zwischen ihnen geben. Auch die Unterscheidung zwischen Planeten und Sternen (Sonne), sowie der Kometen, einer spezifischen Art von Weltraumkörpern mit oft außergewöhnlicher Flugbahn, sind wichtig.

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Es ist zu erwarten, dass Kinder im Alter von 7 bis 11 Jahren schon eine gute Vorstellung von Universum und Sonnensystem haben. Sie wissen, dass sich die Erde um die Sonne dreht und dass dieser Umlauf jeweils ein Jahr dauert. Der Mond dreht sich um die Erde, bei ihm dauert eine Runde genau 29,5 Tage, das sind ungefähr vier Wochen. Die Sonne befindet sich in der Mitte unseres Sonnensystems und ist die einzige Quelle des sichtbaren Lichts. Das von der Erde reflektierte Sonnenlicht strahlt auf den Mond und der wiederum wirft dieses Licht nachts als Mondlicht wieder auf die Erde zurück. Die Erde dreht sich um ihre eigene Achse und an den fiktiven Schnittpunkten der Achse mit der Erdoberfläche finden wir Nord-und Südpol. Die Rotation der Erde um ihre eigene Achse bewirkt, dass sich Tag und Nacht auf der Erdoberfläche abwechseln, je nachdem, welcher Teil der Erde gerade von der Sonne abgewandt ist.

Das Fach Elementarlehre enthält keine relevanten Bildungsstandards, um dieses wissenschaftliche Verständnis zu entwickeln.

In den naturwissenschaftlichen Fächern gibt es sich hauptsächlich folgende Leistungsstandards (9 – 10-jährige Schülerinnen und Schüler, Ende 4. Klasse):

Schülerinnen und Schüler:

- Wissen, dass die Erde ein Planet ist, der um die Sonne kreist, die ein Stern ist.
- Wissen, dass die Erde ungefähr kugelförmig ist und vom Mond umkreist wird.
- Wissen, dass die Erde sich um ihre eigene Achse dreht, neben ihrer Bewegung um die Sonne.
- Wissen, dass die Erde sich an einem Tag (24 Stunden) um ihre eigene Achse dreht und sie die Sonne in einem Jahr (365 Tagen) umkreist.

- Wissen, dass der Mond nicht selbst scheint, sondern das von der Sonne auf die Erde fallende Licht reflektiert.
- Wissen, wie die Sonnensystemplaneten korrekt aufzulisten sind: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun.
- Wissen, wie die Konstellationen als sichtbare Anordnung von Sternen in einem erkennbaren Muster zu charakterisieren sind.
- Wissen, wie die Hauptkonstellationen des Winterhimmels (Orion) und die Hauptkonstellationen des Sommerhimmels (der Große Wagen) zu erkennen sind.
- Können grafisch die Anordnung des Sonnensystems veranschaulichen.

Schlüsselwörter:

Zeitmessung (Sonnenuhren, Sanduhr)

Phasen des Mondes

Kalender

Orientierung in der Natur

Modelle von Planeten, Kometen, Sonne

Sternbilder

Himmelsrichtungen

Orientierung an der Sonne, den Sternen und dem Mond

Sonne, Planet, Sonnensystem, Komet, Modell

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Zeitmessung

Zeit ist eine der grundlegendsten physikalischen Größen. Sie hat das menschliche Leben seit der Antike beeinflusst, und ist auch eines der Themen, dass die Menschen schon früh wissenschaftlich erforschten. **Die Zeit unterscheidet sich von anderen grundlegenden physikalischen Größen dahingehend, dass der Fluss der Zeit nur in eine Richtung verläuft. Wenn wir die Zeit aus dem Blick der Quantenmechanik betrachten, beobachten wir die Zeit anders als in der klassischen Physik.** Die Zeit wird in winzigen Teilchen (10-35s Quantum) quantifiziert, wie ein prominenter deutscher Physiker des 19. und 20. Jahrhunderts Max Planck beschrieb. Auch bemerkenswert ist, dass die Zeit ihren Ursprung in dem Moment hat, in dem sie sich, zusammen mit dem gesamten Universum, entwickelt hat. Dieser Moment ist der **Big Bang (Urknall)**. Ob die Zeit irgendwann endet, hängt auch mit der Existenz des gesamten Universums zusammen. Wenn das Universum

endet, tut es das mit einem großen Zusammenbruch der **Big Crunch** genannt wird und gleichzeitig wird auch die Zeit enden.

Wahrnehmung der Zeit

Wie oben erwähnt, gehört die Zeit zu den physikalischen Größen, deren Existenz vom Menschen als erstes wahrgenommen wurde. Dies geschah, als zum ersten Mal der **regelmäßige Tages- und Nachtwechsel** bemerkt wurde. Die Ursache dieses Phänomens, d.h. die **Rotation der Erde um ihre eigene Achse** wurde allerdings erst viel später entdeckt. Das zweite Zeitintervall, das dem Menschen früh bewusst wurde, war der **allmähliche Wechsel der Mondphasen**.

Einheiten der Zeit

Einfach ausgedrückt, waren die ersten, vom Menschen entdeckten Zeiteinheiten Tag/Nacht und die Zyklen des Mondes. Die Existenz dieser Einheiten ermöglichte es erst, längere Zeitintervalle zu erkennen, wie **das Jahr** mit 365 Tagen. Mit einem Kalender lässt sich mit Hilfe der Länge der Tage und der Monate bestimmen, wie lange das Jahr ist. In diesem Kapitel werden die historische Entwicklung und der Einfluss von Kalendern auf die fortschreitende Erschließung des Wissens über das Universum und die darin stattfindenden Prozesse erörtert.

Längere Zeiträume aufzuzeichnen ist schon relativ früh möglich gewesen, später waren die Menschen dann **daran interessiert, Zeitintervalle zu bestimmen, die sich durch kürzere Zeitspannen charakterisieren lassen als der Tag-und Nachtwechsel**. Alle Messungen von Zeitintervallen beziehen sich auf die Natur, meist in Form von **astronomischen Prozessen., die die Zeitmessung bestimmen** und die Genauigkeit der Messmethoden auch eindeutig bestätigen (oder im Gegenteil ausschließen). Mit zunehmendem Wissen über astronomische Prozesse, wurde auch die Genauigkeit von Zeitmessverfahren verbessert.

Messung der Zeit

Im Unterricht **müssen zwei grundlegende Messarten unterschieden werden**:

1. Ein Maß dafür **„wie spät es grade ist“**. Hier verwenden wir üblicherweise Uhren. In der Vergangenheit wurden verschiedene Arten von Sonnenuhren verwendet.
2. Die **Messung der Länge des Zeitintervalls**, d. h. die Messung einer Stunde als 60 Minuten oder 3600 Sekunden. Hierzu können wir auch Uhren verwenden, um den Beginn und das Ende des Zeitintervalls aufzuzeichnen und daraus zu ersehen, wie kurz oder lang es war. Meist werden jedoch Stoppuhren verwendet, früher auch Sanduhren, Wasseruhren oder Kerzenuhren.

Historische Zeitskalen, wie im vorigen Abschnitt erwähnt, sind sehr nützlich um die Zeitmessung zu erklären, aber es ist auch notwendig die heutigen Methoden zur Zeitmessung zu kennen, z.B. eine normale Uhr mit Zeiger.

Jahr und Monat

Aus astronomischer Sicht ist **die Grundeinheit ein Jahr, dessen Länge von der Bewegung der Erde um die Sonne bestimmt wird**. Astronomen unterscheiden einige Definitionen des Jahres, die mit einem anderen Bezugssystem verbunden sind. Von diesen sind die wichtigste **das tropische Jahr** (meistens im Alltag benutzt und kalendergebunden), **das siderische Jahr und das anomalistische Jahr**.

!

- **Das tropische Jahr** kann man vereinfacht als die Zeit zwischen zwei gleichen Zeitpunkten im Ablauf der Jahreszeiten beschreiben, zum Beispiel von einer Frühlings-Tagundnachtgleiche (Frühlingsanfang) zur nächsten oder von einer Sommersonnenwende (Sommeranfang) zur nächsten. Es dauert 365.242 192 129 Tage (365 Tage, 5 Stunden, 48 Minuten, 45 Sekunden).
- **Das siderische Jahr** oder Sternenjahr ist die Zeitspanne, die vergeht, bis die Sonne von der Erde aus gesehen die gleiche Stellung am Himmel in Bezug auf einen fiktiven unendlich weit entfernten Fixstern ohne Eigenbewegung einnimmt. Es dauert 365.256 363 051 Tage (365 Tage, 6 Stunden, 9 Minuten, 9 Sekunden).
- **Das anomalistische Jahr** ist die Zeit, die zwischen den beiden Durchgängen der Erde durch den Periapsis (der Punkt, an dem die Erde der Sonne am nächsten ist) vergeht. Es dauert 365.259 635 864 Tage (365 Tage, 6 Stunden, 13 Minuten, 53 Sekunden).

Ebenso ist es auch möglich, **den Monat** unterschiedlich zu definieren. Der **synodische Monat** beschreibt die Formänderungen der Mondscheibe aus Sicht des Erdbeobachters. Seine Länge beträgt 29.5 Tage. Der siderische Monat beschreibt den mittleren Zeitraum, bis der Mond, von der Erde aus gesehen, wieder vor dem gleichen Fixstern erscheint. Diese Periode dauert etwa 27,3 Tage. Der **tropische Monat** bezieht sich auf den Frühlingsanfang und dauert 27.32 Tage, **der anomalistische Monat** ist die bezeichnet die Periode zweier Perigäums-Durchgänge (der Punkt, an dem der Mond der Erde am nächsten ist) mit einer Länge von 27.554 549 878 Tagen, und **der drakonische Monat** bezieht sich auf die Durchgänge durch den Mondknoten und beträgt 27.2 Tage.

Meist sind allerdings kürzere Zeiteinheiten von Bedeutung. **Die Basiseinheit der Zeit ist die Sekunde**: Die Sekunde ist das Vielfache der Periode einer Mikrowelle, die mit einem ausgewählten Niveauübergang im Caesiumatom in Resonanz ist. Daher wird sie als **Atomsekunde** bezeichnet. (Neudefinition der Basiseinheiten der Generalkonferenz für Maß und Gewicht mit Wirkung vom 20. Mai 2019) Weitere Einheiten sind Einheiten, die innerhalb dieses Systems abgeleitet werden können: Minute (1 Minute = 60 Sekunden), Stunde (1 Stunde = 60 Minuten = 3600 Sekunden) und Tag (1 Tag = 24 Stunden).

Sonnenuhr

Wie oben erwähnt, ist die **Sonnenuhr** das grundlegende Maß für die Zeit, in Bezug auf die aktuelle Uhrzeit. Obwohl es mehrere Arten von Sonnenuhren gibt, wird die Zeit meistens am **von einer Stange geworfenen Schatten auf das Zifferblatt abgelesen**. Die Stange wird, abhängig von ihrer Position, in Bezug auf das Zifferblatt, als Gnomon (die Stange steht senkrecht zur Ebene des Ziffernblattes) oder als **Polstab** bezeichnet.

Die von der Sonnenuhr gemessene Zeit ergibt sich aus der Bewegung der Sonne am Himmel. Wir nennen dies **die echte Sonnenzeit**. Es ist eine Zeit, die derjenigen nahekommt, die wir auf unseren Uhren oder Armbanduhren ablesen.

Es gibt drei Hauptgründe für den Unterschied zwischen echter Sonnenzeit und unseren Uhren:

- **Normalerweise verwenden wir die mittlere Sonnenzeit, eine Zeit, die im Gegensatz zur echten Sonnenzeit gleichmäßig verläuft.** Der ungleichmäßige Fluss der echten Sonnenzeit ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die Neigung der Erdachse zur Ekliptik 66,5 Grad beträgt und sich die Erde um die Sonne nicht auf einem Kreis, sondern auf einer Ellipse bewegt. Deshalb sind die Sonnentage unterschiedlich lang: Der kürzeste Sonnentag ist Mitte Februar, der längste Sonnentag Anfang November.
- Im Allgemeinen nutzen wir die **Zonenzeit**. Im Falle der Bundesrepublik Deutschland ist dies **die mittlere Sonnenzeit, die dem 15. östlichen Längengrad entspricht**. An Orten, die sich westlich dieses Meridians befinden, ist der Wert der echten Sonnenzeit geringer und ändert sich um 4 Minuten für jeden Längengrad. Ebenso ist östlich des 15. Längengrads die echte Sonnenzeit größer (Sie ändert sich ebenfalls um 4 Minuten für jeden Längengrad).
- **In Deutschland nutzt man zusätzlich noch die Sommerzeit, zwischen Ende März und Ende Oktober, bei der die Uhr um eine Stunde vorgestellt wird.**

Diese Abweichungen müssen wir bei dem Bau von Sonnenuhren berücksichtigen. Durch das Bewusstsein für die grundsätzlichen Unterschiede zwischen echter und mittlerer Sonnenzeit, können die natürlichen Phänomene die diese verursachen und ihre Wirkweise einfacher erkannt werden. Am einfachsten kann die Differenz zur Sommerzeit durch eine zweite Skalenkurve für den Sommer ergänzt werden. Die Zonenzeit kann durch eine konstante Verschiebung der Skala ausgeglichen werden. Am schwierigsten ist die Abweichung durch die Neigung der Erdachse und die elliptische Umlaufbahn zu kompensieren. Die Skalenkurve gleicht dann einer Acht. Solche Sonnenuhren sind sehr kompliziert zu konstruieren und somit für Unterricht zu anspruchsvoll.

Manche Sonnenuhren können zusätzlich zur Tageszeit auch noch ungefähr die Dauer der Monate anzeigen. Diese Sonnenuhren haben am Ende des Stabes ein rundes Ende, das Nodus genannt wird. Zusätzlich zu den Skalen werden 7 Kurven angezeigt. Die Bereiche zwischen den Linien geben die Tierkreiszeichen wieder, so dass man den Monat ungefähr bestimmen kann, wenn der Nodus in diesem Bereich seinen Schatten wirft. Von innen nach außen im ersten Halbjahr und dann zurück im 2. Halbjahr, so das immer zwei Tierkreiszeichen pro Bereich möglich sind.

Intervallmessung

Es ist möglich, gekaufte Messinstrumente zur Messung von Zeiteinheiten zu verwenden, aber noch besser geeignet sind von den Schülerinnen und Schülern selbst hergestellte Geräte. Am besten geeignet dafür sind **Sanduhren**, **Sonnenuhren und Wasseruhren**. (Es gibt auch **Kerzenuhren**. Diese sind aber bei Schülerinnen und Schülern bis zu 10 Jahren vor allem in größeren Gruppen sehr gefährlich).

Sanduhr

Es ist wichtig, dass man möglichst gleichmäßigen Sand in einer Sanduhr verwendet. Am besten ist Flusssand geeignet, bei dem die einzelnen Körnchen durch die ständige Bewegung des Wassers und die Reibung mit anderen, im Fluss vorhandenen Feststoffen, wie kleineren und größeren Steinen, eine regelmäßige, fast abgerundete Form annehmen. Es ist ratsam, den Sand vor dem Einsatz durch ein Sieb zu schütten, um größere Sandkörner zu entfernen. Trotz einer sorgfältigen Vorbereitung der Sanduhr, muss davon ausgegangen werden, dass der Sand nicht immer in exakt derselben Zeit durchläuft. Daran kann man zeigen, dass in wissenschaftlichen Versuchen oft Ergebnisse bei wiederholten Messungen nicht reproduzierbar sind, obwohl die Bedingungen **scheinbar** immer gleich sind.

Wasseruhr

Bei Wasseruhren, die aus einer PET-Flasche mit einer Bodenöffnung hergestellt werden, ist es möglich, die Zeit des Austropfens der Flüssigkeit aus der Flasche zu messen nachdem ein kleines oder mehrere kleine Löcher in den Deckel gestochen wurden. Darüber hinaus kann die Flasche mit einer Skala ausgestattet werden, beispielsweise mittels eines Filzstifts, die auch kürzere Zeitintervalle zulässt. Es wird gezeigt, dass die Skala nicht gleichmäßig ist, da die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsausflusses mit abnehmender Höhe des Wasserstandes im Behälter, und somit mit abnehmendem Druck abnimmt. Der Flüssigkeitsausfluss wird auch von der Größe der oberen Öffnung der Flasche beeinflusst und es kann gezeigt werden, dass dadurch die Geschwindigkeit des Ausflusses von Wasser aus der Flasche geändert werden kann.

2.2 Mondphasen

Mondphasen sind ein astronomisches Phänomen, das es Erdbeobachtern je nach relativer Position von Sonne, Erde und Mond ermöglicht, einen anderen beleuchteten Teil der Mondoberfläche zu sehen. Es ist ein periodisches zyklisches Phänomen, das durch eine Kombination von zwei astronomischen Phänomenen hervorgerufen wird: die Bewegung der Erde um die Sonne und die Bewegung des Mondes um die Erde, dessen Periode durch den synodischen Monat mit einem genauen Wert von 29 Tagen, 12 Stunden, 44 Minuten, 2.9 Sekunden angegeben wird. Der synodische Monat leitet sich aus dem griechischen Wort Synodes ab, was ein regelmäßiges Treffen bedeutet, (im ursprünglichen Sinne eines regelmäßigen Bischofstreffens zur Erörterung kirchlicher Fragen).

Mondphasen

Die **Grundphasen des Mondes** teilen einen Monat in vier Teile, die man **Neumond**, **Erstes Viertel**, **Vollmond und Letztes Viertel** nennt.

- Der Mond ist bei **Neumond** nicht am Himmel zu sehen, da er sich in dieser Zeit zwischen Erde und Sonne, das heißt in Konjunktion mit der Sonne befindet.
- Bei **Vollmond** ist der Mond ganz zu sehen. Sonne und Mond befinden sich auf der gegenüberliegenden Seite der Erde. Er geht in der Abenddämmerung auf und in der Morgendämmerung unter und ist die ganze Nacht sichtbar.

- **Die Zeiträume zwischen Neumond und Vollmond** werden **Erstes Viertel** (zunehmender Mond) und **Letztes Viertel** (abnehmender Mond) genannt. In beiden Phasen ändern sich die beleuchteten Teile des Mondes. Im ersten Viertel ist der Mond ein Halbkreis in Form des Bogens eines Großbuchstabens D und im letzten Viertel hat der Halbkreis die Form des Bogens des Großbuchstabens C. Im ersten Viertel geht der Mond um die Mittagszeit auf und verschwindet um Mitternacht, sodass die Sichel nur am Abendhimmel zu sehen ist. Im letzten Viertel des Monats geht er dagegen erst um Mitternacht auf und schon mittags unter, daher ist er am besten am sehr frühen Morgen zu erkennen. Als Gedächtnisstütze können die Zeichen „(“, als „Klammer **a**uf“ für „**a**bnehmend“, und „)“, „Klammer **zu**“ für „**zu**nehmend“ dienen, deren Form jeweils die Form der Mondsichel wiedergibt.

Die erwähnten Mondphasen gelten jedoch nur für den nördlichen Breitengrad. In der südlichen Hemisphäre bewegt sich der Mond in die entgegengesetzte Richtung. Der Neumond und Vollmond sehen genauso aus wie in den nördlichen Breiten, allerdings zeigt die Wölbung der Sichel im Ersten und Letzten Viertel genau in die andere Richtung. Auch in äquatorialen Regionen sehen der Neumond und der Vollmond genauso aus wie an anderen Orten der Erde. Im Gegensatz zum Norden und Süden erscheint der Mond im ersten Viertel ein Tunnel, d. h. wie zum Beispiel der griechische Buchstabe Omega Ω. Er kippt jedoch um Mitternacht und hat dann die Form des großen Druckbuchstabens U. Im Letzten Viertel erscheint der Mond bis Mitternacht als ein großer U-förmiger Bogen und sieht dann wieder wie der griechische Buchstabe Omega Ω aus.

Mondphasen waren ein Ereignis, das den meisten Menschen geläufig und dadurch auch leicht für sie verständlich war. Daher wurden sie zur **Grundlage des ersten Kalendertyps** – des Mondkalenders, der im folgenden Kapitel beschrieben wird. **Die Mondphasen**, der oben erwähnte, synodische Monat, **wurde zum ersten längeren Zeitmaß**, zum Vorgänger des heutigen Monats. Ein Viertel des Monats, d. h. die Zeit zwischen den vier wichtigsten Mondphasen **wurde zur Grundlage einer neuen Zeiteinheit, der Woche**.

Gebundene Rotation des Mondes

Fast alle größeren Monde des Sonnensystems befinden sich in einer **gebundenen Rotation** um ihren Zentralplaneten, das heißt, sie drehen sich während eines Umlaufs um den Planeten auch einmal um die eigene Achse. Die Rotationsachse steht etwa senkrecht auf der Bahnebene und der Drehsinn ist gleich. Deshalb wenden diese Monde ihrem Planeten im Prinzip immer dieselbe Seite zu. Da die Monde allerdings nicht auf exakten Kreisbahnen mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ihre Planeten umkreisen, während die Eigenrotation eine konstante Winkelgeschwindigkeit aufweist, und da sich ein Beobachter auf dem Planeten nicht exakt auf der Verbindungslinie der Massenzentren befinden muss, sieht der Beobachter im Laufe eines „Monats“ nicht immer exakt dieselbe Seite des Mondes. Beim Erdmond sind durch die verschiedenen Effekte, die zu dieser Taumelbewegung führen, von der Erdoberfläche aus im Laufe der Zeit insgesamt 59 Prozent der Mondoberfläche zu sehen. (https://de.wikipedia.org/wiki/Gebundene_Rotation)

Mondphasen und jüngeres Schulaltern von Kalendern

Da die Mondphasen leicht zu beobachten sind, kann dieses Thema ohne weiteres mit Schülerinnen und Schülern erörtert werden, wobei die Größe der Klasse und die Auffassungsgabe der Kinder beachtet werden sollte. Es ist möglich, anhand von Bildern, die zum Beispiel in Kalendern zu finden sind, die Mondphasen aufzuzeigen, um sie den Schülerinnen und Schülern näher zu bringen.

Die Beschäftigung von Grundschülerinnen und Grundschülern mit den Mondphasen hat zwei Ziele: zum einen sollen sie die verschiedenen Phasen erkennen können, zum anderen sollen sie verstehen, warum Mondphasen entstehen. Außerdem sollen sie verstehen, wie die Mondphasen von der Erde, der Sonne und natürlich dem Mond selbst abhängen, hängt von den meisten Kindern des jüngeren Alters aufgrund ihrer geistigen Reife als „Transformation des Betrachters“ ab. Die Erdoberflache und die Position „hoch über dem Nordpol“, die zum Verständnis notwendig ist, sind zu komplex, um dies alle Kinder dieses Zeitalters zu beherrschen.

Wir empfehlen drei Arbeitsaufträge, um die Mondphasen zu verstehen:

- **die Mondphasen in einen Tisch- oder Wandkalender einzutragen,**
- **Mondphasen mit einer beleuchteten Orange oder einem beleuchteten Mondmodell darzustellen,**
- **ein Mondmodell anzufertigen mit dem die Mondrotation um die Erde mit der gebundenen Rotation gezeigt werden kann.**

2.3 Kalender

Wenn wir uns die Entstehung der Kalender anschauen, müssen wir uns hauptsächlich weiteren Zeiteinheiten und ihren Beziehungen zueinander widmen. **Die Grundlage für die Kalendererstellung sind der mittlere Sonnentag (24 Stunden) und ein synodischer Monat**, der die Änderungen der Form des Mondes aus Sicht des Erdbeobachters beschreibt. Die dritte Basiszeiteinheit für Kalender ist **das tropische Jahr**. **Es ist die Zeit** zwischen zwei gleichen Zeitpunkten im Ablauf der Jahreszeiten, z.B. zwischen zwei Sommersonnwenden.

! Die drei oben genannten grundlegenden Zeiteinheiten entsprechen den wichtigsten astronomischen Zeiträumen, die das Leben der Menschen beeinflussen. Ein Tag ist die Rotationszeit der Erde um die Sonne, der synodische Monat ist die Periode der Mondphasen und das tropische Jahr ist die Periode, in der sich die Jahreszeiten abwechseln. **Alle diese Zeiträume sind für den Unterricht für jüngere Schülerinnen und Schüler geeignet.**

Erstellen eines Kalenders

Mit dem Thema Kalendererstellung haben sich die Menschen schon in alten Zeiten beschäftigt. Aufgrund der langfristigen naturgemäßen Änderungen des mittleren Sonnentages, des synodischen Monats und des tropischen Jahres, d. h. den grundlegenden Zeitskalen für den Kalender, kann nicht in festgelegte unveränderbare Einheiten unterteilt werden. Die langfristigen Änderungen hängen mit der astronomischen Natur der Variablen zusammen, und auch wenn die langfristigen Änderungen gering sind, dürfen sie auf lange Sicht nicht vernachlässigt werden. Darüber hinaus sind diese Änderungen nicht gleichmäßig.

Arten von Kalendern

Es scheint zum Beispiel, dass ein synodischer Monat mit einer Länge von 29.5 Tagen ohne größere Schwierigkeiten im Kalender durch Abwechseln von „kurzen“ und „langen“ Monaten mit 30 und 29 Tagen ersetzt werden kann. Der geplante Kalender müsste jedoch nach weniger als drei Jahren korrigiert werden, da beispielsweise zwischen echtem Neumond und dem im Kalender, innerhalb von 33 Monaten ein ganzer Tag Unterschied entstanden wäre. In ähnlicher Weise wird ein tropisches Jahr von 365.24 Tagen so verändert, dass 360 Tage pro Kalenderjahr um 5 oder 6 erweitert werden. So funktionierte es zum Beispiel im alten Ägypten, wo jedes 360-Tage-Jahr um 5 oder 6 zusätzliche Tage Feiertage und Feste gemäß den Berechnungen der Priester ergänzt wurde. Unser Kalenderjahr mit 365 Tagen unterscheidet sich vom tatsächlichen Jahr in vier Jahren um einen Tag. und so hat jedes vierte Jahr 366 Tage. In Deutschland wird dieser Tag am 29. Februar eingefügt, den es nur alle vier Jahre gibt.

Je einfacher der Kalender gewählt wird, desto eher müssen wir ihn so ändern, dass er nicht von der tatsächlichen Länge der astronomischen Tageszeiten, den Mondphasen oder den Wechseln der Jahreszeiten, abweicht. Umgekehrt gilt: Je komplizierter der Kalender ist, desto weniger müssen wir ihn an die realen astronomischen Zeiten anpassen.

Wie oben erwähnt, war es lange Zeit schwierig, die grundlegenden Parameter für die Erstellung eines Kalenders so festzulegen, dass der Kalender für die breiten Schichten der Menschen, die ihn verwenden wollten, sowohl einfach als auch verständlich war.

Die drei grundlegenden Arten von Kalendern:

- **Der Lunar- oder Mondkalender** basiert auf der Idee, dass der wichtigste der Langzeiteinheiten der synodische Monat ist, der die Periode des Mondphasenwechsels darstellt. Die Bedeutung der Mondphasen für eine langfristige Wahrnehmung der Zeit war üblich für alte Zivilisationen, insbesondere für die um den Äquator lebenden Völker, wo der Mondzyklus von größerer Bedeutung ist als der einjährige Sonnenzyklus, der in diesen Gebieten nicht so bedeutend ist, da dort kein Wechsel der Jahreszeiten stattfindet. Alle Monate im Mondkalender beginnen mit derselben Mondphase, normalerweise Neumond. im Mondkalender wechseln Monate die 29 und 30 Tage haben ab. Die Länge des Jahres beträgt 354 Tage und ist nicht an den Zeitraum der Jahreszeiten gebunden. Nach drei Jahren muss dieser Kalender angepasst werden und das darauffolgende Jahr hat 355 Tage. **Derzeit ist der wichtigste Mondkalender der islamische Kalender**, der vom Beginn der Reise des Propheten Muhammad von Mekka nach Medina berechnet wird (im Gregorianischen Kalender entspricht dies dem Datum vom 14. Juli 622). Er wird mit AH bezeichnet (aus dem Lateinischen *Anno Hegirae*: „Jahre der Hedschra"), z.B. vom 3. 10.2016 bis 21.9.2017 ist das Jahr 1438 AH.
- Der **Solar- oder Sonnenkalender** orientiert sich an einem tropischen Jahr. Die Länge des Monats ist aus Sicht des Sonnenkalenders unbedeutend, so dass die Monate nicht an den synodischen Monat gebunden sind. Sie unterteilen das Jahr nur in kleinere Teile. **Da dieser Kalender bei uns verwendet wird, sollte er auch bei jüngeren Kindern schwerpunktmäßig im Unterricht behandelt werden.** Er wird mit AD bezeichnet (aus dem Lateinischen *Anno Domini*: „Jahre des Herren"). Er wird theoretisch von der Geburt Christi angezählt. Wir wissen heute aus historischen Daten, dass Christus Jahre vor Beginn des Kalenders geboren worden wäre. Z. B. das Jahr 2017 AD beginnt am 1. 1. 2017 und endet am 31.12.2017.
- **Der Lunisolar-Kalender** richtet sich nach den Mondphasen und enthält 12 Monate. Etwa alle drei Jahre muss ein dreizehnter Monat eingeschaltet werden, damit er dem Sonnenjahr nicht hinterherhinkt. **Heutzutage ist der jüdische Kalender der bekannteste Vertreter der Lunisolar-Kalender.** Dieser Kalender beginnt mit der biblischen Schöpfung der Welt (im Gregorianischen Kalender wäre dies das Datum 6.10. 3761 vor Chr. genau 23 Stunden, 11 Minuten, 20 Sekunden) die Tage beginnen mit dem Sonnenuntergang. Er wird mit AM bezeichnet (aus dem Lateinischen Anno Mundi: „Jahre der Welt"). Das Jahr 5777 AM dauerte vom 2.10. 2016 bis zum 20.9.2017.

Historische Zusammenhänge

In Europa wird ein Sonnenkalender verwendet. Seine Wurzeln liegen im ägyptischen Sonnenkalender, der auf den jährlichen Nilfluten basierte. Der römischen Politiker Gaius Julius Cäsar lernte diesen Kalender bei seiner siegreichen Eroberung Ägyptens kennen. Im Gegensatz zu seinem altmodischen Kalender, erachtete er diesen als viel besser. Deshalb beauftragte er die Vorbereitung der römischen Kalenderreform durch den griechischen Astronomen Sosigena und führte diese ab dem 1. 1. 45 vor Ch. durch (zu dieser Zeit wurden natürlich Jahre anders gezählt als heute. Später wurde er auf die Geburt Christi umgerechnet). Der eingeführte Kalender hatte eine Länge von 365 Tagen und Übergangsjahre mit 366 Tagen, obwohl die Übergangsjahre etwas anders eingeführt wurden, als von Sosigenes vorgeschlagen.

Dieser Kalender sollte Caesar ehren und wurde deshalb Julianischer Kalender genannt. Davon übrig geblieben ist der Name des Monats Juli. Nach der Anpassung des Julianischen Kalenders (insbesondere der korrekten Einordnung der Übergangsjahre) durch Kaiser Augustus 8 nach Chr. wurde der Monat August vom damaligen Senat nach Augustus benannt. Es wurde entschieden, dass sowohl August als auch Juli ein langer Monat mit 31 Tagen ist. Dafür wurde der Monat Februar um einen Tag gekürzt.

Das julianische Jahr hat 365,25 Tage und unterscheidet sich vom tropischen Jahr mit 365,24 Tagen alle 128 Jahre um einen Tag. Deswegen erklärte am 24.2.1582 Papst Gregor XIII. mit der Bulle Inter gravissimas die Reform des julianischen Kalenders, die von seinem italienischen Astronomen, Arzt und Philosophen Aloisius Lilius (oder Luigi Lilio) vorbereitet wurde. Die Anpassung bestand zum einen in der Streichung von zehn Tagen und in der Regelung der Schaltjahre. Nach der neuen Regel sind die mit 00 endenden Jahre nur dann Schaltjahre, wenn die Jahreszahl durch 400 teilbar ist. Das Jahr 2000 war daher Übergangsjahr/Schaltjahr, während die Jahre 2100, 2200 und 2300 keine sein werden. **Der Kalender wurde nach Papst Gregor „Gregorianischer Kalender" benannt. Die Kalenderreform wurde in verschiedenen Ländern schrittweise umgesetzt, in einigen Ländern erst im letzten Jahrhundert.** Dieser Kalender wird jedoch inzwischen in den meisten Ländern genutzt.

Gregorianischer Kalender

Um den Gregorianischen Kalender, kennen zu lernen sind die folgenden drei Aufgaben für jüngere Schülerinnen und Schüler empfehlenswert:

- **Dauer der Monate:** Anhand der Handknöchel kann angegeben werden, welche Monate „lang" sind und welche „kurz" sind, welche also 31 Tage oder welche weniger Tage haben. Dabei werden die geballten Fäuste mit der Öffnung nach unten nebeneinandergehalten. Beginnend beim Knöchel des kleinen Fingers werden die Monate abgezählt. Dabei stellt der Knöchel des kleinen Fingers den Januar, einen Monat mit 31 Tagen, die Vertiefung daneben den Februar mit weniger Tagen (Ausnahme 28 bis 29 Tage), der Knöchel des Ringfingers den März mit 31 Tagen und die Vertiefung daneben den April mit 30 Tagen usw. dar. Am Übergang zwischen beiden Händen sind die beiden Monate Juli und August mit 31 Tagen auf dem Knöchel der beiden Zeigefinger dargestellt. Dass Juli und August 31 Tage lang sind und unmittelbar aufeinander folgen ist eine Ausnahme und wurde vom römischen Senat vor mehr als 2000 Jahren entschieden.
- **Beginn und Dauer der Jahreszeiten:** Der Beginn der Jahreszeiten wird durch die astronomische Position der Sonne am Himmel bestimmt. Dazu wird die jährliche Bahn der Sonne von einem hypothetischen Beobachtungsort im Erdmittelpunkt aus betrachtet und in vier Abschnitte unterteilt. Wenn die Sonne den Frühlingspunkt bei 0° passiert beginnt der Frühling (Zeitpunkt der Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche). Nach 90° beginnt der Sommer (Zeitpunkt der Sommer-Sonnenwende), nach 180° beginnt der Herbst (Herbst-Tag-und-Nacht-Gleiche) und nach 270° beginnt der Winter (Winter-Sonnenwende). Üblicherweise beginnen die Jahresszeiten am 21. 3., 21. 6., 23. 9. und 21. 12. Angesichts der Komplexität des aktuellen (gregorianischen) Kalenders ist der Beginn der Jahreszeiten jedoch nicht exakt festgelegt.

  Jeder Frühlingsanfang fällt auf eine um knapp 6 Stunden spätere Uhrzeit als der vorhergehende. Da die Schaltregel erst eine gewisse Verschiebung des Frühlingsanfangs auflaufen lässt, bevor sie sie durch Einlegen eines Schalttages wieder korrigiert, schwankt die Uhrzeit des Frühlingsanfangs (und entsprechend die aller anderen Jahreszeitenanfänge) in einem Bereich von etwa 18 Stunden (https://de.wikipedia.org/wiki/Jahreszeit). Der häufigste Frühlingsbeginn wird in den kommenden Jahren 20. März sein. Die genauen Termine des Beginns der Jahreszeiten finden Sie im Internet oder beispielsweise im Stern-Jahrbuch. Schülerinnen oder Schüler können nicht nur nach diesen Terminen suchen, sondern auch die Länge der einzelnen Jahreszeiten berechnen. Überraschenderweise stellen sie fest, dass der Sommer die längste Jahreszeit ist (fast 94 Tage), dann folgt der Frühling mit 93 Tagen, der Herbst mit fast 90 Tagen. Die kürzeste Jahreszeit ist der Winter (89 Tage). Diese Werte können um einen Tag variieren. Die Tatsache, dass die Längen der Jahreszeiten unterschiedlich sind, resultiert daraus, dass die Erde die Sonne in einer Ellipsenbahn umkreist. (Es versteht sich von selbst, dass die Jahreszeiten in der südlichen Hemisphäre umgekehrt sind.)

- **Simulation der Erdbewegung um die Sonne:** Auf dem Schulhof ist es möglich, die Bewegung der Erde um die Sonne (eventuell zusammen mit dem Mond, der die Erde umkreist) darzustellen. Dazu können sich zwei Kinder als Erde und Mond um ein drittes Kind als Sonne in der Mitte bewegen oder durch die Bewegung eines Kindes mit einem Globus um die Sonne. Die Achse des Globus muss dabei stabil gehalten werden.

2.4 Himmelsrichtungen

Im Gelände oder auf der Karte orientieren wir uns mittels der Himmelsrichtungen. Die Haupthimmelsrichtungen (Norden, Süden, Westen, Osten) definieren die Richtung der geografischen Koordinaten, der **Meridiane** (Längenkreise) und der **Breitenparallele** (Breitenkreise). Die Meridiane sind imaginäre Linien, die den Nord- und Südpol auf kürzestem Weg verbinden. Die Länge aller Meridiane ist gleich und die Strecke von Pol zu Pol beträgt 20.000 km. Der Zeitunterschied zwischen jedem Meridian beträgt 4 Minuten. Zwischen 15 Meridianen beträgt der Zeitunterschied eine Stunde. Auf der Internationalen Meridian-Konferenz von 1884 wurde der **Meridian von Greenwich** als internationaler **Nullmeridian** festgelegt. Die Breitenparallele sind Kreislinien, die parallel zum Äquator (längster Breitenkreis) in Ost-West-Richtung verlaufen. Breitenparallelen werden in Grad gemessen und nach der Halbkugel auf der sie sich befinden bezeichnet. Einige besondere Breitenkreise sind der Geographische Nordpol (90 ° Nord, der kreis zum Punkt reduziert), der arktische Polarkreis (66 ° 33 Nord), der Nördliche Wendekreis (23 ° 27‘ Nord), der Äquator (0 °), der Südliche Wendekreis (23 ° 27 ‚Süd), der Antarktische Polarkreis (66 ° 33‘ Süd) und der Südpol (90 ° Süd, Kreis zum Punkt reduziert). An Orten auf den Wendekreisen steht die Sonne mittags einmal pro Jahr im Zenit. An Orten zwischen den Wendekreisen und am Äquator steht sie zweimal pro Jahr im Zenit. Orte, die zwischen Polarkreis und Pol liegen, haben zu bestimmten Zeiten des Jahres „Polartag“ und „Polarnacht“: Hier geht die Sonne mindestens einmal im Jahr nicht unter (Polartag) oder auf (Polarnacht). An den Polen dauern Polartag und -nacht ca. ein halbes Jahr.

Genaueren Richtungsangaben dienen folgende **Zwischenrichtungen**:

Nordwesten (zwischen Norden und Westen), Nordosten (zwischen Norden und Osten), Südosten (zwischen Osten und Süden) und Südwesten (zwischen Süden und Westen).

Bestimmung der Himmelsrichtungen

Wir verwenden einen Kompass oder eine Bussole, um Himmelsrichtungen zu identifizieren. Der Kompass hat eine Magnetnadel, die anhand des Erdmagnetfelds die Bestimmung der magnetischen Nordrichtung und daraus aller anderen Himmelsrichtungen erlaubt. Himmelsrichtungen sind auf der Kompassscheibe mit den Anfangsbuchstaben ihres englischen Namens gekennzeichnet. N – North (Nord), S – South (Süd), W – West (West) und E – East (Ost). Als Gedächtnisstütze kann man das englische Wort „NEWS“ verwenden. Wenn der Beobachter nach Norden schaut ist rechts der Osten, links der Westen und der Süden befindet sich hinter dem Beobachter. Auf einer Karte ist Norden immer oben (es sei denn, eine andere Ausrichtung wird durch einen kleinen Kompass angezeigt).

2.5 Orientierung in der Natur

In der Natur kann nach Karte, Bussole oder Azimut navigiert werden. Letzterer ist der Winkel zwischen der Vertikalebene eines Gestirns und der Südhälfte der Meridianebene, gemessen von Süden über Westen, Norden und Osten. Wenn wir keine Messgeräte zur Verfügung haben, müssen wir uns mit verschiedenen natürlichen Phänomenen helfen. **Es gibt viele Möglichkeiten, sich in der Natur zu orientieren.** Es ist immer gut zumindest

eine grundlegende Vorstellung davon zu haben, wo man sich befindet, welcher Weg das Ziel der Reise ist und welche anderen wichtigen Punkte in der Nähe liegen. Dazu muss man eine Karte mitnehmen. Am besten ist es, wenn man eine Vorstellung davon hat, wo man sich auf der Karte befindet, wo sich darauf der Ausgangspunkt, der Weg und das Ziel befindet und eine ungefähre Vorstellung von den entsprechenden Himmelsrichtungen.

Orientierung nach natürlichen Phänomenen

Eine ungefähre Einschätzung der Zeit in Stunden, am besten natürlich mit einer Uhr, kann ebenso Aufschluss darüber geben, wo man sich befindet und wie weit man auf der geplanten Route gekommen ist. Außerdem können natürlichen Phänomene bei der Einschätzung helfen:

Die steile Seite des Ameisenhaufens geht nach Norden, flachere nach Süden.

Abbildung 69: Ameisenhaufen

Die **Jahresringe** am Boden der Bäume sind im Norden normalerweise dichter als im Süden. Die **Flechten** an freistehenden Baumstämmen wachsen auf der Nordwestseite.

Abbildung 70: Jahresringe

Abbildung 71: Flechten am Baumstamm

Der Schnee schmilzt an den Südhängen zuerst und an den Nordhängen bleibt er im Frühling am längsten liegen. **Sonnenblumen** drehen sich zur Sonne, selbst wenn der Himmel bewölkt ist. Der Imker stellt die Vorderseite der **Bienenstöcke** immer nach Süden. Bei den **Kirchen** steht der Turm oder der Haupteingang immer nach Westen, der Altar nach Osten.

Orientierung an der Sonne

Morgens geht die Sonne im Osten auf, mittags ist sie im Süden und abends geht sie im Westen unter. (Sonnenaufgang und Sonnenuntergang sind nur an der Tag- und Nachtgleiche ganz genau im Osten bzw. im Westen.) **Himmelsrichtungen können auch durch den Schatten bestimmt werden.** Wenn wir am Mittag in der Sonne stehen (die Sonne ist über dem Horizont und Süden am höchsten) fällt der Schatten Richtung Norden.

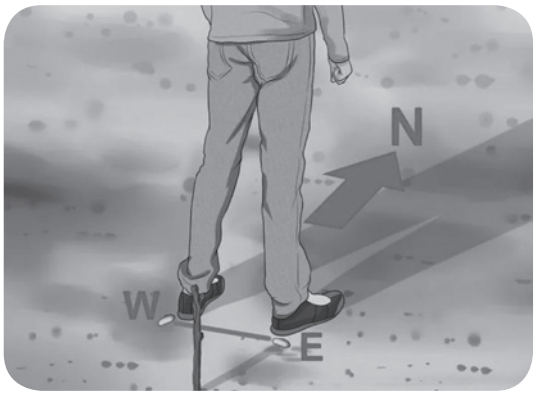


Abbildung 72: Bestimmung der Himmelsrichtung 1
(Quelle: http://www.radyprovsechny.cz/jak-urcit-svetove-strany-bez-kompasu/)

Weil die Sonne im Osten auf- und im Westen untergeht, bewegt sich der Schatten, den der Stab wirft, immer in die gleiche Richtung. Wer diese Bewegung beobachtet, kann damit die Himmelsrichtungen bestimmen.

Ein Stock wird gerade in den Boden gesteckt. Dahin wo der Stock seinen Schatten wirft, wird ein Stein gelegt und dann 15 bis 20 Minuten gewartet. Jetzt hat sich der Schatten bestimmt bewegt! Mit einem weiteren Stein kann die Spitze des neuen Schattens markiert werden. Die beiden Steinmarkierungen können nun mit einer geraden Linie verbunden werden. Der Schatten bewegt sich in die entgegengesetzte Richtung wie die Sonne, deshalb kennzeichnet diese Linie, die Ost – West Linie: der erste Punkt markiert den Westen und der zweite Punkt den Osten. So können die weiteren Himmelsrichtungen abgeleitet werden. Die Nord-Süd Linie steht nämlich orthogonal auf dieser Linie. **Diese Methode funktioniert zu jeder Tageszeit, wenn die Sonne scheint.**

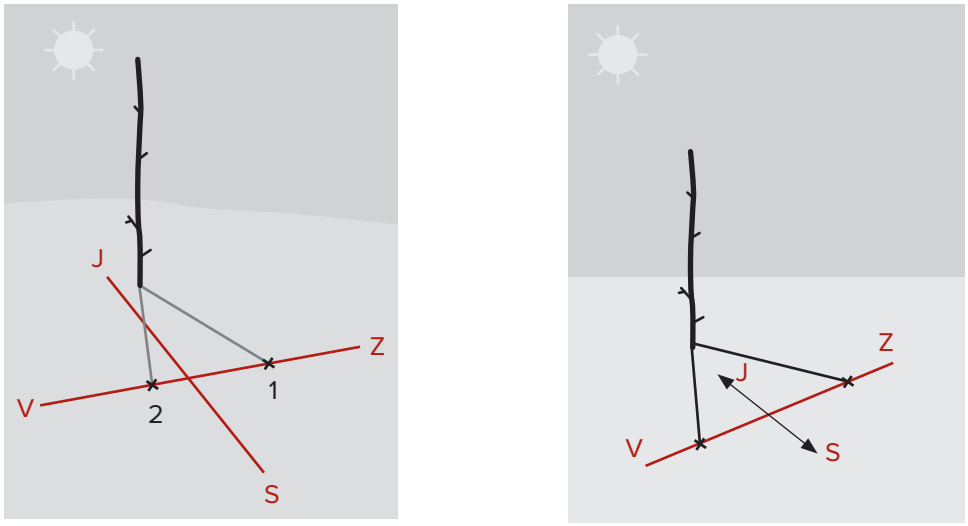


Abbildung 73: Bestimmung der Himmelsrichtung 2

Bei einer anderen, genaueren Methode muss jedoch, morgens die Spitze des ersten Schattens markiert werden. In diesem Abstand soll einen Kreisbogen mit zentrierter Mittelstange entstehen. Wenn sich der Mittag nähert, wird der Schatten kleiner und er bewegt sich. Am Nachmittag, wenn sich der Schatten wieder zu verlängern beginnt, wird der genaue Punkt markiert, an dem der Schatten den Bogen berührt. Beide Punkte sollten nun verbunden werden und hierbei streicht man von Westen nach Osten, wobei der Schatten vom frühen Morgen den Westen markiert.

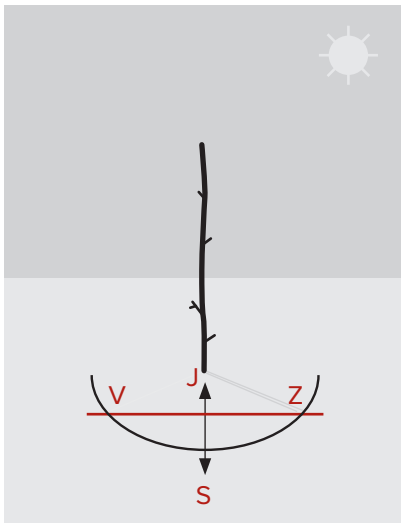


Abbildung 74: Bestimmung der Himmelsrichtung 3

Orientierung durch Sterne

In klaren Nächten können wir uns nach den Sternen orientieren. Der Nordstern ist der Stern, um den sich die Erdachse dreht und der sich direkt über dem Norden befindet. Die Höhe des Polarsterns (vom Horizont aus) beschreibt gleichzeitig die geographische Breite der Position des Beobachters, in Deutschland liegt sie zwischen dem 49. und 54. nördlichen Breitengrad.

Abbildung 75: Bestimmung der Himmelsrichtung nach dem Nordstern
(Quelle: http://www.radyprovsechny.cz/jak-urcit-svetove-strany-bez-kompasu/)

Es lohnt sich, einige bedeutende Sternen-Konstellationen zu kennen, z. B. **Großer Bär** (oder ein Asterismus (Teilsternbild) davon, Großer Wagen), **Kassiopeia oder Orion**. Wie die anderen Sterne des nördlichen Himmels, scheinen sie den Nordenstern zu umkreisen. Die ersten beiden Konstellationen sind gut erkennbar. **Man könnte auch oszillierende Bewegungungen anderer Sterne verwenden, um den eigenen Standort zu bestimmen.** Durch die Beobachtung der Bewegung der Sterne kann ebenso die eigene Position bestimmt werden, wie am Tag mit Sonnenlicht. Beobachtet man einen Stern durch zwei festgelegte Rahmen, zum Beispiel zwei in den Boden gesteckte Stäbe wird man feststellen, dass der Stern sich zu bewegen scheint. Von diesem scheinbar bewegenden Stern kann die Richtung abgeleitet werden.

Für die nördliche Hemisphäre gelten folgende Regeln: Wenn der Stern aufsteigt, schauen Sie direkt nach Osten. Wenn der Stern fällt, blicken Sie direkt nach Westen. Wenn sich

der Stern nach rechts bewegt, geht Ihr Blick in Richtung Süden. Wenn sich der Stern nach links bewegt, schauen Sie nach Norden. Für die südliche Hemisphäre gelten diese Regeln anders herum.

Orientierung durch Mond

Der Mond bewegt sich wie die Sonne **entlang der Südseite des Himmels von Osten nach Westen**. Durch die Zeit und Phase des Mondes können Sie leicht die Richtung bestimmen, wobei die Sommerzeit um eine Stunde länger ist.

čas	☽	◗	●	●	●	◖	☾
18	JZ	**J**	JV	V	SV	---	---
21	Z	JZ	**J**	JV	V	SV	---
24	SZ	Z	JZ	**J**	JV	V	SV
3	---	SZ	Z	JZ	**J**	JV	V
6	---	---	SZ	Z	JZ	**J**	JV

Abbildung 76: Orientierung durch Mond

In jeder Phase des Mondes, in der er nur teilweise beleuchtet ist, ist es sehr gut möglich, die Südrichtung als Schnittpunkt des Horizonts und der Mondlinie zu bestimmen.

Abbildung 77: Bestimmung der Südrichtung durch Mond

2.6 Modelle von Planeten und Sonne

Das Sonnensystem besteht aus der Sonne, acht Planeten und einer großen Anzahl von kleineren Körpern (Zwergplaneten, Monden, Kometen, kleinen Körpern und Staubpartikeln). Theoretisch wurde der neunte Planet nach dem Neptun vorhergesagt, seine Existenz ist jedoch noch nicht gesichert. Bilder des Sonnensystems, die im Internet und in der Literatur verfügbar sind, sind normalerweise in zwei verschiedenen Maßstäben dargestellt (eine Skala wird für die Größe der Körper verwendet, die andere für die Entfernung von der Sonne). Wenn wir das Sonnensystem vollständig in einer Skala zeichnen wollen würden, so, dass das Layout auf ein Blatt A4-Papier (Sonne-Neptun-Abstand 30 cm) passt, würde der Durchmesser der Sonne etwa 0,1 mm betragen und mit einem Durchmesser von 0,001 mm. wäre die Erde unsichtbar.

Es ist am besten, das Modell realer Dimensionen und Entfernungen im Sonnensystem für Schülerinnen und Schüler zu konstruieren. Ein sehr klares Modell eines Sonnensystems besteht aus Früchten, Nüssen und Gewürzen:

Wenn die Sonne die Größe eines Kürbisses hätte, können große Planeten aus Grapefruit, Orangen und zwei kleinen Mandarinen bestehen. Kleine Planeten werden mit zwei Nüssen und zwei Erbsen geformt. Die Entfernungen jedes Objekts in diesem Modell sind für die Schülerinnen und Schüler oft sehr überraschend. Die Entfernung des letzten Planeten von der Sonne wären etwa 3 km.[1)]

Abbildung 78: Abmessungen des Körpers des Sonnensystems im Maßstab[2)]

Um die motorischen Fähigkeiten der Kinder zu aktivieren, können die Planeten aus Zeitungen und Stärke modelliert werden. Für größere Planeten und Sonne verwenden wir Drahtgitter. Die Abmessungen der Körper und ihre Entfernung von der Sonne sind in der folgenden Tabelle Nr. 1 angegeben. (Der Wert in Klammern bei Saturn ist es der Durchmesser der Ringe.)

Tabelle 1: Tatsächliche Abmessungen und Entfernung der Planeten und der Sonne

Körper	Durchschnitt (km)	Entfernung von der Sonne (km)	Entfernung von der Sonne (au)
Sonne	1.400.000	0	0
Merkur	4.879	58.000.000	0,4
Venus	12.103	108.000.000	0,7
Erde	12.756	150.000.000	1
Mars	6.792	228.000.000	1,5
Jupiter	143.000	778.000.000	5,2
Saturn	120.000 (420.000)	1.427.000.000	9,5
Uranus	51.000	2.870.000.000	19
Neptun	50.000	4.498.000.000	30

[1)] SUKOVÁ, Zuzana: Fyzikální kemp 2014: Vzdálenosti ve vesmíru [online]. Plzeň: ZČU, 2014 [cit. 2017-05-11]. Verfügbar unter: www.podporatalentu.cz/download.php?fid=9784

[2)] Quelle: https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/289

2.7 Sonnenmodell

Neben der Herstellung einer Papiersonne auf einer Skala mit anderen Planeten könnte man auch die Oberfläche modellieren. In der oberen Sonnenschicht (konvektive Zone) wird **Energie durch die Strömung weitergegeben**. Diese Schicht verhält sich wie Heißes Wasser im Topf. Das heiße Wasser steigt nach oben, leitet die Wärme an die Umgebung ab und das abgekühlte Wasser fällt ab (Abbildung 78).

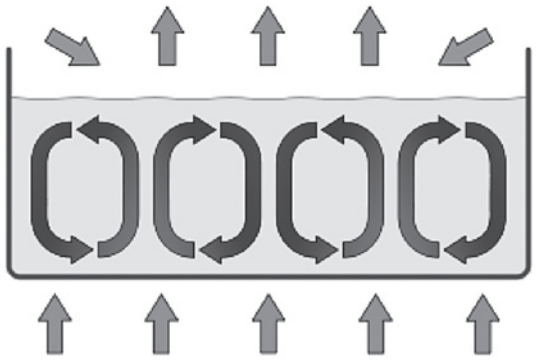


Abbildung 79: Wärmeübertragung durch Strömung[3)]

Die Oberfläche der Sonne ist so voll von sogenannten Benards-Zellen. In der Mitte dieser Zellen tritt das heiße Material aus, das abgekühlte Material an den Seiten der Zelle senkt sich ab. Dieses Phänomen wird auch als **Granulation der sonnigen Oberfläche** bezeichnet. Benards –Zellen können auch beobachtet werden, wenn man beispielsweise einfach nur Öl in einer Pfanne erhitzt. Man kann, wenn das Öl beginnt heiß zu werden, tatsächlich Strukturen auf der Oberfläche erkennen. Unter der Infrarotkamera können die Zellen dann sehr gut differenziert werden:

Man kann hier ganz deutlich die weißen Punkte in den roten Stellen erkennen, in Ihnen wird das heiße Öl von unten nach Oben getragen und an den äußeren roten Rändern bewegt es sich, wenn es abgekühlt ist, wieder nach unten. Wir können also eine Struktur nur aufgrund der ständigen Bewegung des kalten und heißen Öls beobachten.

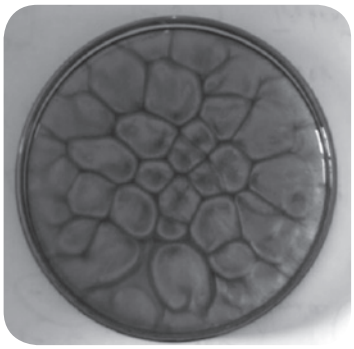


Abbildung 80: Benards-Zellen Öl in Pfanne unter Infrarot[4)]

[3)] Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Rayleigh%E2%80%93B%C3%A9nard_convection
[4)] Quelle: https://www.nelterm.kof.zcu.cz/hydrodynamiika/tepelnakonvekce/tepelnakonvekce.htm

2.8 Kometenmodell

Die meiste Zeit liegen Kometen um Plutos Orbit, von wo sie manchmal in den inneren Teil des Sonnensystems gelangen. Regelmäßig wiederkehrende Kometen durchlaufen sehr außergewöhnliche Flugbahnen. Einige Kometen bewegen sich entlang parabolischer oder hyperbolischer Flugbahnen. Sie erscheinen nur einmal und verlassen dann das Sonnensystem für immer.

Kometenkomposition

Ein Komet besteht aus **drei Teilen**:

- **Kern** – ein fester Teil eines Kometen bis zu mehreren Kilometern
- **Koma** – eine Runde Hülle um den Kern, die hauptsächlich aus Gasen besteht
- **Schwanz** – Gas und Staubpartikel, die sich von der Sonne wegbewegen.

Der Kern des Kometen besteht aus Eis, festem Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, anderen gefrorenen Gasen und Staub. Das Koma enthält verschiedene nicht dissoziierte und dissoziierte Moleküle, Radikale und Ionen, z. B. OH-, NH_2-, CO, CO, NH, CH, CN, (CN) und andere. Man sagt, dass man auch **Kometenmaterial** zu Hause herstellen kann: Wasser nehmen, mit dem Toner vom Drucker mischen und organische Substanzen aus dem eigenen Speichel hinzufügen. Diese Mischung wird mit festem Kohlendioxid (Trockeneis) gerührt und eingefroren.[5)]

2.9 Sternbilder

Sternbilder bedeuten in der heutigen Astronomie eine **Region des Sternenhimmels, in der verschiedene, bestimmte Muster gut sichtbarer Sterne erkenn-und zuordenbar** sind, was für bessere Orientierung sorgt. Für den Anblick des Himmels von der Erde aus, wurden die **Grenzen von 88 Sternbildern festgelegt**, mit denen die Fläche der Himmelskugel restlos aufgeteilt ist und wovon 48 Sternbilder alte Namen tragen, die auf griechische Mythen verweisen. Die Grenzen wurden 1925 von der International Astronomical Union festgelegt.

Sternbilder des Tierkreises

Aufmerksamkeit wird dabei zum Beispiel der Verwandlung des höchsten Gottes Dia (Schwan, Adler, Taurus) gewidmet. Der Perseus (Perseus mit Medusa in der Hand, Andromeda, Cepheus, Cassiopeia, Walfisch, Pegas) und Orion (Orion, Skorpion, Plejaden, Kleiner und Großer Hund) fehlen auch nicht am Himmel. Außerdem finden wir Herakles und einige Bilder seiner zwölf Werke (Hydra, Krebs, Löwe, Drachen).

Die Bilder vom kleinen und großen Bären haben auch ihre ganz eigene Geschichte. Die Zwillinge sind benannt nach den griechischen Helden Castor und Pollux. Sie bilden ein lang gezogenes Rechteck. Die auffällig hellen Sterne Castor und Pollux bilden die beiden nordöstlichen Eckpunkte.

Am Nachthimmel finden wir auch noch kleinere Geschichten wie Berenikes Haare, Nordkrone, Rabe und Bescher, Pfeil, Lyra, Delfin, Wolf, Altar. Aus dem südlichen Himmel die ägyptischen Konstellationen von Vögeln aus Phönix und Kranich, Süd Fisch und Süd Krone.

Sternbilder benennen

Die meisten dieser Sternbilder sind jedoch am nördlichen Himmel zu finden. **Zu den ältesten benannten Sternbildern gehören zweifellos auch die des Tierkreises.** Das wichtigste Sternbild des Tierkreises ist für die alten Völker das **Sternbild Taurus**. Diese war die erste Frühlingskonstellation.

[5)] Kometa. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017-05-11]. Verfügbar unter: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kometa

Den Taurus oder sein Teil, das Siebengestirn zu bemerken, bedeutete dass der Frühling kommt. In der Mitte des 18. Jahrhunderts kartierte und katalogisierte der französische Astronom Lacaille die Sterne des Südhimmels. Er musste die neuen Konstellationen auch benennen. Dabei entschied er sich für astronomische und wissenschaftliche Instrumente am südlichen Himmel: Antlia, Caelum, Circinus, Fornax, Horologium, Mensa, Microscopium, Norma, Octans, Pictor, Pyxis, Reticulum, Sculptor und Telescopium.

2.10 Eigenbewegung der Sterne

Alle Sterne nehmen an der scheinbaren Drehung der Himmelssphäre teil. Zusätzlich zu dieser offensichtlichen Bewegung hat jeder Stern seine eigene individuelle Bewegung. Sie kann mit genauen astronomischen Instrumenten erfasst werden. In astronomischen Katalogen wird die eigene Bewegung normalerweise auf andere Weise bestimmt, indem die **eigene Bewegung in der Rectascence** (die scheinbare Bewegung eines Sterns entlang der Himmelssphäre parallel zum Weltäquator) und seine eigene **Bewegung in Deklination** (die scheinbare Bewegung eines Sterns quer zur Himmelssphäre in einer Richtung senkrecht zum Äquator) abgebaut wird. Die eigene Bewegung umfasst auch die Bewegung der Sonne im Weltraum.

Wenn eine Komponente, die durch die Bewegung der Sonne (**Parallaxe Bewegung**) verursacht wird, aus unserer eigenen Bewegung ausgeschlossen wird, erhalten wir die tatsächliche Bewegung des Sterns (**eigentliche Bewegung**). **Aufgrund der großen Entfernungen der Sterne ist ihre eigene Bewegung in Winkelsekunden pro Jahr sehr klein.** Eine messbare Veränderung der Sternposition am Himmel kann in wenigen Jahrzehnten festgestellt werden. Die Formänderung der Konstellation ist erst nach Jahrhunderten sichtbar. Barnards Stern hat die größte eigene Bewegung, 10.36“ pro Jahr. In der Mitte des Himmels bewegt er sich im Durchschnitt um zwei Jahrhunderte.

2.11 Orientierung am Himmel

Sternbilder helfen auch heute, sich am Himmel zu orientieren. Wer in der nördlichen Hemisphäre lebt, wird beobachten, dass im Laufe des Jahres hauptsächlich die nördlichen Sternbilder zu sehen sind, während die südlichen weitestgehend verborgen bleiben.

Die zirkumpolaren Konstellationen (kein Stern passt unter den Horizont) sind vom Standort aus das ganze Jahr über sichtbar. Der Sichtbarkeitsradius entspricht dem Breitengrad der Beobachtungsstelle. Aus unseren Breitengraden sind als zirkumpolare Konstellationen der Big Bear (Großer Bär), Cassiopeia, Giraffe, Kepheus und Drachen zu sehen.

Sternbilder können auch nach der Beobachtungszeit am Himmel unterteilt werden, wir sprechen oft über **die des Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Winterhimmels**.

!

Einzelne Konstellationen und ihre Position

Nah am Nordpol im Sternbild des kleinen Bärs scheint der **Nordstern**. Das berühmteste ist das **Sternbild The Big Bear** (**Großer Bär**), dass die 7 hellsten Sterne enthält, aus denen der berühmte Himmelwagen besteht, das wir Asterismus nennen. Der Wagen bewegt sich zum zweithellsten Stern des Nordhimmels, d. h. **Arcturus**. Die Verlängerung des fünffachen Hinterradabstandes führt uns zum Nordstern. Eine sehr prominente **Konstellation ist auch die Cassiopeia**, mit ihrer Form die dem Buchstaben M oder W ähnelt. **Unterstützt werden wir bei der Orientierung am Frühlingshimmel von einem Dreieck aus hellen Sternen**. Diese Sternenkonstellationen sind unverwechselbar und leicht zu finden. **Das auffallende Sommerdreieck besteht aus hellen Sternen** – Deneb in Schwan, Vega in Lyra und Altair in Adler. **Der Kern der Galaxie** ist über dem südlichen Horizont im Schützen versteckt. Der rote und helle Antares dominiert im Skorpion. Im Schild unterhalb vom

Adler ist die Milchstraße auffallend verdickt. Sommerkonstellationen passen beinahe, und nur das Siebengestirn im Taurus sind auffällig für jeden Betrachter. Der Zenit ist von der starken Cassiopeia dominiert.

Orion dominiert dem Himmel in Winter. Die hellen Sterne des Winterhimmels bilden ein **Sechseck**. Es besteht aus Beteigeuze mit Rigel im Orion, Aldebaran als Auge des Stiers, Capella ist der Kutscher, der Castor mit dem Pollux in Zwillingen und Prokyon im Kleinen Hund. Alles endet mit dem hellsten Stern des Nachthimmels – **Sirius im Canis Major, dem großen Hund**.

2.12 Karten und Konstellationen

Die Grenzen zwischen den Bereichen der Sternbilder können am Himmel nicht beobachtet werden, sie werden jedoch in Atlanten und Karten abgebildet und gezeichnet. Wenn wir beispielsweise fünf Orte in der Tschechischen Republik auswählen und auf der Karte verbinden, erhalten wir die Form des Buchstabens „W“. „Die Orte, die dieses Doppel ausmachen, gehören zur Tschechischen Republik.“ Dasselbe gilt dann für Cluster, Sterne und Sternbilder. Auch hier ist jedes einzelne Teilgebiet mit seinen kleineren Grenzen um die Sternbilder herum eigentlich nur ein kleiner Teil des großen Ganzen.

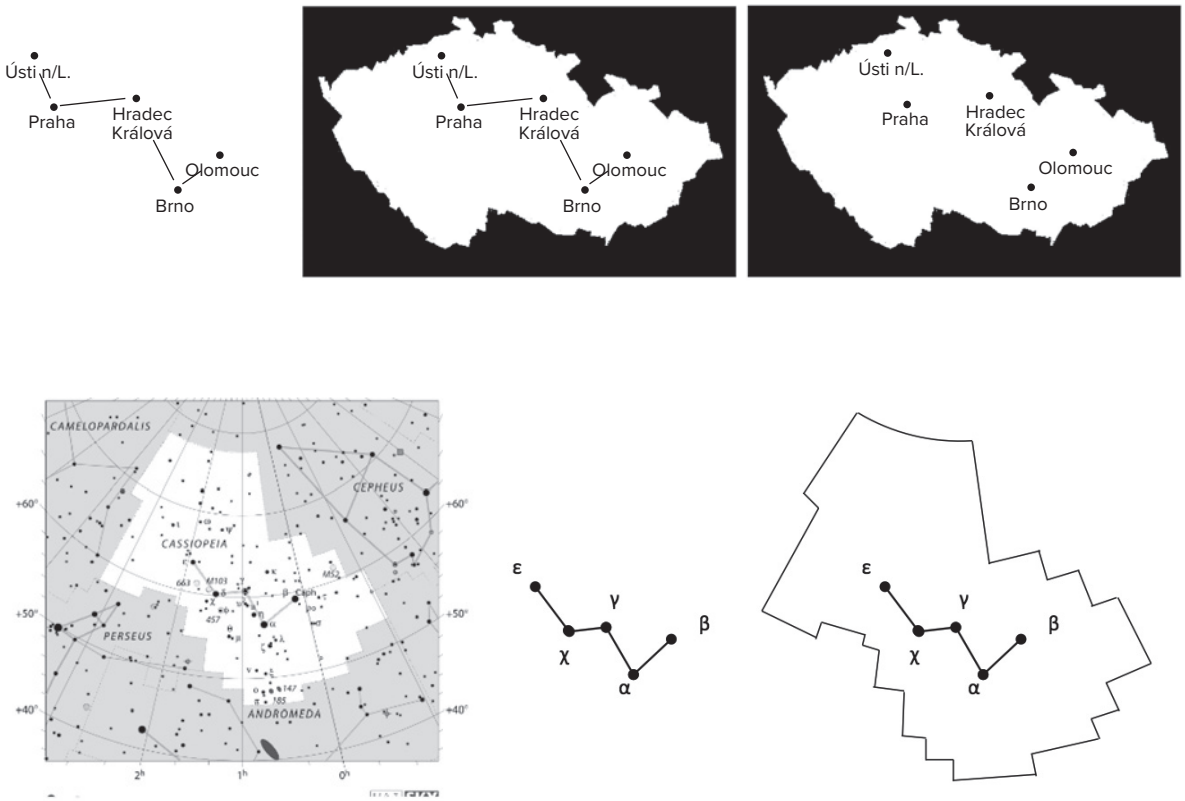


Abbildung 81: Karten und Konstellationen

3. METHODISCHE LEITLINIEN FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

3.1 Zeitmessung

Arbeitsauftrag 1a: Sonnenuhr auf dem Schulhof

Hilfsmittel:

- Blumentopf ohne Loch, langer Stab oder Stift, wasserfester Markierstift, viele kleine Steine, Sand oder Erde, Kompass

(**Folgendes beachten:** Aufgaben 1a und 1b sind alternative Entscheidungen, die eine Lehrerin oder ein Lehrer im Blick auf die Gegebenheiten der Schule und des Wetters auswählt. Die Einleitung und der Schluss sind gleich, der Unterschied besteht nur in der Art und Weise, wie die Sonnenuhr aufgebaut wird.)

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler dürfen nach der Besichtigung einer festen Sonnenuhr, selbst eine Sonnenuhr auf dem Pausenhof bauen. Dazu teilen sich die Schülerinnen und Schüler am besten in Gruppen auf, lesen zusammen die Arbeitsanweisung und bauen gemeinsam die Sonnenuhr nach der Anleitung auf dem Arbeitsblatt auf.

Anleitung zur Herstellung einer Sonnenuhr auf dem Pausenhof:

1. Schlagt auf den ausgewählten Ort senkrecht einen langen Stab ein, der den Gnomon darstellen wird.
2. Stellt die nordsüdliche und die ostwestliche Richtung mithilfe eines Kompasses fest.
3. Zeichnet mithilfe eines Stiftes um den Gnomon einen Halbkreis, der vom Osten über den Norden bis hin zum Westen geht.
4. Markiert in die richtige Richtung vom Gnomon auf dem Halbkreis den Punkt, der 12 Uhr darstellt.
5. Markiert auf dieselbe Weise auch die Punkte, die 6 Uhr und 18 Uhr darstellen (seht dazu das Bild 5).
6. Schlagt auf diese Punkte kleinere Stäbe und ergänzt die Zahlen. Ihr könnt die Zahlen entweder auf den Boden des Pausenhofs aufschreiben oder an den kleineren Stäben Schilder mit den Zahlen befestigen.
7. Markiert weitere Punkte auf der Messskala. Ihr könnt dazu einen Stab derselben Länge wie der Halbmesser des Kreises verwenden. Befestigt diesen auf den Punkten, die 6 Uhr, 12 Uhr und 18 Uhr darstellen. Nutzt dann die Eigenschaften eines gleichwinkligen Dreiecks und halbiert die Entfernungen zwischen den so entstandenen Punkten. Oder ihr könnt einen Stab verwenden, den ihr an den Halbkreis legt. Die Länge des Stabs zwischen den Punkten, die 6 Uhr und 12 Uhr darstellen, bemessen und ihn in eine entsprechende Anzahl der Abschnitte gleicher Länge unterteilen.

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Material	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Ausflug zu einer Sonnenuhr in der Nähe der Schule.	2 Stunden	Block für Notizen über die Sonnenuhren, Bleistift	Die Lehrkraft beschreibt die Wichtigkeit der Sonnenuhren, führt und bewertet die Aktivität von Schülern.	In Gruppenarbeit Zeichnen und besprechen der Sonnenuhren.
Vorbereitung vor dem	Schülerinnen aufteilen in Gruppen, Motivation Zielformulierung, Bewertung, Arbeitsblatt	30 Minuten oder je nach Entfernung der Sonnenuhr	Block für Notizen über die Sonnenuhren, Bleistift	Gruppeneinteilung Motivation, Zielvorstellung formulieren Arbeitsblatt erläutern	Zur Sonnenuhr gehen, das Arbeitsblatt in Gruppenarbeit ausfüllen, der Lehrkraft Fragen stellen
Praktische (Forschungs-) Tätigkeit	Erstellung der eigenen Sonnenuhr.	30 Minuten	1 Blumentopf ohne Loch 1 langen Stab oder Stift 1 wasserfesten Markierstift viele kleine Steine oder Sand oder Erde	Arbeitet mit den Schüler-Innen, leitet sie an	Sonnenuhr erstellen.
Bewertung des Unterrichts	Zusammenfassung, Präsentation der erstellten Sonnenuhr Selbstbewertung und Bewertung durch LehrerIn	45 Minuten	Projektor, Computer	Gespräch mit den Schülern.	Eigenschaften der Sonnenuhr im Jahreszeitraum.

1. Vorbereitung eines Ausflugs zu einer bestehenden Sonnenuhr (wenn möglich). Lehrerin oder Lehrer planen den Ausflug zur Sonnenuhr in der Nähe der Schule. Sie lernen die grundlegenden Teile, Merkmale, Funktionen und falls möglich einen Uhrmacher kennen. Lehrerin oder Lehrer wählt eine einfache Uhr für das Zeichnen aus. Wenn keine Sonnenuhren in der Nähe der Schule sind, ist es möglich, die Sonnenuhrendatenbank zu verwenden Die Schülerinnen und Schüler zeichnen die Sonnenuhr und schreiben wichtige Informationen über die Uhr. Z.B. Adresse, geographische Ausrichtung, grafische Form, Besonderheiten auf.
2. Schülerinnen und Schüler bauen in Gruppen auf dem Spielplatz oder Pausenhof Sonnenuhren auf (45 Minuten). Die Schülerinnen und Schüler konstruieren nach den Anweisungen auf dem Arbeitsblatt eine Sonnenuhr in kleinen Gruppen und vervollständigen das Arbeitsblatt.
3. Selbsteinschätzung durch die Schülerinnen und Schüler, Rückmeldung durch Lehrkräfte (Erfüllung der Aufgabe, Zusammenarbeit, Arbeitsqualität, ästhetische Ebene ...)

   Die letzte Einheit ist mit begleitenden projizierten Bildern in einer PowerPoint-Präsentation. Die Präsentation wird ergänzt durch Fragen wie:

   a) *„Wann kann die Sonnenuhr nicht verwendet werden?“*

   b) *„Wie müssen wir die im Sommer gebastelten Sonnenuhren anpassen, um die richtige Zeit im Winter anzuzeigen?“* (Folgendes beachten: Um die Sonnenuhr im Sommer und Winter zu nutzen, müssen sie zwei Skalen haben: eine mit mitteleuropäischer Zeit, die andere mit Sommerzeit;)

   c) *„Wie können wir nachts die Sonnenuhr nutzen?“* (Folgendes beachten: Wir können die Uhr verwenden, wenn der Vollmond scheint)

Abbildung 82: Polstab
(Quelle: https://cs.wikipedia.org/wiki/Polos)

   d) *„Wie verändert sich der Schatten in den Jahreszeiten, den der Stab der Sonnenuhr hat?“*

Arbeitsauftrag 1b: Sonnenuhr im Unterricht

Hilfsmittel:

- Bunt-und Filzstifte, Papier, Zirkel, pro Uhr einen Pappteller, Kleber, einen 20cm langen dünnen Holzstab oder Stift, leeres Papier, Schere

Arbeitsvorgang:

Die Schülerinnen und Schüler dürfen eine eigene Sonnenuhr in der Klasse herstellen, um diese auszuprobieren/fertigzustellen, brauchen sie jedoch direktes Sonnenlicht, am besten geht die Klasse also auf den Schulhof. Die Materialien stehen zu Verfügung oder müssen von den Kindern mitgebracht werden. Die Sonnenuhr soll nach der Anleitung auf dem Arbeitsblatt gebastelt werden, dort finden sich auch noch weitere Fragen, die es zu beantworten gilt.

Anleitung zur Herstellung einer gnomonischer Sonnenuhr in der Klasse:

1. Passt die Größe eines Papierblocks so an, dass er auf ein Korkbrett oder Polystyrol – Brett passt.
2. Zeichnet der ganzen längeren Blockseite entlang ein Segment auf. Die Entfernung des Segments von Papierrand soll 1-2 cm betragen. Markiert den Mittelpunkt des Segments.
3. Zeichnet eine Senkrechte zum Segment, die in dem Mittelpunkt anfängt, auf.
4. Zeichnet einen Halbkreis, dessen Mitte in der Mitte des Segments liegt, und der einen möglichst großen Durchmesser hat. Die Entfernung zwischen dem Durchmesser und dem nächsten Papierrand soll 1-2 cm betragen. Legt den Papier- block auf das Brettchen (seht dazu das Bild 5).
5. Befestigt das Papier zum Kork in den Ecken mittels bunter Stecknadel mit großen Köpfen.
6. Markiert auf dem Halbkreis in die richtige Richtung vom Gnomon den Punkt, der die 12 Uhr darstellt.
7. Markiert auf dieselbe Weise auch die Punkte, die 6 Uhr und 18 Uhr darstellen (seht dazu das Bild 6).
8. Stecht in die gekennzeichnete Punkte Stechnadel ein und ergänzt die Zahlen.
9. Markiert weitere Punkte auf der Messskala mithilfe eines Spagats, der dieselbe Länge wie der Halbmesser des Kreises hat, und der mit den Punkten, die die 6 Uhr, 12 Uhr und 18 Uhr darstellen, verbunden ist, wobei ihr die Eigenschaften des gleichwinkligen Dreiecks nützt (seht dazu die Bilder 2 und 3 in der vorigen Aufgabe). Halbiert die Entfernungen zwischen auf diese Weise entstandenen Punkten und teilt sie in eine entsprechende Anzahl von gleichlangen Abschnitten. Verwendet dabei die Methode von Versuch und Irrtum.
10. Stecht in den Durchschnittspunkt der Geraden ein Stäbchen ein.
11. Stellt die Sonnenuhr in die richtige Stellung ein. Verwendet dazu einen Kompass, eine Bussole oder ihr Handy.

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Material	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Ausflug zur Sonnenuhr in der Nähe der Schule, falls eine vorhanden	2 Stunden	Block, um Sonnenuhr zu zeichnen, Bleistift	Die Wichtigkeit der Sonnenuhr Wird erläutert	Sie zeichnen die Sonnenuhr.
Vorbereitung vor dem Laboratorium	Motivation, Zielformulierung, Bewertung, Sonnenuhranweisungen.	15 min	Bleistift, Lineal, Notizblock, Lineal, Zirkel, Papierblock, Buntstifte, Filzstifte	Motivation, formuliert das Ziel, informiert über die Bewertung.	Sie arbeiten unabhängig voneinander und stellen dem Lehrer Fragen.
Praktische (Forschungs-) Tätigkeit	Erstellung der Sonnenuhr.	60 Minuten	siehe oben	Lehrkraft arbeitet mit.	Sie erstellen die Sonnenuhr.
Bewertung des Unterrichts	Zusammenfassung, Darstellung der erstellten Uhren, Selbstbewertung	45 Minuten	Datenprojektor, Computer um Fotos zu projizieren	Gespräch mit den Schülerinnen und Schülern	
Mögliche Erweiterung	Andere Arten von Sonnenuhr herstellen.	30 Minuten oder zu Hause	kopierte Anweisungen zum Herstellen von Papiersonnenuhr	Lehrkraft betreut den Arbeitsvorgang	Sie erstellen die Sonnenuhr.

(Folgendes beachten: Die Schülerinnen und Schüler erstellen auch Sonnenuhr-Papiermodelle – es ist möglich, Modelle auf verschiedenen Websites oder direkt von einzelnen Unternehmen zu verwenden.)

1. Vorbereitung eines Ausflugs zu einer bestehenden Sonnenuhr (wenn möglich).

   Lehrerin oder Lehrer planen den Ausflug zur Sonnenuhr in der Nähe der Schule. Sie lernen die grundlegenden Teile, Merkmale, Funktionen und falls möglich einen Uhrmacher kennen. Er wählt eine einfache Uhr für das Zeichnen aus. Wenn keine Stunden in der Nähe der Schule waren, ist es möglich, die Sonnenuhrendatenbank zu verwenden

   Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Zeichnung der Sonnenuhr und schreiben wichtige Informationen über die Uhr. Z.B. Adresse, geographische Ausrichtung, grafische Form, Besonderheiten auf.
2. Die Kinder bauen die Sonnenuhr in kleinen Gruppen im Unterricht gemäß den Anweisungen auf dem Arbeitsblatt (45 Minuten) selbstständig auf.
3. Selbsteinschätzung durch Schülerinnen und Schüler, Rückmeldung durch Lehrkräfte (Erfüllung der Aufgabe, Zusammenarbeit, Arbeitsqualität, ästhetische Ebene ...)

Die letzte Einheit ist mit begleitenden projizierten Bildern in einer PowerPoint-Präsentation. Die Präsentation wird ergänzt durch ähnliche Fragen wie bei Arbeitsauftrag 1a.

3.2 Mondphasen

Arbeitsauftrag 1: Phasen des Mondes

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, Bleistift, Orange (Mondmodell), Kalender, Lichtquelle

Arbeitsvorgang:

Ziel der Aktivität ist es, die Mondphasen kennenzulernen.

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Material	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Sich mit den Mondphasen vertraut machen.	5 Minuten	Arbeitsblatt, Bleistift	Die Lehrkraft teilt den Schülern mit, wie sie ihre Aufgaben erfüllen werden.	Sie lesen das Arbeitsblatt und dürfen dazu Fragen stellen
Vorbereitung vor dem Laboratorium	Schülerinnen aufteilen in Gruppen, Motivation, Zielformulierung, Bewertung, Arbeitsblatt	5 Minuten	Arbeitsblatt, Bleistift, Orange (Mondmodell), Kalender, Lichtquelle	Gruppeneinteilung, Motivation, das Ziel formulieren, die Schüler über die Bewertung informieren, Arbeitsblätter verteilen.	
Praktische (Forschungs-) Tätigkeit	Aufgaben vom dem Arbeitsblatt lösen.	30 Minuten		Die Lehrkraft überprüft Schüler bei der Arbeit.	Sie vervollständigen das Arbeitsblatt.
Bewertung des Unterrichts	Vergleich der Testmethoden einzelner Gruppen – Diskussion der Schüler mit dem Lehrer.	5 Minuten		Die Lehrkraft wertet die Arbeit der Schüler in Gruppen aus.	Sie bewerten sich selbst und gegenseitig.

3.3 Kalender

Arbeitsauftrag 1: Kalender

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, Bleistift, Kalender

Arbeitsvorgang:

Ziel der Aktivität ist es, den Kalender kennenzulernen.

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Material	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Den Kalender kennenlernen.	5 Minuten	Arbeitsblatt, Bleistift, Kalender	Die Lehrkraft teilt den Schülern mit, wie Sie die Aufgaben bearbeiten	Sind in Paare aufgeteilt, lesen das Arbeitsblatt und stellen Fragen.
Vorbereitung vor dem Laboratorium	Die Aufteilung der Kinder in Gruppen, Motivation, Zielformulierung, Bewertung, Arbeitsblatt	5 Minuten	Arbeitsblatt, Bleistift, Kalender	Gruppeneinteilung, Motivation, das Ziel formulieren, die Schüler über die Bewertung informieren, Arbeitsblätter verteilen	
Praktische (Forschungs-) Tätigkeit	Aufgaben aus dem Arbeitsblatt lösen.	30 Minuten		Schüler bei der Arbeit betreuen	Sie vervollständigen das Arbeitsblatt.
Bewertung des Unterrichts	Vergleich der Testmethoden einzelner Gruppen – Diskussion mit allen.	5 Minuten		Arbeit der Schüler in Gruppen auswerten	Sie bewerten sich selbst und gegenseitig

3.4 Himmelsrichtungen

Arbeitsauftrag 1: Bestimmung der Himmelsrichtung

Hilfsmittel:

- kleines Holz (ca. 1 m lang), 2 Steine, Sonne

Arbeitsvorgang:

Ziel der Aktivität ist es, sich mit den Möglichkeiten vertraut zu machen, die Himmelsrichtungen draußen zu identifizieren (ohne Kompass oder Bussole).

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Material	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Was sind Himmels-richtungen	10 Minuten	Block für Notizen Bleistift	Beschreiben die Wichtigkeit der Bestimmung von Himmelsrich-tungen	Versuchen die Himmelsrichtun-gen Abzuschätzen/ Sich herzuleiten
Vorbereitung vor Laborato-rium	Aufteilung Der Kinder in Gruppen, Motivation, Formulierung des Ziels, Bewertung, Arbeitsblatt	10 min oder nach Entfernung zum Ort	Block für Notizen Kenntnisse, Bleistift	Aufteilung Motivation, formuliert das Ziel, Informierung der Schüler über die Bewertung er verteilt Arbeitsblätter, er die Schüler bei der Arbeit, er stellt die Bewegung zum Ort bereit.	Bewegung zum Ort Terrain, sie füllen Arbeitsblatt Mit Aufgaben, sie arbeiten zusammen in der Gruppe, sie geben sie stellen der Lehrkraft Fragen
Praktische Tätigkeit	Finden der Richtungen zu den Him-melsrichtungen	20 Minuten	Block für Bemerkung Kenntnisse, Bleistift	Er arbeitet mit den Schülern.	Offene Fragen können gestellt werden
Bewertung des Unter-richts	Zusammenfas-sung, Vorteile und Nachteile der Bestim-mung Himmel-srichtungen	5 Minuten	keine	Gespräch mit den. Schülerinnen und Schülern	Nach-und Vor-teile besprechen

1. Kurzinformationen zu den Himmelsrichtungen (10 Minuten); Hilfsmittel: Block, Bleistift. Der Lehrer informiert die Schüler über die Himmelsrichtungen.

2. Laufen Sie an den Ort, an dem die Himmelsrichtungen festgelegt werden (10 Minuten). Instrumente: kleines Holz (1 m), 2 Steine.
   Schülerinnen und Schüler können vor Ort schätzen, wo die Richtungen für die einzelnen Himmelsrichtungen sein werden.

3. Himmelsrichtung herausfinden (20 Minuten).
   Die Schülerinnen und Schüler stecken auf einem geraden und sauberen Stück Erde einen 1 Meter langen senkrechten geraden Stab in den Boden. Sie beobachten den Schatten und die Spitze des Schattens markieren sie mit Steinen. Sie warten mindestens 15 Minuten und markieren dann die Position des neuen Schattens. Sie verbinden die Punkte. Die erste Markierung zeigt nach Westen, die zweite nach Osten. Die Nord-Süd-Richtung ist senkrecht zu dieser Linie. Diese Methode funktioniert zu jeder Tageszeit, wenn die Sonne scheint.

4. Gespräch der Lehrkraft mit den Schülerinnen und Schüler über die Schwierigkeit, ohne Ausrüstung zurecht zu kommen (5 Minuten).

3.5 Modelle von Planeten und Sonne

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Berechnen Sie die entsprechenden Maße für dass Sonnenmodell.	25 Minuten	mittel	ab 9 Jahren	Arbeitsblatt (Tabelle 4)	Dimensionen des Sonnensystems verstehen Nutzen der Mathematik in der Praxis.
Erstellen eines Modells Sonnensystems, Lebensmittel mit runder Form	20 min	leicht	ab 7 Jahren	Obst Gemüse und andere Lebensmittel von runder Form, ausgefüllte Tabelle 4, oder Tabelle 5 – 7	Dimensionen und Abstände der Planeten und Sonne verstehen
Erstellen eines Modells des Sonnensystems, aus Zeitungspapier und Stärke.	2 × 45 min	mittel	ab 7 Jahren	Zeitungen oder Werbeflyer Stärke, Wasser, Bindedraht, Wasserfarben	Begreifen der Abmessungen, Dimensionen und Positionen in unserem Sonnen-system

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Modell der Granulation der sonnigen Oberfläche.	15 min	mittlere schwierig – Demonstration durch den Lehrer	ab 7 Jahren	Elektroherd, Petrischale Tischöl, Aluminiumpulver, oder Versilberung	Erstellung richtiger Idee über die sonnige Oberfläche, Den Unterschied zwischen dem Planeten und dem Stern verstehen.
Nicht essbarer Kometenmod-ell.	20 min	mittlere schwierig – Demonstration durch den Lehrer	ab 7 Jahren	Wasser, Toner, Trockeneis Eis	Erstellung richtiger Idee über die Zusam-mensetzung des Kerns des Kometen. Kometenmodell.
Essbares Modell Kometenmod-ell.	20 min	mittlere schwierig – Demonstration durch den Lehrer	ab 7 Jahren	Sahne, Schokoladen-Chips Granko – Pulver Pikao-Kakao Zucker, Plastiktüte, Handschuhe, Tuch, flüssiger Stickstoff	Erstellung richtiger Idee über die Zusam-mensetzung des Kerns des Kometen. Kometenmodell.

Arbeitsauftrag 1: Modelle von Planeten und Sonne

Berechnen Sie die Körpermaße und deren Abstände in Ihrem Modell.

Grundschülerinnen und Schüler sind noch nicht in der Lage, mit so großen mathematischen Problemen umzugehen. Daher müssen Aufgaben mathematisch sehr vereinfacht werden. Die einfachste Möglichkeit ist, direkt mehrere Dimensionsvarianten vorzugeben, aus denen die Schülerinnen und Schüler die entsprechende Skala auswählen (Tabelle 2).

Tabelle 2: mögliche Größen

Körper	Durchschnitt	Entfernung von der Sonne
Sonne	110 cm	0 m
Merkur	4 mm	45 m
Venus	1 cm	85 m
Erde	1 cm	120 m
Mars	5 mm	180 m
Jupiter	11 cm	600 m
Saturn	9 cm (33 cm)	1 100 m
Uranus	4 cm	2 300 m
Neptun	4 cm	3 500 m

Arbeitsvorgang:

1. Wählen Sie einen Durchmesser der Erde.
2. Die Venus ist ungefähr so groß wie die Erde.
3. Merkur und Mars haben ungefähr die Hälfte des Erddurchmessers (Merkur ist etwas kleiner als der Mars).
4. Jupiter und Saturn haben einen ungefähr zehnmal so großen Durchmesser, wie die Erde (Jupiter ist etwas größer als Saturn, Saturnringe haben den dreifachen Durchmesser von Saturn selbst).
5. Uranus und Neptun haben einen viermal größeren Durchmesser als die Erde.
6. Die Sonne ist etwa hundertmal größer als die Erde.
7. Aus diesen Angaben können die ungefähren Dimensionen der Planeten für die Schülerinnen und Schüler erfahrbar gemacht werden.

Für Planetenentfernungen gilt:

- der Abstand der Erde von der Sonne beträgt ungefähr das Hundertfache des Sonnendurchmessers,
- der Merkurabstand von der Sonne ist ungefähr halb so groß wie der Abstand der Erde von der Sonne,
- die Entfernung der Venus von der Sonne beträgt etwa drei Viertel der Entfernung von der Erde zur Sonne,
- die Entfernung des Mars von der Sonne beträgt etwa um die Hälfte mehr als die Entfernung der Erde von der Sonne,
- die Entfernung des Jupiters von der Sonne beträgt etwa fünfmal mehr als die Entfernung der Erde von der Sonne,
- die Entfernung des Saturns von der Sonne beträgt etwa zehnmal mehr als die Entfernung der Erde von der Sonne,
- die Entfernung des Uranus von der Sonne beträgt etwa zwanzigmal mehr als die Entfernung der Erde von der Sonne,
- die Entfernung des Neptuns von der Sonne beträgt etwa dreißigmal mehr als die Entfernung der Erde von der Sonne.

Arbeitsauftrag 2: Erstellen Sie ein Modell des Sonnensystems mit runden Nahrungsmitteln

Hilfsmittel:

Die einfachste Möglichkeit das Sonnensystem zu veranschaulichen ist es, dieses aus Perlen unterschiedlicher Größe herzustellen in Kombination mit größeren abgerundeten Lebensmitteln (Obst, Gemüse, Nüsse, Gewürze ...). Die Früchte können auch nach dem Experiment in der Klasse verteilt und gegessen werden.

Arbeitsvorgang:

Das Hauptziel dieser Aufgabe ist es, die Schülerinnen und Schüler mit den tatsächlichen Abständen zwischen den Körpern des Sonnensystems in Bezug auf ihre Abmessungen vertraut zu machen. Wenn wir den Durchmesser der Erde von 1 cm wählen, brauchen wir einen Kreis mit einem Radius von 3,5 km, um alle Planeten zu verbreiten. Eine Sonne von 1m Durchmesser, vier zitrusgroße Planeten, vier Planeten aus Nüssen und Erbsen und einer großen Anzahl kleiner Körper würden auf dieser riesigen Fläche erscheinen. Die Vorstellung einer so großen Dimension kann für die Schülerinnen und Schüler schwierig sein. Deshalb sind kleinere Skalen die bessere Alternative.

Damit das Sonnensystem im Klassenzimmer nachgestellt werden kann, müssten alle Dimensionen tausend Mal reduziert werden. Dieses Modell würde dann einen Kreis mit einem Radius von 3,5 m einnehmen. In dieser Entfernung würde sich etwa 1 mm der Sonne auf vierhundert Millimeter von Neptun konzentrieren. Der Erddurchmesser würde ein hundertstel Millimeter betragen, der Durchmesser des größten Planeten Jupiter dann ein Zehntel Millimeter.

Ein Sonnensystem mit einer Größe von vier Fußballfeldern, bei dem die Sonne einen Durchmesser von 3 cm hat, kann die Größe der Abstände für die Schülerinnen und Schüler beim Erklären erfassbarer machen. Die Erde mit einem Durchmesser von einem Drittel Millimeter würde in einer Entfernung von etwa 3 m umkreisen. Der größte Planet Jupiter mit einem Durchmesser von 3 mm würde sie in einer Entfernung von 17 m umkreisen. Der am weitesten entfernte Planet Neptun mit einem Durchmesser von 1 mm umkreist die Sonne in einer Entfernung von 100 m (Abbildung 82).

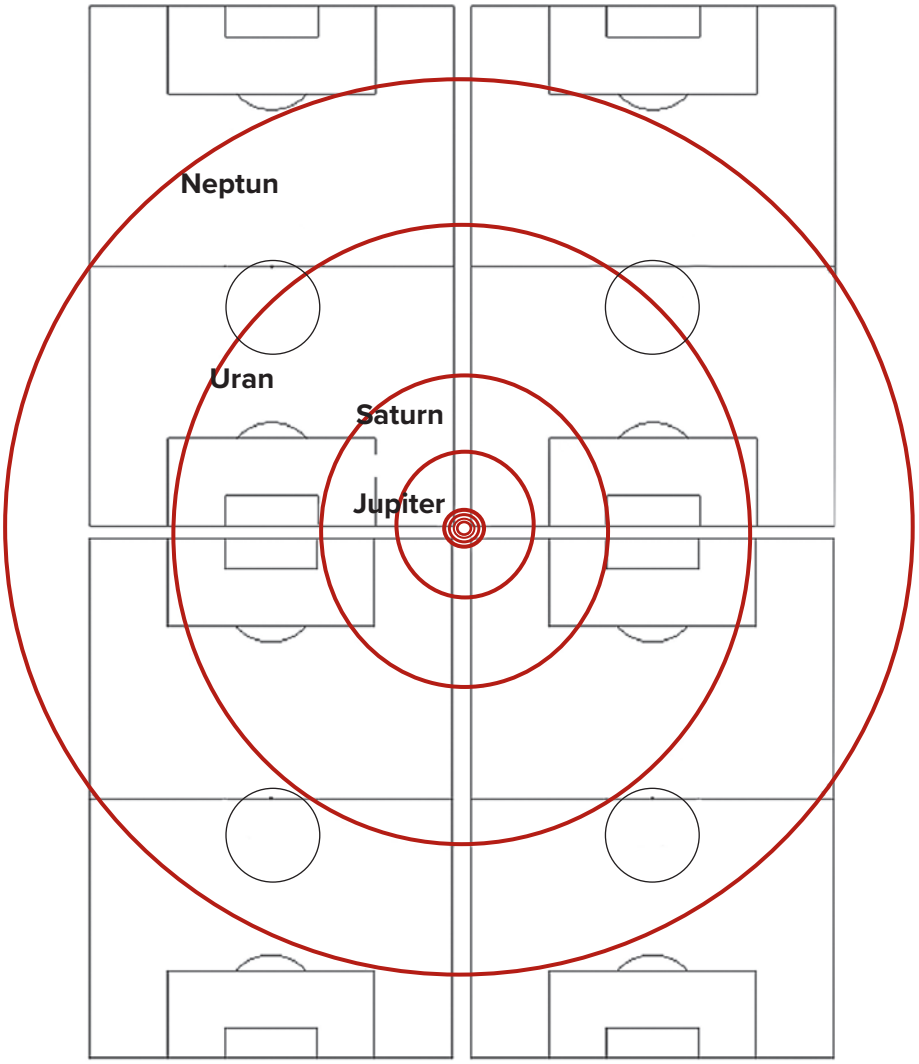


Abbildung 83: Das Sonnensystem mit einem Durchmesser von 3 cm hat eine Fläche von vier Fußballfeldern

Arbeitsauftrag 3: Erstellen Sie ein Modell des Sonnensystems aus Zeitungspapier und Stärke

Hilfsmittel:

Wenn Sie mehr Zeit in die Herstellung des Sonnensystems investieren möchten, können Sie die Körper aus **Zeitungspapier** und **Stärke** herstellen.

Stärkezubereitung: Mischen Sie einen Esslöffel Kartoffel- oder Maisstärke in wenig kaltem Wasser und fügen Sie unter Rühren 0,5 l kochendes Wasser hinzu. Warten Sie mindestens 30 Minuten, bevor die Stärke abkühlt. Falls erforderlich, mit kaltem Wasser verdünnen.

Arbeitsvorgang:

1. Plastizieren Sie kleine Planeten (bis zu einem Durchmesser von etwa 5 cm) aus in Stärke getauchtem Papier. Verwenden Sie oben weißes Papier, um den Planeten leichter zu machen.
2. Größere Planeten (mit einem Durchmesser von etwa 5 bis 30 cm) werden durch das Formen der Kugeln aus trockenem Zeitungspapier hergestellt. Tränken Sie die obersten Papierschichten in Stärke, damit die Planeten schneller trocknen.
3. Große Planeten (etwa 30 cm Durchmesser) werden durch Aufkleben des Drahtskeletts mit in Stärke eingetauchtem Papier hergestellt. Sie reduzieren das Gewicht und gestalten die Form gleichmäßiger. Bilden Sie den Rahmen beispielsweise aus einem stärkeren Bindedraht, wie in Abbildung 83 dargestellt. Mit dem Draht können Sie auch Saturn-Ringe aus Pappe anbringen (Abbildung 84).

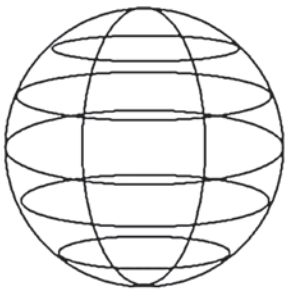


Abbildung 84: Draht-Skelett eines großen Planeten

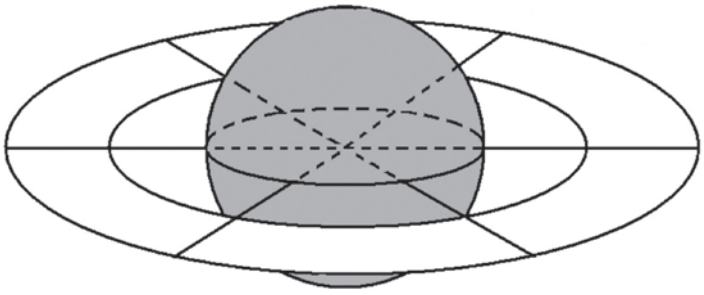


Abbildung 85: Anbringen des Saturnrings

4. Die Planeten und die Sonne können mit den Farben der kosmischen Körper bemalt werden, wenn die Stärke vollständig trocken ist.

3.6 Sonnenmodell

! Der Hauptunterschied zwischen einem Planeten und einem Stern ist die Tatsache, dass der Stern aufgrund der im Kern vorkommenden thermonuklearen Reaktion eine Licht- und Wärmequelle (und anderer Strahlungsarten) ist. Im äußeren Teil befindet sich eine Schicht, in der die Energieübertragung von innen auf die Sternoberfläche erfolgt. Das erwärmte Plasma steigt an die Oberfläche, wo es abkühlt und zurückfällt. Auf der Oberfläche entsteht so eine als Granulation bezeichnete Struktur. Diese Struktur kann in einer flachen Schüssel auf dem Herd simuliert werden. **Achtung!** Dies ist ein Demonstrationsversuch mit heißem Öl. Das Experiment **muss** unbedingt von der Lehrerin oder dem Lehrer durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler müssen einen Sicherheitsabstand einhalten.

Arbeitsvorgang:

1. Gießen Sie Speiseöl in eine Petrischale und mischen Sie etwas Aluminiumpulver oder Silber darunter
2. Stellen Sie die Schüssel auf den Herd und beginnen Sie mit dem Erhitzen.
3. Nach einer Weile ist die Struktur der sogenannten „Benards Zellen“ sichtbar.
4. Schalten Sie den Herd aus, denn durch zu viel Hitze können Sie die Zellengröße und -schärfe reduzieren.

3.7 Kometenmodell

Der Komet ist ein kleines unregelmäßiges Objekt, das hauptsächlich aus Eis, Kohlendioxid und Staub besteht. Der Kern eines Kometen kann auf verschiedene Arten modelliert werden. Achtung! Bei diesen beiden Verfahren werden beide Substanzen mit sehr niedriger Temperatur verwendet. Unbeabsichtigte Handhabung kann Erfrierungen verursachen. Das Kochen von Kometen wird daher ausschließlich von der Lehrerin oder dem Lehrer durchgeführt. Trockeneis und flüssiger Stickstoff können zum Beispiel bei Linde Gas a.s. gekauft werden.

Arbeitsauftrag 1: Erstellen Sie ein Kometenkernmodell

Arbeitsvorgang:

1. Nehmen Sie etwas Wasser, mischen Sie es mit dem Toner aus dem Drucker und fügen Sie einige organische Substanzen aus Ihrem eigenen Speichel hinzu.
2. Diese Mischung wird mit festem Kohlendioxid (Trockeneis) gerührt und eingefroren.

Arbeitsauftrag 2: Erstellen Sie ein Kometenmodell zum Gießen

Hilfsmittel:

- Schlagsahne, Schokoladensplitter, Granko, Pikao-Kakao, Zucker, eine feste Plastiktüte, Handschuhe, ein Handtuch und flüssiger Stickstoff.

Die Schlagsahne stellt in diesem Fall Wassereis dar, die anderen Begleitstoffe sind unterschiedlich große Verunreinigungen.

Arbeitsvorgang:

1. Wir füllen alles in eine Plastiktüte, die mit Handschuhen festgehalten wird.
2. Legen Sie den flüssigen Stickstoff in den Beutel und mischen Sie alles von unten durch das Tuch.
3. Wenn die Masse erstarrt, formen wir die Körper und legen sie auf einen Teller. Ein Liter flüssiger Stickstoff wird pro Sahne benötigt.

3.8 Sternbilder

Arbeitsauftrag 1: Sternbilder zeichnen

Hilfsmittel für Gruppenarbeit zu zweit:

- Sternbildzeichnungen (z. B. Kleiner Bär, Schwan, Adler, Delphin ...), Papier mit den hellsten Sternen, Bleistift

Arbeitsvorgang:

Ziel der Aktivität ist es, die Schülerinnen und Schüler mit verschiedenen Formen von Konstellationen und ihrer Ähnlichkeit mit bekannten Formen vertraut zu machen.

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Material	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Was sind Sternbilder?	10 Minuten	Block, Bleistift	Beschreibung der Sternbilder, Bedeutung, Orientierung am Himmel.	In Form von Gruppenarbeit diskutieren sie die Bedeutung von Sternbildern.
Vorbereitung vor dem Laboratorium	Die Aufteilung in Gruppen, Motivation, Zielformulierung Bewertung, Arbeitsblatt	10 Minuten	Block, Bleistift	Zielformulierung, Kinder über die Bewertung informieren, Arbeitsblätter verteilen	In Gruppenarbeit wird das Arbeitsblatt ausgefüllt und der Lehrkraft können offene Fragen gestellt werden
Praktische Tätigkeit	Zeichnen der Sternbilder	20 Minuten	Block, Bleistift	Schülerinnen und Schüler bei den Arbeitsaufträgen betreuen und unterstützen	Die Sternbilder mit den hellsten Sternen sollen aufgezeichnet werden
Bewertung des Unterrichts	Zusammenfas-sung, Präsenta-tion	5 Minuten	keine	Weiterführende Fakten erläutern anhand der Präsentation	

Aktivitätsbeschreibung:

1. Kurzinformationen zu den Sternbildern (10 Minuten); Hilfsmittel: Block, Bleistift.

2. Vorschau auf Sternbildzeichnungen (10 Minuten), Hilfsmittel: Bilder mit Sternbildzeichnungen (z. B. Kleiner Bär, Delphin, Adler, Schwan).
   Die Schülerinnen und Schüler können versuchen, die Namen der Sternbilder anhand der dargestellten Tiere zu bestimmen.

3. Zeichnen Sie die Sternbilder mit Ihren Grenzen (20 Minuten) auf.
   Die Klasse erhält Unterlagen, auf denen die Positionen der hellsten Sterne gedruckt sind. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Form der Sternbilder basierend auf Ihrem Wissen zu zeichnen.

4. Gespräch mit den Schülerinnen und Schülern über Orientierungsmöglichkeiten anhand von Sternbildern am Himmel(5 Minuten).

Arbeitsauftrag 2: Räumliches Sternbildmodell

Hilfsmittel:

- Polystyrol (oder Plastilin), Kugeln in verschiedenen Farben und Größen, Stränge, Sternendaten (Position, Entfernung, Spektralklasse – Farbe)

Arbeitsvorgang:

Ziel der Übung ist es, die Schülerinnen und Schüler darüber zu informieren, dass die Sterne der Sternbilder eigentlich nicht miteinander in Beziehung stehen und ihr Ort im Sternbild nur der Ort ist, an dem wir sie von der Erde aus beobachten können.

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Materials	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Was sind Sternbilder?	10 Minuten	Block, Bleistift	Beschreibung der Sternbilder, Bedeutung, Orientierung am Himmel	In Form von Gruppenarbeit diskutieren sie die Bedeutung von Sternbildern
Vorbereitung vor dem Laboratorium	Die Aufteilung in Gruppen, Motivation, Zielformulierung Bewertung, Arbeitsblatt	10 min	Block, Bleistift	Zielformulierung, Kinder über die Bewertung informieren, Arbeitsblätter verteilen	In Gruppenarbeit wird das Arbeitsblatt ausgefüllt und der Lehrkraft können offene Fragen gestellt werden

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Materials	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Praktische Tätigkeit	Erstellung eines Konstellations-modells	65 Minuten	Block, Bleistift	Schülerinnen und Schüler bei den Arbeitsaufträgen betreuen und unterstützen	Die Sternbilder sollen gezeichnet werden, unter Rücksichtnahme auf den Abstand der Sterne zueinander
Bewertung des Unterrichts	Zusammenfas-sung, Präsenta-tion	5 Minuten	keine	Weiterführende Fakten erläutern anhand der Präsentation	

Aktivitätsbeschreibung:

1. Kurzinformationen zu den Sternbildern (10 Minuten); Hilfsmittel: Block, Bleistift.
2. Beispiel der Himmelskonstellation (Großer Bär – Himmelwagen, Orion, Cassiopeia) (10 Minuten), Hilfsmittel: Sternbildbilder, Entfernung zu den Sternen (z. B. Big Bear oder Himmelwagen, Orion, Cassiopeia).
3. Erstellen eines Konstellationsmodells (65 Minuten).

   Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Polystyrolmatte (oder Knetmatte), und gemäß der Tabelle werden die gewellten Kellen (Corallips, die an der Auskleidung befestigt sind, beispielsweise Plastilin), an den richtigen Stellen in Polystyrol (oder Plastilin) gestanzt. Die Schülerinnen und Schüler beobachten das erstellte Konstellationsmodell aus verschiedenen Richtungen. Es ist auch möglich, ein größeres Modell in größeren Gruppen herzustellen, z. B. im Schulgarten.
4. Gespräch mit Schülerinnen und Schülern über das Konstellationsmodell (5 Minuten).

Arbeitsauftrag 3: Die Strahlkraft der Sterne

Hilfsmittel:

- Papier mit Konturmuster

Arbeitsvorgang:

Ziel der Aktivität ist es, die Schülerinnen und Schüler mit der unterschiedlichen Helligkeit der Sterne am Himmel vertraut zu machen.

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Arbeitsaktivität	Erwartete Dauer der Übung	Material	Lehrerinnen und Lehrer	Schülerinnen und Schüler
Einführung in das Thema – Motivation	Weiterführung: Was sind Sternbilder?	10 Minuten	Block, Bleistift	Beschreibung der Sternbilder, Bedeutung, Orientierung am Himmel.	In Form von Gruppenarbeit diskutieren sie die Bedeutung von Sternbildern
Vorbereitung vor dem Laboratorium	Die Aufteilung in Gruppen, Motivation, Zielformulierung Bewertung, Arbeitsblatt	10 min	Block, Bleistift	Zielformulierung, Kinder über die Bewertung informieren, Arbeitsblätter verteilen	Vorschau der Sternbilder, Arbeitsblatt mit Aufgaben, Gruppenarbeit
Praktische Tätigkeit	Schätzung der Helligkeit der Sterne	15 Minuten	Block, Bleistift	Schülerinnen und Schüler bei den Arbeitsaufträgen betreuen und unterstützen	Schätzen der Helligkeit der Sterne im Sternbild
Bewertung des Unterrichts	Zusammenfas-sung, Präsenta-tion	5 Minuten	keine	Weiterführende Fakten erläutern anhand der Präsentation	

Aktivitätsbeschreibung:

(Folgendes beachten: Diese Aktivität eignet sich nicht besonders für den Schulunterricht, da es angebracht ist, den Nachthimmel zu beobachten, auch wenn die Aktivität an den Unterricht angepasst werden kann.)

1. Die Schülerinnen und Schüler versuchen, die Strahlkraft der sieben Sterne zu vergleichen, die der Große Wagen (Teil des Sternbilds des Großen Bären) auf der Grundlage ihrer eigenen Beobachtungen bildet. Der am hellsten strahlende Stern bekommt die Nummer eins, der am wenigsten strahlende die Nummer 7. Die Zahlen werden direkt auf die Sterne im Bild geschrieben. Falls keine Nachtwanderung o.Ä. gemacht werden kann, können auch Bilder zur Verfügung gestellt werden, auf dem die Strahlkraft auch für Schülerinnen und Schüler gut erkennbar ist.

2. Mit einer Einschränkung ist es möglich, die Helligkeit der Sterne im Klassenzimmer mithilfe der Projektion des Sternenhimmels mithilfe eines Computerplanetariums zu bestimmen, z. B. Stellarem.

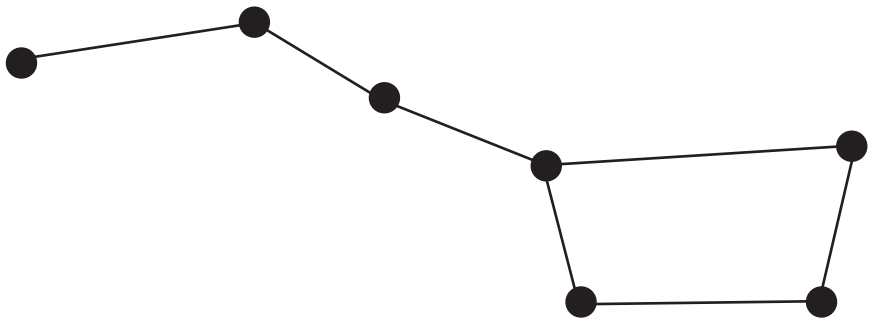


Abbildung 86: Himmelswagen

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.

Funktionen einer Zelle

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.

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

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.**

! 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. Wachstum ist das Ergebnis mehrerer Zellteilungen.

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.

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 Grundschulkinder.

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.

Merkmale des Lebens

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:

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.

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.** Mangelt es 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**

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".**

Bakterien

Organismentyp: einfache einzellige 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.

Archaeen

Organismentyp: einfache bakterienähnliche Einzeller
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.

Protisten

Organismentyp: Schleimpilze, Algen, Protozoen
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.

Pilze

Organismentyp: Hutpilze, Schimmelpilze, Hefepilze
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.

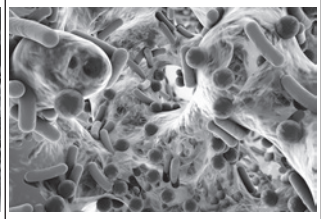
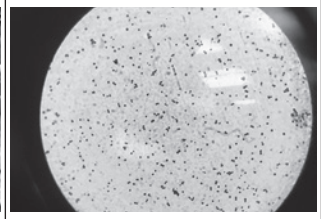
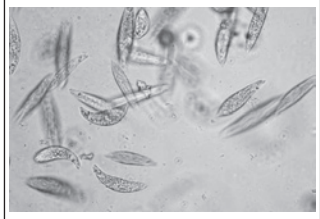
Pflanzen

Organismentyp: Grünalgen, Moose, Koniferen, Blütenpflanzen
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.

Tiere

Organismentyp: Insekten, Fische, Säugetiere, Krebse, Reptilien, Amphibien
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.

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

TIERE	PFLANZEN	PILZE	BAKTERIEN	ARCHAEEN	PROTISTEN
					
Organismen typ: Insekten, Fische, Säugetiere, Krebse, Reptilien, Amphibien	*Organismen typ: Grünalgen, Moose, Koniferen, Blütenpflanzen*	*Organismen typ: Hutpilze, Schimmelpilz, Hefepilze*	*Organismen typ: einfache einzellige Bakterien*	*Organismen typ: einfache bakterienähnliche Einzeller*	*Organismen typ: Schleimpilze, Algen, Protozoen*
Verbreitung: weltweit	*Verbreitung: weltweit, in den Polargebieten selten*	*Verbreitung: weltweit*	*Verbreitung: weltweit*	*Verbreitung: extreme Lebensräume*	*Verbreitung: vorwiegend Salz- und Süßwasser, vereinzelt auch Festland.*
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.	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.	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.	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.	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.	In diesem Reich sin 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.

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 Organismentyp 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	Tyrannosauroidea	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	Torfmoos-gewächse	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

3. METHODISCHE HINWEISE FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	Alters-stufe	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

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	Alters-stufe	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

Abbildung 87: Belebt und unbelebt

Lösungsbeispiele:

Was lebt?	Was lebt nicht?
Katze	Auto
Hund	Straßenbahn
Polizist	Haus
Baum	Schaukel

Arbeitsauftrag 2: Was kennst du noch?

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft fordert die Schülerinnen und Schüler auf das Arbeitsblatt zu wechseln: *„Schreibt in diese (die nächste) Tabelle noch mehr Beispiele, die ihr auch noch kennt.“* Dabei können ggf. Schülerinnen und Schüler, denen nichts einfällt auf bestimmte Settings hingewiesen werden, etwa den Zoo oder einen zurückliegenden gemeinsamen Klassenausflug oder Situationen, in denen sie mit Pflanzen in Berührung gekommen sind.

Das Ziel ist es, das vorhandene Wissen der Kinder zu aktivieren und ihren Kenntnisstand abzufragen. Weiterhin erfolgt eine Reflexion über bekannte Beispiele des Lebens sowie die Stärkung der Verbindung zu den tatsächlichen Erfahrungen des individuellen Kindes.

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?

- 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:

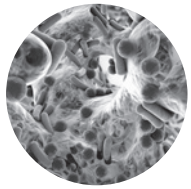
				
Lebt nicht	**Tiere**	**Pflanzen**	**Pilze**	**Bakterien**

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.

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).

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.

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 Grundschulkinder benötigen möglicherweise mehr Hilfestellungen.

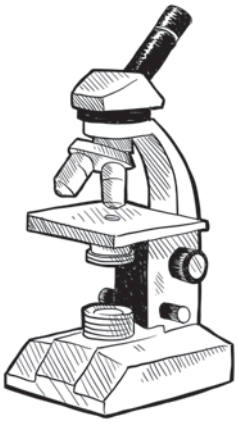


Abbildung 89: Mikroskop

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 Objekttisch 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.

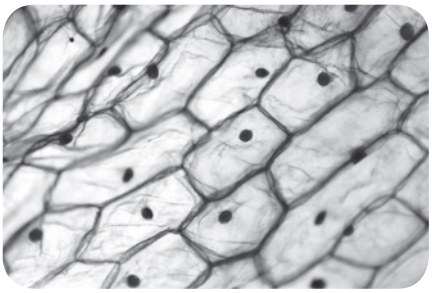


Abbildung 90: Zwiebelzelle 1

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.

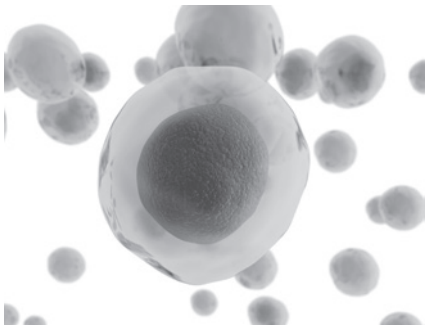


Abbildung 91: Zwiebelzelle 2

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. !

ORGANISMEN BRAUCHEN ENERGIE UND BESTIMMTE SUBSTANZEN ZUM LEBEN

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Nahrung liefert die notwendigen Substanzen und Energie für die Organismen, die für grundlegende Lebensfunktionen und Wachstum benötigt werden. Grüne Pflanzen und einige Bakterien können durch Photosynthese Energie von der Sonne nutzen, um komplexe Moleküle zu bilden, von denen sie leben. Tiere erhalten Energie ausschließlich aus chemischen Bindungen, die durch den Abbau von komplexen organischen Substanzen durch die Nahrung aufgenommen werden. Am Ende sind sie auf grüne Pflanzen als Energiequelle angewiesen.

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Die Entwicklung dieser Idee ist laut Harlen (2015) in der Vorschulbildung verankert. **Im Vorschulalter** (5-7 Jahre) sollen Kinder **ein Verständnis dafür bekommen, dass alle lebenden Organismen eine ständige Versorgung mit Energie durch andere Organismen benötigen um überhaupt leben zu können**. Um das Leben zu erhalten, benötigen sie bestimmte Energiequellen: Nahrung, Luft, Wasser und bestimmte Temperaturbedingungen der Umgebung, in der sie leben.

Im jüngeren Schulalter (7 bis 11 Jahre) sollten die Schülerinnen und Schüler **verstehen, dass Pflanzen, die Chlorophyll enthalten, Sonnenlicht verwenden, um die Substanzen herzustellen, die sie für ihr Leben benötigen**. Überschüssige Energie kann gespeichert und bei Bedarf genutzt werden.

Auch **Tiere benötigen Energie um leben zu können, die sie entweder durch den direkten Verzehr von Pflanzen** (Pflanzenfresser) **oder von anderen Tieren** (Fleischfresser) **erhalten**. Letztendlich sind die Fleischfresser auch von Pflanzen abhängig, weil sie sich von Tieren ernähren, die Pflanzen oder andere Tiere verzehren.

! Die Beziehung bzw. die Abhängigkeit von Tieren (aber auch Menschen) von Pflanzen spiegelt sich auch in ihrer Lebensweise wider. Einige Tiere bilden zum Beispiel ihren Lebensraum aus Pflanzen (Vogelnester, Häuser einiger Nagetiere usw.). Ebenso verwendet der Mensch Pflanzen als Nahrungsmittel und um Wohnungen (Möbel, Häuser), aber auch Kleidung oder Brennstoff herzustellen. Diese Beziehung, Pflanze – Tier, kann als wechselseitig betrachtet werden. Pflanzen sind eine Energiequelle für Tiere, aber ebenso helfen Tiere den Pflanzen zum Beispiel bei der Fortpflanzung (Insektenblütenbestäubung, Samenverbreitung usw.) (Harlen, Hrsg., 2015).

Schlüsselwörter:

Nahrung
Energie
Nahrungskette
Pflanzen
Tiere
Mensch

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

Alle lebenden Organismen benötigen Energie, um lebenswichtige Funktionen (Atmung, Verdauung, Bewegung usw.) nutzen zu können. Die gesamte Energie auf der Erde, die die Organismen nutzen und transformieren, stammt von der Sonne. Sonnenenergie fällt in Form von Strahlung auf die Erdoberfläche. Ein Teil wird reflektiert und einen Teil absorbiert die Atmosphäre. Ein Teil der Sonnenenergie verursacht zum Beispiel, dass das Wasser verdampft. Das Ergebnis der Verdampfung ist die Bildung von Wolken in der Atmosphäre und Wasserkreise in der Natur. Unterschiedlich von der Sonne erwärmte Luft, hat unterschiedlichen Druck. Die kalte Luft hat einen höheren Druck als die wärmere Luft, die aufsteigt. Wenn sich die warme Luft nach oben bewegt wird der Druck geringer, ein Tiefdruckgebiet. Durch die ständige Bewegung der Luft von Hoch-zu Tiefdruckgebiet entstehen Winde.

Aus Sicht des Lebens auf der Erde ist die Umwandlung von Energie in Biomasse die wichtigste Energiequelle der Sonne. Biomasse kann als gespeicherte Sonnenenergie betrachtet werden, die von Pflanzen bei der Photosynthese in organisches Material umgewandelt wird.

2.1 Zusammensetzung der Organismen

Wir teilen lebende Organismen in zelluläre und nicht-zelluläre Organismen ein. Wir schließen Viren, die von einer Wirtszelle abhängig sind, bei den nicht-zellulären Organismen mit ein, **Wir können zelluläre Organismen in Ein- und Vielzeller unterteilen**. Wie der Name schon sagt, haben Einzeller einen Körper, der nur aus einer Zelle besteht, die alle Funktionen ausführt.

Je nach Organisation des Zellkerns und anderer zellulärer Strukturen erkennen wir prokaryotische Zellen (bestehend aus einem Molekül der DNA, das nicht durch die Membran vom Zytoplasma getrennt wird, enthält keine aus Membranen bestehenden Organellen, kein Zytoskelett, nur Ribosomen sind vorhanden) und **eukaryotische Zellen** (Kern aus dem Zytoplasma durch eine Kernmembran getrennt, enthält Membranorganellen, vorhandenes Zytoskelett).

Prokaryoten sind also nur einzellige Organismen (z. B. Cyanobakteria und Bakterien) und Eukaryoten sind sowohl einzellige (Protozoen) als auch vielzellige Organismen (Pilze, Pflanzen, Tiere).

Zelle

Die Zelle ist der grundlegende Baustein aller lebenden Organismen, der die Aufnahme von Nährstoffen, ihre Umwandlung in Energie und bestimmte andere Funktionen gewährleistet. Um diese Prozesse zu organisieren, sind viele chemische Reaktionen erforderlich. Um eine chemische Reaktion in einer Zelle durchzuführen, wird Energie benötigt, die die Zelle durch Umwandlung der von ihr aufgenommen Stoffe erhalten kann. **Wir sprechen über den Metabolismus oder Stoffwechsel.**

Zellprozesse müssen als komplex verstanden werden, was heißt, dass sie nicht voneinander getrennt betrachtet werden sollten. Die Aufnahme von Stoffen in die Zelle erfolgt zum Beispiel gleichzeitig mit der Ausschüttung von anderen Substanzen.

Zelluläre Prozesse

In den Zellen eines Organismus sind folgende Reaktionen im Gange:

- **Anabole Reaktionen – Synthese von Produkten aus verschiedenen Substraten.** Sie sind endergon, d. h. sie benötigen Energie um überhaupt ablaufen zu können; Hierbei werden Fremdstoffe abgebaut, die über Nahrung aufgenommen wurden und ihre Bestandteile werden dann zum Aufbau körpereigener Substanzen benutzt. (Proteine, Enzyme).
- **Katabole Reaktionen – hier wird durch den Abbau von chemisch komplexen Nahrungsstoffen zu einfacheren Stoffen Energie verfügbar gemacht.** Sie sind also **exergonisch**, denn es wird Energie frei. Ein Teil dieser Energie wird im wichtigsten chemischen Energiespeicher ATP (Adenosintriphosphat) gespeichert:
  - (1) **chemische Energie** – wird für alle Körperfunktionen verwendet (max. 27%),
  - (2) **Wärmeenergie** – Aufrechterhaltung einer konstanten Körpertemperatur.

Je nachdem, wie Energie gewonnen wird, unterscheiden wir **autotrophe und heterotrophe Organismen**. Darüber hinaus erkennen wir noch **mixotrophe Organismen** an (sie können gegebenenfalls autotrophe und heterotrophe Ernährung verwenden – z. B. fleischfressende Pflanzen).

Autotrophe Organismen sind in der Lage, sich selbst zu ernähren. Sie erhalten Ihre Energie aus Sonnenstrahlen oder aus chemischen Stoffen. **Heterotrophe** Organismen (Tiere Pilze und einige Pflanzen) ernähren sich von anderen Lebewesen. **Zu den autotrophen Organismen zählen insbesondere Pflanzen.** Ihre Strukturen enthalten Chlorophyll (grüner Farbstoff) und Chloroplasten (mit darin abgeschiedenem Chlorophyll), die zur Durchführung der Photosynthese erforderlich sind.

2.2 Photosynthese

Für den Photosynthese-Prozess (photosynthetische Assimilation) ist das Vorhandensein von Sonnenstrahlung essentiell. Dieser Prozess ist eine Voraussetzung für das Leben auf unserem Planeten. In diesem Prozess wird Energie von der Sonne in die Energie von chemischen Bindungen in organischen Molekülen umgewandelt. Die erzeugte Energie verwenden Pflanzen zum Einbau von Kohlenhydraten, Aminosäuren usw. in Proteine, Fette, Polysaccharide und dergleichen. Sie sind nötig um die Pflanze zu bilden.

Wie bereits erwähnt, ist das Vorhandensein von Sonnenlicht, Chloroplasten und Chlorophyll, Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) für die Photosynthese unerlässlich. **Das Produkt der Photosynthese in den Chloroplasten sind Glucose und Sauerstoff.**

Der Verlauf der Photosynthese kann durch diese Gleichung dargestellt werden:

$$6CO_2 + 6\,H_2O + \text{Licht} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Chlorophyll findet man in der Chloroplasten-Membran, die in Form großer Proteinkomplexe abgelagert ist – Fotosysteme:

- **Fotosystem I** – wichtig für die Erfassung von Licht mit einer Wellenlänge von 700nm oder mehr,
- **Fotosystem II** – wichtig für die Erfassung von Licht mit einer Wellenlänge von 680nm oder weniger,

Außerdem unterscheiden wir während der Photosynthese andere Prozesse, nämlich:

A. Primäre Prozesse der Photosynthese:

1. Fotosystem I
2. Fotosystem II
3. Photolyse von Wasser (Wassermoleküle durch Lichtenergie geschnitten in Elektron, Proton (Kation H^+) und Sauerstoff: Zersetzung von Wasser $H_2O \rightarrow 1/2\ O_2 + 2H^+ + 2e^-$)

B. Sekundäre Prozesse der Photosynthese

Primäre Prozesse der Photosynthese

Primärprozesse werden auch als leichte Phase (photochemische Phase) bezeichnet. Chlorophyll A ermöglicht die Umwandlung der Energie des absorbierten Photons in chemische Energie. In diesem Stadium werden ATP (Energiequelle für Glukose) und das Coenzym NADPH (Wasserstoffquelle) aus zwei absorbierten Photonen gebildet. ATP tritt nach der Absorption des ersten Photons auf, NADPH nach der Absorption des zweiten. Zunächst wird ein Fotosystem II aktiviert, bei dem durch die Lichtenergie ein hochenergetisches Elektron erzeugt wird. Dieses wird dann auf das Fotosystem I übertragen. Das aus der Photosynthese II freigesetzte Elektron wird an NADPH übergeben und durch ein Elektron aus Wasser ersetzt.

Sekundäre Prozesse der Photosynthese

Sekundärprozesse werden auch als synthetische Phase (CO_2-Fixierungsphase) bezeichnet. Diese Prozesse erfordern im Gegensatz zu den primären nicht mehr die Anwesenheit von Licht. Deshalb können wir sie die dunkle Phase nennen. Sie erfordert die Anwesenheit von Kohlendioxid, ATP, NADPH, Kohlenstoff-Maskierungsmitteln, spezifischen Enzymen und Coenzymen. Diese Phase ist jedoch nicht für alle Pflanzen gleich. Dementsprechend sind sie in C_3-Pflanzen und C_4-Pflanzen unterteilt.

Die Pflanzen C_3: Zu einem Zeitpunkt der Evolution, zu dem die Atmosphäre reich an CO_2 und arm an Sauerstoff war, entstanden zunächst die C3-Pflanzen mit ihrem Schlüsselenzym, die Ribulose-1,5-bisphosphat-Carboxylase/-Oxygenase (Rubisco).

Die Kohlenstoffdioxid-Fixierung erfolgt im Calvin-Zyklus bei der Rubisco-Reaktion an Ribulose-1,5-bisphosphat (kurz RubP2). Die dabei entstehende Zwischenstufe ist hochgradig instabil und zerfällt spontan in zwei Moleküle 3-Phosphoglycerat (kurz 3-PGS), das erste fassbare Zwischenprodukt bei den C3-Pflanzen. Das 3-PGS enthält drei Kohlenstoffatome, wovon sich der Name dieses Pflanzentyps ableitet.

Die Pflanzen C_4 – Im Vergleich zu den C3-Pflanzen, können C4 Pflanzen eine schnellere Photosynthese bei mehr Wärme und Licht durchführen. Da das Oxalacetat, ein C4-Körper, dass erste feste Produkt der Photosynthese ist, wurde die Bezeichnung zur Unterscheidung von den Pflanzen mit „normalem" Photosynthesestoffwechsel gewählt. Bekannte C4-Pflanzen sind Amarant, Hirse, Mais, Zuckerrohr und Chinaschilf. Verglichen mit C3-Pflanzen sind sie für die menschliche Ernährung besser geeignet, da sie viele Kohlenhydrate (z. B. Mais) enthalten (Križan, 2004).

Faktoren, die Photosynthese beeinflussen

Der Verlauf der Photosynthese wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, darunter:

- **Wellentheorie des Lichts:** die an der besten geeigneten Komponente für Licht ist rotes Licht (630 – 750 nm) und blauviolettes Licht (420 – 450 nm). Von all dem Licht, das auf die Pflanze fällt, kann sie nur 2% verbrauchen, der Rest wird reflektiert.
- **Kohlendioxid:** ein starker Anstieg oder Abfall seiner Konzentration in der Atmosphäre verlangsamt oder stoppt die Photosynthese.
- **Temperatur:** die optimale Temperatur für den Verlauf der Photosynthese hängt von der Pflanzenart ab. Optimal für Pflanzen ist eine Temperatur zwischen 0 und 40 °C.
- **Wasser:** in seiner Abwesenheit schließt die Pflanze ihre Poren, um die Aufnahme von Kohlendioxid zu verhindern und die Photosynthese verlangsamt sich.

Heterotrophe Organismen

Heterotrophe Organismen erhalten aus fremden organischen Materialien ihre Energie. Im Gegensatz zu autotrophen Organismen kann kein Mensch Sonnenlicht oder Kohlendioxid aus der Luft aufnehmen und davon leben. Heterotrophe Organismen nehmen im Allgemeinen komplexe organische Stoffe aus der Umgebung auf. **In ihrem Verdauungssystem kommt es** zunächst **zu einer mechanischen** (mit einem Mundstück – Insekten, Zähnen und Zungen – Menschen, aber auch Bauchmuskeln usw.) und dann **zu einer chemischen Spaltung von aufgenommenen Stoffen** (intrazellulär – insbesondere bei Urtieren, extrazellulär – tritt in den Hohlräumen und Teilen des Verdauungssystems auf, z. B. im Magen). Enzyme werden beispielsweise von der restlichen Nahrung getrennt, in die Körperflüssigkeiten absorbiert und danach zu den Verbrauchsstellen transportiert. Die unverbrauchten Nahrungsrückstände werden aus dem Körper eliminiert. **Heterotrophe Organismen müssen auch anorganische Substanzen aufnehmen, insbesondere Wasser und biogene Elemente (Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff).**

! Die meisten vielzelligen Organismen verarbeiten Lebensmittel in einzelnen Teilen des Verdauungssystems. In Pflanzen unterscheiden wir noch, wo der Organismus organische Substanz ansaugt. Dementsprechend kann dies **Saprophytismus** (sie nehmen organische Substanzen von toten Pflanzen und Tieren auf, z. B. Pilze) und Parasitismus (sie nehmen die Nährstoffe von den lebenden Organismen, ihren Wirten, auf, z. B. Mistel).

2.3 Keimung der Samen und Wachstum der Pflanzen

Die Keimung des Samens kann als Beginn des Lebenszyklus der Pflanze betrachtet werden. Das Sprießen beginnt, wenn der Samen Wasser ansaugt und dann platzt. Es beginnt immer mit dem Wachstum der Wurzel, die für einige Zeit das Wachstum der oberirdischen Pflanzenteile hemmt. Bei dikotylen Pflanzen wachsen 2 Keimblätter (entweder über der Bodenoberfläche oder darunter z. B. Bohnen), Monokotyle Pflanzen (z. B. Gras), haben nur ein Keimblatt. Keimblätter unterscheiden sich in Form und Größe von den echten Blättern der Pflanze.

Keimung des Samens

Für die Keimung des Saatgutes ist genügend Wasser, Sauerstoff und **die geeignete Temperatur** (Temperaturminimum, Optimum, Maximum) **wichtig**. Samen benötigen normalerweise kein Licht zum Keimen. Für einige Samen ist es jedoch notwendig, z. B. Rispengräser, Tabak, Fingerhüte. Für die Samenkeimung ist die Nahrungszusammensetzung noch nicht wichtig, da der Samen seine eigene Engergie zu keimen hat. Es sollte allerdings Boden zu Verfügung stehen, der die Pflanzen mit Nährstoffen versorgt.

Samen mit viel Wasser beginnen erst aufzuquellen, denn die Wasseraufnahme des Samens ist beim ersten Kontakt mit dem Wasser am schnellsten. Bei der Lagerung der Samen ist zu beachten, dass sie nach einer bestimmten Zeit ihre Keimfähigkeit verlieren (auch wenn sie unter optimalen Bedingungen gelagert werden). **Die Keimung des Saatguts wird auch von der Bodentemperatur stark beeinflusst. Steigende Temperaturen**

im Frühjahr erhöhen die Bodentemperatur, was die Keimungsrate des Samens beeinflusst. Wenn das Saatgut bei ungeeigneten Temperaturbedingungen in den Boden gesät wird (d. h. Temperatur unterhalb des Temperaturminimums – abhängig von der Pflanzenart, siehe Tabelle), keimen die Samen nicht.

Anis	0,5 cm	24 °C	4°C
Arnika	0 cm	27 °C	8 °C
Artischocke	5 cm	23 °C	16 °C
Aubergine	0,5 cm	27 °C	18 °C
Basilikum	0 cm	23 °C	12 °C
Blattsalat	1,5 cm	17 °C	3 °C
Blumenkohl	1 cm	20 °C	8 °C
Bohnenkraut	0 cm	23 °C	10 °C
Borretsch	2 cm	24 °C	8 °C
Brokkoli	1 cm	20 °C	2 °C
Brunnenkresse	0,2 cm	14 °C	6 °C
Buschbohnen	3 cm	22 °C	10 °C
Chicoree	1,5 cm	22 °C	13 °C
Dill	1 cm	24 °C	8 °C
Eisbergsalat	1,5 cm	18 °C	3 °C
Endivien	1,5 cm	24 °C	12 °C
Erbsen	5 cm	18 °C	6 °C
Erstragon	0 cm	22 °C	12 °C
Feldsalat	2 cm	18 °C	5 °C
Fenchel	0,5 cm	27 °C	6 °C
Feuerbohne	5 cm	23 °C	8 °C
Frühlingszwiebel	2 cm	23 °C	3 °C
Grünkohl	1 cm	20 °C	3 °C
Gurken	2 cm	25 °C	15 °C
Kamille	0 cm	23 °C	5 °C
Kapuzinerkresse	2 cm	25 °C	15 °C
Knoblauch	1,5 cm	23 °C	5 °C
Kohlrabi	1 cm	20 °C	12 °C
Kopfsalat	1,5 cm	17 °C	4 °C
Kümmel	0 cm	22 °C	6 °C

Kürbis	3 cm	23 °C	10 °C
Lavendel	0,5 cm	24 °C	16 °C
Liebstöckel	3 cm	23 °C	6 °C
Majoran	0 cm	23 °C	12 °C
Mangold	2 cm	20 °C	6 °C
Melone	2 cm	29 °C	18 °C
Möhren	3 cm	24 °C	4 °C
Oregano	0 cm	23 °C	12 °C
Pak Choi	1 cm	24 °C	18 °C
Paprika	0,5 cm	25 °C	16 °C
Pastinaken	3 cm	23 °C	6 °C
Petersilie	1 cm	22 °C	3 °C
Pfefferminze	0 cm	23 °C	16 °C
Pflücksalat	1,5 cm	17 °C	3 °C
Physalis	0,5 cm	24 °C	16 °C
Porree (Lauch)	1,5 cm	23 °C	8 °C
Radieschen	1 cm	21 °C	3 °C
Rettich	1 cm	23 °C	8 °C
Romanasalat	1,5 cm	17 °C	3 °C
Rosenkohl	1 cm	20 °C	8 °C
Rosmarien	1 cm	23 °C	3 °C
Rotkohl	1 cm	20 °C	8 °C
Rucola (Rauke)	0,5 cm	20 °C	3 °C
Salbei	0,2 cm	23 °C	12 °C
Sauerampfer	0 cm	21 °C	3 °C
Schnittlauch	2 cm	24 °C	5 °C
Schwarzwurzel	2 cm	23 °C	3 °C
Sellerie	0 cm	28 °C	18 °C
Spinat	3 cm	19 °C	2 °C

Tabelle 1: Die ideale Temperatur für das Keimen verschiedener Samen
(Quelle: https://ernte-reich.de/aussaat-tipps/keimbedingungen-saat-tiefe-keimtemperatur/)

Es ist bekannt, dass die Samengröße die Keimungsrate beeinflusst. Eine erhöhte Keimungsrate kann mit der größeren Menge an Lagerbeständen in großen Samen verglichen mit mittleren oder kleinen Samen zusammenhängen (Ekpo, 2004).

Wachstum von Pflanzen

Das Wachstum einer Pflanze ist ein biologischer Prozess, bei dem eine massive Zugabe von Materie stattfindet. Für die Pflanzenzüchtung ist der Atmungsprozess wichtig, durch den sie die Energie erhalten, die sie benötigen. Pflanzenwachstum ist mit einem erhöhten Zellvolumen und einer stärkeren Zellteilung verbunden.

Das Pflanzenwachstum wird von den folgenden Faktoren beeinflusst:

- **Temperatur** – hat einen offensichtlichen Einfluss auf das Wachstum. Bei einer Steigerung um 10 Grad verdoppelt sich das Wachstum. Wir unterscheiden zwischen der minimalen Temperatur (Wachstum beginnt ca. 5 °C), der optimalen (Wachstum ist am größten ca. 25 °C) und der maximalen Temperatur (Wachstum wird gestoppt ca. 30 – 37 °C).
- **Wasser** – Eine Pflanze, die in einer Umgebung von übermäßigem oder mangelndem Wasser vorkommt, zeigt physiologische Veränderungen.
- **Licht** – das Pflanzenwurzelwachstum ist nicht vom Licht abhängig. Im Gegenteil, das Wachstum der oberirdischen Pflanzenteile hängt vom Licht ab. Die aktivsten Bereiche

des Strahlungsspektrums, die das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen am stärksten beeinflussen, sind der Rotlichtbereich, insbesondere die Wellenlänge von 660 nm (hellrotes Licht), 730 nm (dunkelrotes Licht) und blaue Strahlung mit den Maxima von 370, 450 und 480 nm.

- **Substrat** – für ein optimales Wachstum muss die Pflanze Nährstoffe aus dem Boden gewinnen (z. B. Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, Calcium usw.).
- **Gravitation der Erde** – verursacht Verbiegen von Ästen, Stielen und deren Wachstum in horizontaler Richtung.
- **Elektrizität und Magnetismus** – in Pflanzen werden elektrische Potentiale erzeugt, die z. B. das Teilen von Phytohormonen beeinflussen, wodurch das Wachstum und die Bildung der Pflanze beeinflusst werden.

Aufteilung der Organe des Pflanzenkörpers

Pflanzliche Organe können nach Funktion z. B. in **vegetative und generative Organe** aufgeteilt werden. **Vegetative Organe wie Wurzeln, Stängel und Blätter sichern das Pflanzenleben.** Im Körper der Pflanzen gewährleisten sie verschiedene Funktionen – Ernährung, Wachstum, Atmung, Schutz, Unterstützung und Transport.

Blumen, Samen und Fötus gehören zu **den generativen Organen der Pflanze**. Ihre Aufgabe ist es, die Fortpflanzung und Erhaltung der Arten sicherzustellen. Im Folgenden charakterisieren wir kurz einzelne Pflanzenorgane.

- **Wurzel** – unterirdisches Organ. Wir unterscheiden die Wurzelkappe (nicht in Wasserpflanzen und Parasiten anzutreffen), die Haut (Schutz- und Absorptionsfunktion, Bedecken der Wurzeloberfläche, Schaffung der Wurzelhaare), die Hauptkruste, den mittleren Zylinder (den Strickstoffkomplex). Die Wurzel wächst in der Länge, aber auch in der Breite.

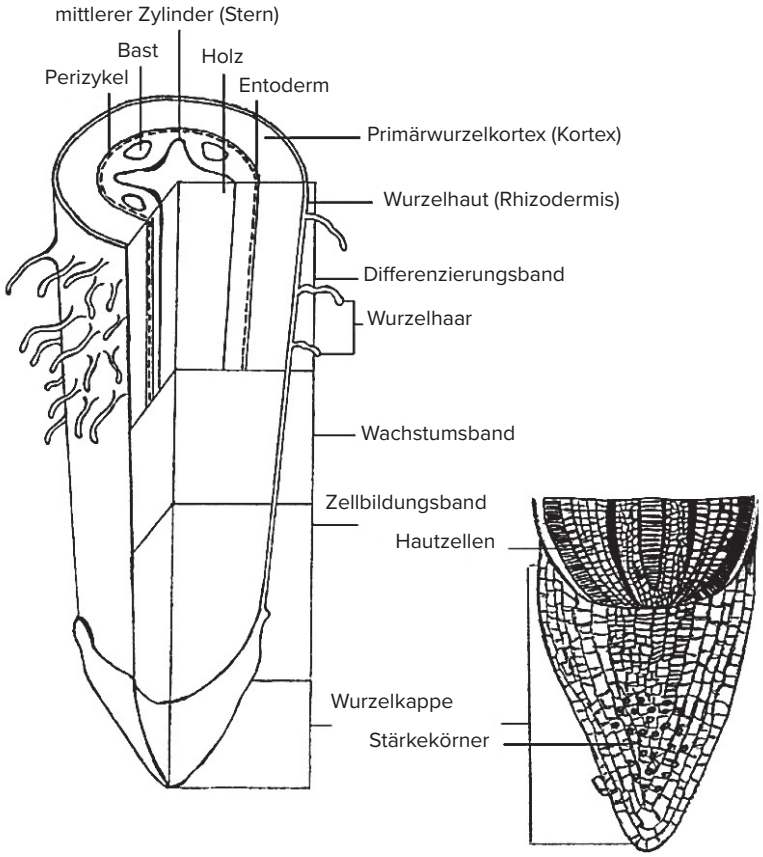


Abbildung 92: Wurzel

(Quelle: https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy_roots.jpg)

Wir kennen **drei Arten von Wurzeln** – die **Hauptwurzel** (kann in einigen Pflanzen bis zu 1 – 2 m lang werden, bildet die Basis des gesamten Wurzelsystems), **seitliche Wurzeln** (treten nur an Primärwurzeln auf, sorgen für Wasser, Sauerstoff, Luftfeuchtigkeit) und die **Nebenwurzeln** (die auf Stielen oder davon abgeleiteten Organen auftreten).

Zusätzlich unterscheiden wir **zwei Arten von Wurzelsystemen**, nämlich das **primäre** (Abbildung 93, Alorysis) – dominiert die Hauptwurzel, die sich auf zahlreiche seitliche Wurzeln (Gymnospermen und Angiospermen – dikotyle Pflanzen) und das **adventive** Wurzelsystem (Abbildung 93, Homorysia) – bestehend aus der Primärwurzel und den Nebenwurzeln, die dominieren (Monokotyle Pflanzen).

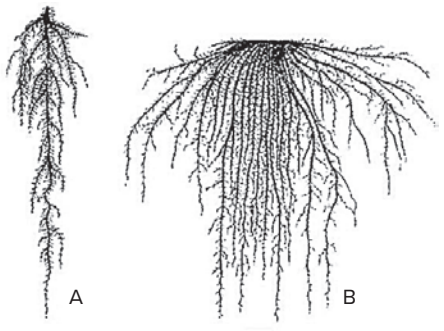


Abbildung 93: Primäres und adventives Wurzelsystem
(Quelle: http://www.oskole.sk/?id_cat=55&clanok=2684)

Entsprechend der Form der dicker gewordenen Wurzel unterscheiden wir **fadenartige Wurzeln** (einjährige Pflanzen, Abb. 1 und 2), **spindelförmig Wurzeln** (z. B. Dahlien, Abb. 3), **zylindrische Wurzeln** (z. B. Meerrettich, Abb. 4), **Rüben** (z. B. Rübe, Abb. 5), **Bündelwurzeln** (z. B. Süßgräser, Abb. 6), **zwiebelartig Wurzeln** (z. B. Knabenkräuter, Abb. 7), **mehrköpfige Wurzeln** (Abb. 8, a – Hauptwurzel, b – seitliche Wurzel).

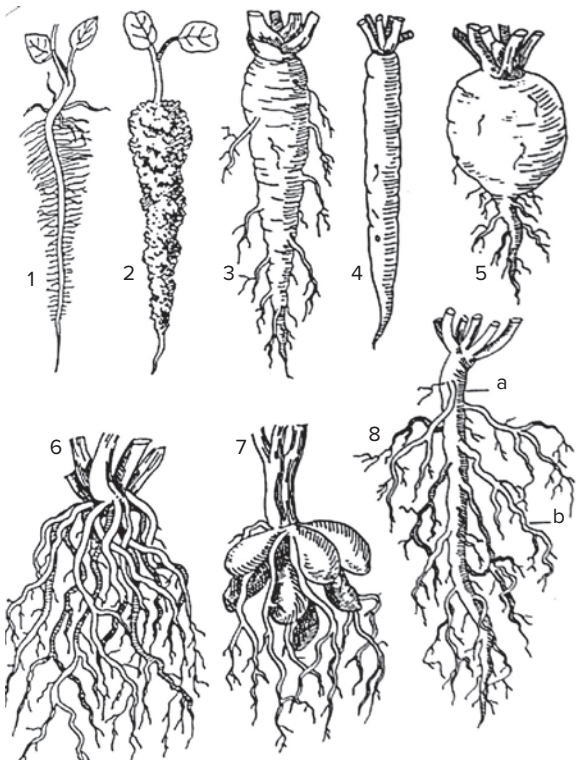
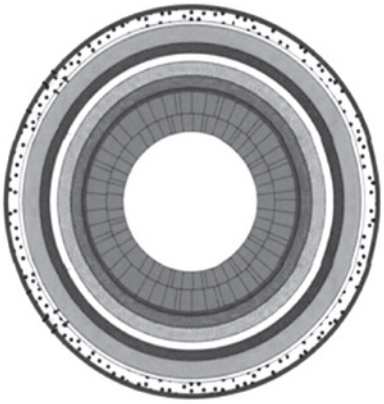


Abbildung 94: Wurzeltypen
[Quelle: Velgosová, Velgosa, 1988 (In Sekerka, Múdry, 2005)]

- **Stiel** – im radialen Schnitt des Stiels unterscheiden wir die Haut (die die gesamte Oberfläche des Stiels bedeckt), die Hauptkruste (zwischen der Haut und dem mittleren Zylinder) und den mittleren Zylinder mit Gefäßbündeln.



Obrázek 95: Radial geschnittener Stiel
(zdroj: http://www.oskole.sk/?id_cat=7&clanok=5040)

Nach dem Abbruch sind die Stiele bekanntermaßen **strohförmig** (Abbildung a, der Hauptstiel ist gerade und am längsten, die seitlichen Stiele sind kürzer), **vermikular** (Abbildung b, der Hauptstiel stoppt das Wachstum und die Tochter wächst), **sympodial** (Abb. und ihre Tochter drückt sie nach unten und blickt auf die Wachstumsrichtung als Hauptstamm (z. B. die Reben), **gegabelt** (Abbildung c, die den Stamm in eine Gabel zwingt):

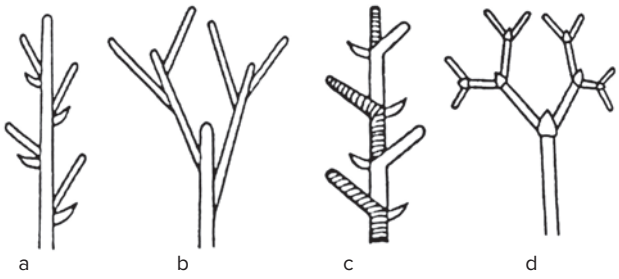


Abbildung 96: Arten von Stielen
(Quelle: Velgosová, Velgosa, 1988 (In Sekerka, Múdry, 2005)

Aus der Sicht der Form des Stiels gemäß dem Querschnitt erkennen wir **zylindrische** Stiele (Abb a;, z. B. Korn), **komprimierte** (Abb. b, z. B. Rispengräser), **dreieckige** (Abb. c, z. B. Bärlauch), **viereckige** (Abb. d, z. B. Weiße Taubnessel) und **gerippte Stiele** (Abb. e, Acker-Schachtelhalm – Sommerhalm)

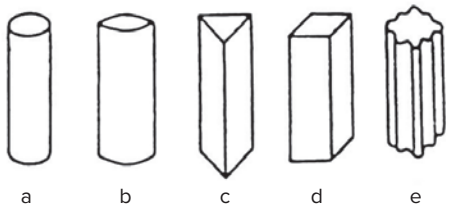


Abbildung 97: Formen der Stiele
(Quelle: In Sekerka, Múdry, 2005)

- **Blatt** – ein Organ mit begrenztem Wachstum, das eine photosynthetische, verdampfende und ernährungsphysiologische Funktion hat. Auf dem Blatt erkennen wir die Blattspreite (der Hauptteil des Blattes, bedeckt die innere Maschenfolie und leitet die Lichtstrahlen), den Stiel und die Vase. Wir erkennen Wangen und Reiben auf dem Blatt (Doppelblatt). Es gibt jedoch auch Blätter, die die gleiche Seite haben (z. B. Tulpen). Insbesondere die follikuläre Vene befindet sich auf dem Reibenblatt. Wir erkennen parallele Venen, angrenzende Wirbel, Perlen, Palmen und Laubvenen (Sekerka, Múdry, 2005).

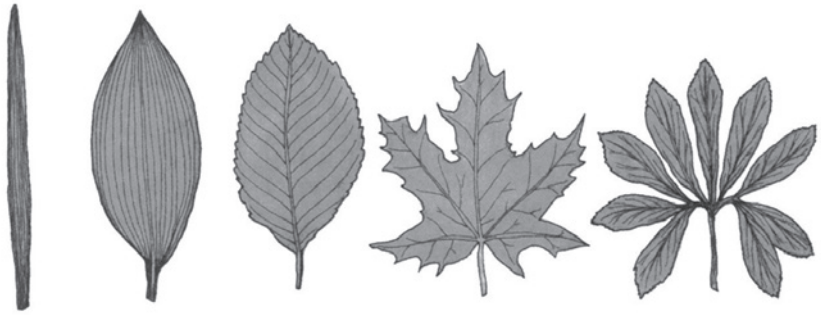


Abbildung 98: Venen der Blätter
(Quelle: http://www.oskole.sk/wap/index.php?id_cat=7&year=2&new=5039)

Wir teilen die Blätter nach den **Konturen der Klinge** ein, in:
A) Formen von nicht geteilten, einfachen Blättern (z. B. rund, elliptisch, eiförmig usw.)

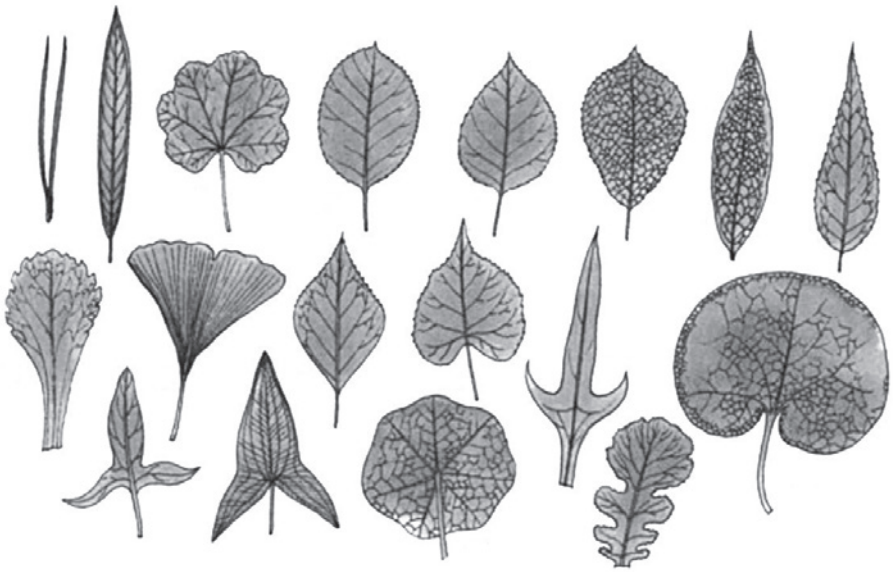


Abbildung 99: Formen von nicht geteilten, einfachen Blättern
(Quelle: http://www.ta3k.sk/bio/index.php?option=com_content&view= article&id= 96:list&catid=40:rastlinneorgany&Itemid=69)

B) Formen von geteilten, einfachen Blättern (z. B. gefiedert-gelappte usw.)

Abbildung 100: Formen von geteilten, einfachen Blätter
(Quelle: http://www.oskole.sk/pages/printpage.php?clanok=5039)

C) Formen von gefalteten Blättern (z. B. ungerade gefriedert-zusammengesetzt usw.)

Abbildung 101: Formen von gefalteten Blättern
(Quelle: http://www.oskole.sk/pages/printpage.php?clanok=5039)

Auch die **Stellung der Blätter an den Stielen** ist unterschiedlich. Es kann eine Wechselposition, Gegenüberposition, Kreuz-Gegenüberposition und wirtelförmige Position sein.

Abbildung 102: Position der Blätter auf den Stielen
(Quelle: http://www.oskole.sk/pages/printpage.php?clanok=5039)

- Blüte – ein abgeschnittener Trieb mit begrenztem Wachstum, der an der sexuellen Fortpflanzung von Pflanzen beteiligt ist. Die Blüte besteht aus einem Blütenboden (erweiterter Teil des Hauptstamms oder Seitenstiels) und verschiedenen Schichten von Blättern. Sie haben die gleiche Farbe (Tulpe, Narzissen) oder unterscheiden sich – Kelch – grüne Blätter und Krone – bunte Blätter), Stäbchen (männlicher Teil der Blume, bestehend aus Garn, Kieselsteinen und Pollenkörnern) und Blütennarbe (weiblicher Teil der Blume, worauf wir den Hoden, Griffel und die Narbe unterscheiden).

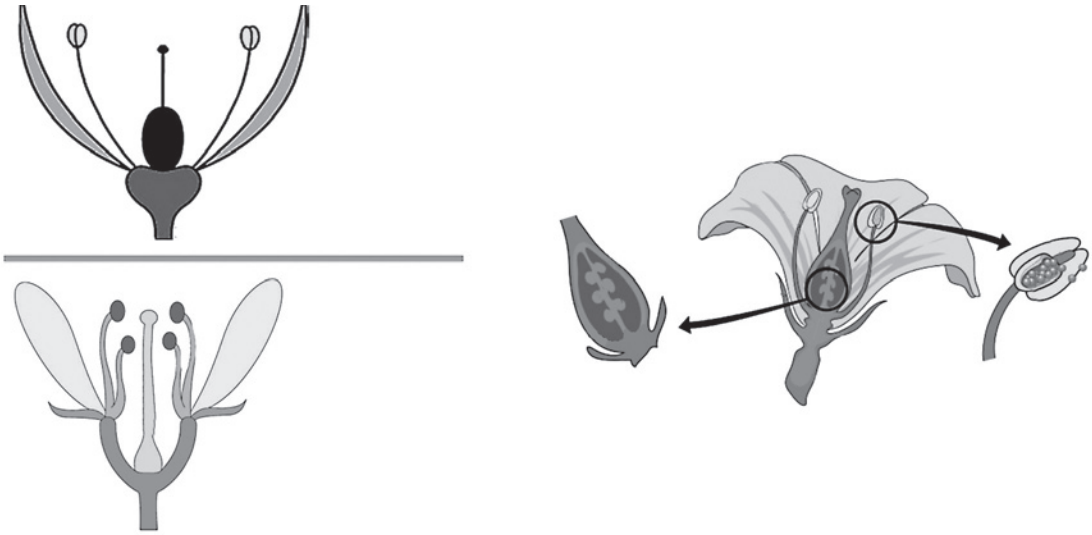
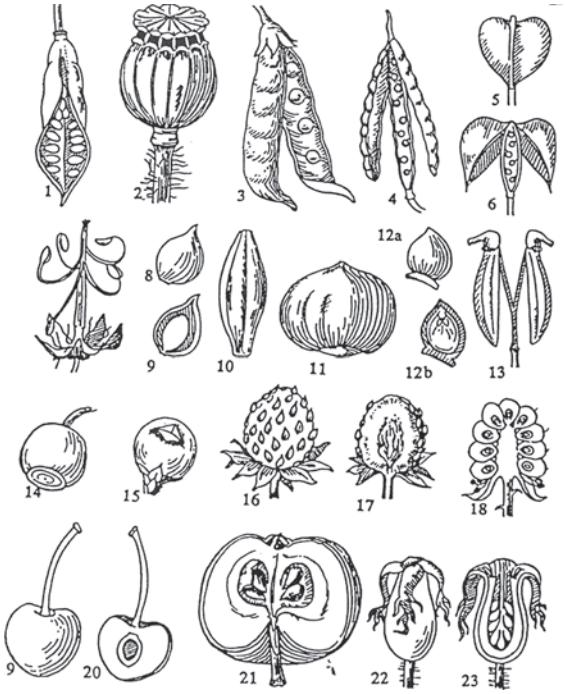


Abbildung 103: Zusammensetzung der Blume
(*zdroj: http://www.e-ucebnice.sk/e-ucebnice/biologia6naWelp/kvet.html*)

- **Fötus** – stammt von einem Hoden oder ganzen Blütennarbe. Seine Funktion besteht darin, die Eier zu schützen und einzuwickeln und sie gleichzeitig zu ernähren. Der Fötus wird in *Nassfrüchte* (Beeren – Blaubeere, Steinfrucht – Pflaume, Apfelfrucht – Apfelbaum), *trockene Streufrüchte* (Balgfrucht – Pfingstrosen, Hülse – Ackerbohne, Schote – Kreuzblütler, Schötchen – Meerrettich, Kapselfrucht – Primeln) und *trockene Schließfrüchte* (Nuss – Gemeine Hasel, Trockenfrucht – Butterblume, Korn – Getreide), *Zerfallfrüchte* (Doldenfrucht – Karotte, Spaltfrucht – Taubnesseln, Afterstrich – Acker-Rettich) und Samen (Nadel – Nadelholz, Samen-Steinfrucht Ginko) unterteilt.



1 – Balgfrucht, 2 – Kapselfrucht, 3 – Hülse, 4 – Schote, 5 – Schötchen, 6 – zerborstenes Schötchen, 7 – Schnabel-Fötus, 8 – Trockenfrucht, 9 – Querschnitt der Trockenfrucht, 10 – Korn, 11 – Nuss, 12a – Spaltfrucht, 12b – Querschnitt der Spaltfrucht, 13 – Doldenfrucht, 14 – Beerenfrucht, 15 – Wacholderbeere, 16 – Erdbeere, 17 – Querschnitt der Erdbeere, 18 – Querschnitt der Himbeeren, 19 – Steinfrucht, 20 – Querschnitt der Steinfrucht, 21 – Querschnitt der Apfelfrucht, 22 – Hagebutte, 23 – Querschnitt der Hagebutte

Abbildung 104: Fruchtunterteilung
(Quelle: Velgosová, Velgosa, 1988; In Sekerka a Múdry 2005)

Übergang von der vegetativen Phase zur Vermehrung – Blüte

Dies ist der Übergang in die Blütephase, die mit der Differenzierung der Gründung der Blütenorgel beginnt (Sekerka, Múdry, 2005). Um mit der Blüte zu beginnen, benötigt die Pflanze einige äußere Bedingungen wie Temperatur und Licht. Einige Pflanzenarten (z. B. Getreide) erfordern eine sogenannte Winterkälte (Temperaturen über Null bis +15 °C).

Für den Beginn der Blüte ist auch die Länge des Tages und die Länge der Tageslichtbeleuchtung wichtig. Dementsprechend können wir die Pflanzen unterteilen in:

A) **Pflanzen eines langen Tages** – blühen im Sommer, wenn die Tage lang sind, Getreide, Karotten, Spinat usw., untere Grenze 10 – 14 Stunden.

B) **Pflanzen eines kurzen Tages** – blühen im Frühling oder im Herbst, wenn die Tage kurz sind, z. B. Sonnenblume, Chrysantheme, Ölbohne usw., obere Grenze 10 – 14 Stunden.

C) **Neutrale Pflanzen** – blühen unabhängig von der Beleuchtungslänge, z. B. Mais, Muskatnuss.

2.4 Wasseraufnahme bei Pflanzen

Der Wassergehalt in der Zelle liegt zwischen 60 und 90% (Algen zwischen 96 und 98%, Flechten zwischen 5 und 7%). Wasser kann im Pflanzenkörper gespeichert werden, **was für die Pflanze im Hinblick auf ihre Beständigkeit gegen Dürre und niedrige Temperaturen wichtig ist**. Dieses Wasser verdampft langsamer und gefriert auch langsamer als das freie Wasser. **Freies Wasser** (Speicherwasser) **befindet sich in Vakuolen und in Zellenbereichen**.

Wassersystem

Der Prozess der Wasseraufnahme bei Pflanzen besteht aus **drei Teilen**:

1. **Wasseraufnahme** – Unterpflanzen (z. B. Algen) und Wasserpflanzen (untergetauchte) nehmen Wasser über die gesamte Oberfläche auf. Höhere Pflanzen nehmen Wasser über das Wurzelsystem auf. Die Aufnahme von Wasser durch Blätter ist unerheblich. Die Wasseraufnahme wird zum Beispiel von der Bodentemperatur (z. B. thermophile Pflanzen stoppen die Wasseraufnahme bei 10 °C), Atmungsaktivität (Verhältnis von Sauerstoff zu Kohlendioxid, optimaler Sauerstoffgehalt im Boden 10-12%), dem Wassergehalt im Boden und der Konzentration der Bodenlösung beeinflusst.
2. **Wassertransport zum Pflanzenkörper** – der Wurzelaufzug hat nachmittags und abends den höchsten Wert. Für den Wassertransport über lange Distanzen findet man in Pflanzen Gefäße.
3. **Wasserabgabe** – Das meiste Wasser wird als Wasserdampf und Flüssigkeit durch die Blätter (in geringerem Maße die gesamte Oberfläche der Pflanze) abgegeben. Die Abgabe von Wasser durch Wasserdampf wird als Transpiration und durch Flüssigkeit als Darmbildung (Wassertropfen) bezeichnet.

2.5 Die Umwandlung von Energie im Organismus

Lebende Organismen benötigen **ständig die Energie, die sie durch die Verdauung von organischem Material erhalten**. Der Erwerb von Energie kann nicht als Produktion betrachtet werden, sondern als Umwandlung in die Form, die der Organismus verwenden kann. **Nach dem ersten thermodynamischen Gesetz kann Energie nicht verloren gehen oder erzeugt werden, sie kann nicht entstehen oder aussterben.** Möglich ist nur eine Umwandlung von einer Energieform in eine andere. Ein Teil der Energie kann somit als Wärme freigesetzt werden (kann die Arbeit nicht machen). Der verbleibende Teil der Energie kann die Arbeit im Organismus verrichten. **Die Energie von organischem Material wird in tierischen Zellen in ATP umgewandelt – Universal-Leistungssender.** Das

Tier (einschließlich des Menschen) erhält Energie durch den Abbau von Kohlenhydraten (60%), Fetten (etwa 25% und beim Kohlenhydratmangel auch mehr) und Proteinen (etwa 15%). Diese Energie wird während der katabolischen Prozesse oxidativer Prozesse freigesetzt. Fette können für kurze Zeit (aber nicht langfristig – wegen der Vitaminlöslichkeit) in der Nahrung fehlen.

2.6 Energiewert von Lebensmitteln

Der Wert von Lebensmitteln kann in zwei Untergruppen unterteilt werden, nämlich den **biologischen und energetischen Wert des Lebensmittels. Der energetische und biologische Wert bildet den sogenannten Nährwert**, d. h. der Anteil der Nahrung, um die Ernährungsbedürfnisse des menschlichen Organismus zu befriedigen. Z. B. Karotte hat einen hohen biologischen, aber niedrigen Energiewert. Im Gegenteil, der süße Lutscher hat einen hohen Energiewert, aber einen niedrigen biologischen Wert (sogenannte leere Energie).

Der Energiewert eines Lebensmittels ist die **Energiemenge, die durch die Verbrennung von Nährstoffen** (Eiweiße, Fette, Kohlenhydrate) **während der Verdauung freigesetzt wird**. Die Menge an Energie, die der Körper aus der Nahrung freisetzen kann, ist der physiologisch nützliche Energiewert. Es wird in Joule (J), Kilokalorie (kcal) umgerechnet – älter, aber in der Praxis noch verwendet:

1 cal = 4,18 J (Kcal multipliziert mit 4,2 und Sie haben einen Wert in kJ)

Beispiele: 8 000 kJ = 1 900 kcal
1 600 kJ = 380 kcal

Der Energieverbrauch wird normalerweise in kJ / 24 Stunden angegeben. Einzelne Organe und Gewebe unterscheiden sich in der Stoffwechselaktivität (hoch: Gehirn, Leber, arbeitender Muskel).

Kaloriengehalt

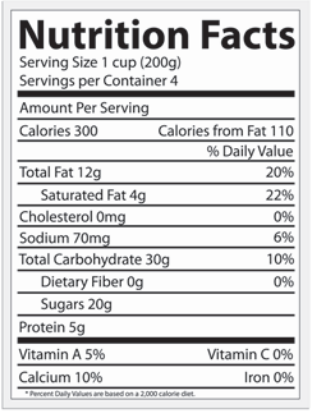
- Fett: 1 Gramm = 9 Kalorien
- Protein: 1 Gramm = 4 Kalorien
- Kohlenhydrate: 1 Gramm = 4 Kalorien

In der folgenden Tabelle ist der Energiewert ausgewählter Lebensmittel (100 g) in kJ:

Nahrungsmittelernährungstabelle Nährstoffgehalt				
100 g Lebensmittel	Protein/g	Fett/g	Kohlenhydrate/g	kJ
Fleisch und Fleischprodukte				
Rindfleisch	20,8	7,8	0	668
Schweinefleisch mageres	17,3	18,2	0	992
Kalbfleisch	21,8	3	0,5	508
Hähnchen	22,5	3,2	0	521
Gänse	16	33	0	1533
Karpfen	16	4,2	0	445
Fischfilet	16,5	0,4	0	311
Sardinen in Öl	21,2	27	0	1407
Presswurst helle	18	24,4	0	1243

Nahrungsmittelernährungstabelle Nährstoffgehalt				
100 g Lebensmittel	Protein/g	Fett/g	Kohlenhydrate/g	kJ
Würste	14	27,7	1,2	1 319
Salami-Schinken	16,3	13,6	0,1	806
Milch und Milchprodukte				
Halbfettmilch	3,2	2	4,4	202
Creme – 12% Fett	3,2	12	4,2	567
Schlagsahne – 33% Fett	2,4	33	2,7	1 306
Naturjoghurt	5,7	4,5	9,7	424
Kefir	3,3	3,6	1,7	218
Weicher Quark fettfrei	19,4	0,3	4,8	437
Weicher Quark	13,7	12	2,8	735
Schmelzkäse	19,6	11,4	0,8	785
Schmelzkäse cremig	15,9	18	1,2	970
Blauschimmelkäse	19,8	26,5	0,8	1 344
Camembert-Käse	20,2	20,2	1,6	1 134
Eidam-Käse	30,1	15	1,8	1 121
Emmentaler	26,8	27	2,2	360
Butter	0,5	81,1	0,3	3 011
Mayonnaise	2	80	3	3 058
Eier (100 g = 2 Stück)	13	11	0	655
Fette, Nüsse				
Salbe	0,3	99,3	0	3 756
Speck	2	85,3	0	3 259
Öl	0	98,2	0	3 650
Esskastanien	2,3	2,7	42,6	857
Mandeln	18,6	54,1	19,6	2 482
Walnüsse	15	64,4	15,6	2 726
Haselnüsse	14,4	65,9	11	2 692
Mohn	19,5	40,8	24,3	2 104
Kartoffeln, Gemüse, Pilze				
Kartoffeln gekocht	2	0,2	20,1	370
Kohl	3,3	0,6	7,8	193
Kohlrabi	2,1	0,2	6,2	139
Blumenkohl	2,4	0,2	4,9	118
Karotte	1,1	0,2	9,1	172

Der Nährwert des Lebensmittels muss gemäß Gesetz Nr. 152/1995 Slg. auf Lebensmitteln sichtbar auf der Verpackung von Lebensmitteln sein. Zusätzlich ist seit 2016 auf der Verpackung Folgendes anzugeben:



- Energiewert und Fettmenge,
- die Menge an gesättigten Fettsäuren,
- Kohlenhydraten,
- Zucker,
- Protein und
- Salz.

Abbildung 105: Nährwert von Lebensmitteln

Der biologische Wert von Lebensmitteln ist der Gehalt an Nährstoffen, Nährstofffaktoren und deren relativen Verhältnissen in Lebensmitteln, die die Erhaltung und Entwicklung aller physiologischen Funktionen im menschlichen Körper gewährleisten.

Makronährstoffe

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die Bedeutung von Makronährstoffen (Kohlenhydraten, Fetten, Proteinen) in der menschlichen Ernährung.

- **Proteine** = Polypeptide bestehend aus mehr als 100 Aminosäuren, die durch eine Peptidbindung verbunden sind – spezifisch räumlich angeordnet.

  Ihre tägliche Einnahme sollte für 24 Stunden 0,75 g pro kg Körpergewicht pro Person betragen. In der Kindheit, Schwangerschaft, Stillzeit, bei hoher körperlicher Aktivität und Genesung sollte ihre Aufnahme auf 2,5 g erhöht werden. Dank ihrer komplexen Konstruktion können sie eine Vielzahl von Aufgaben im Körper wahrnehmen, von der Gewebestruktur über den Nährstofftransport, die Immunabwehr bis hin zur Kodierung der genetischen Information. Wichtige Eiweißquellen sind Fleisch (insbesondere Rindfleisch), Eier, Milch und Milchprodukte, aber auch Soja.

- **Fette** – organische Verbindungen aus Glycerin und höheren Carbonsäuren (sogenannte Fettsäuren). Fette machen etwa 30% des Energiebedarfs des Körpers aus. Sie bilden den Grundbestandteil jeder Zellstruktur (einschließlich Nervenzellen). Sie sind auch eine bedeutende Energiereserve des Organismus. Ohne eine gewisse Menge an Fettreserven würden Frauen keinen geregelten Menstruationszyklus haben. Sie bieten auch einen mechanischen und thermischen Schutz für den Körper. Ihre Anwesenheit in Lebensmitteln ist auch aufgrund der Löslichkeit einiger Vitamine (A, D, E, K) wichtig.

  Die Quelle für mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind hauptsächlich Walnüsse, Sonnenblumen, Sesam, Leinsamen und Kürbiskerne sowie Seefische (Lachs, Thunfisch, Makrele).

- **Kohlenhydrate** – organische Verbindungen, die aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen. Die tägliche Einnahme von Kohlenhydraten sollte durchschnittlich 200 bis 500 g betragen. Insgesamt machen sie etwa 0,3 – 1% des menschlichen Körpergewichts aus. Der Energiebedarf beträgt bis zu 60%, wobei zuerst Kohlenhydrat-Energie verwendet wird. Man unterscheidet Monosaccharide (Glucose, Fructose und Galactose), Oligosaccharide (bestehend aus 2-10 Saccharideinheiten, z. B. Saccharose, Maltose, Lactose) und Polysaccharide (mehr als 10 Kohlenhydrateinheiten, z. B. Stärke). Kohlenhydrate werden im Überschuss vorrätig gehalten (z. B. in Form von Glykogen). Monosaccharide und Disaccharide sind einfache Kohlenhydrate, die als schnelle Energiequelle dienen (sie

können jedoch den Menschen lange nicht satt machen – sogenannte schnelle Kohlenhydrate). Wenn Nahrungsmitteln als zuckerhaltig bezeichnet werden, geht es hauptsächlich Glukose, Fruktose und Saccharose.

Vitamine

Vitamine sind organische Substanzen, die in minimalen Mengen für das Leben wichtig sind. Der tierische Organismus bildet sie nicht (oder nur unzureichend). Ihre Bedeutung im menschlichen Körper haben sie im Hinblick auf das Energiemanagement und den Gewebeaufbau. Wir kennen ungefähr 20 Vitamine, von denen 15 für den Menschen wichtig sind.

A) Fettlösliche Vitamine – A, D, E, K.

B) Wasserlösliche Vitamine – z. B. B1-Thiamin, B2-Riboflavin, H-Biotin, B12 usw.

Grundumsatz

Neben dem Energiestoffwechsel unterscheiden wir den **Grundumsatz**, unter dem wir **die geringste Menge an Energie** verstehen, **die zur Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen** (Atmung, Verdauung, Körpertemperaturkontrolle usw.) erforderlich ist. **Beim vollkommenen körperlichen und geistigen Ruhezustand, ohne Bewegung, im Schlaf.** Daraus ergibt sich, dass eine Person, auch in einem kompletten Ruhezustand (z. B. während des Schlafes), eine bestimmte Menge Energie benötigt, um Lebensfunktionen zu gewährleisten.

Grundumsatz und sein Niveau werden beeinflusst von Faktoren wie:

- Geschlecht – Männer haben ein höheres BM (+5 – 7%)
- Alter – nimmt mit Alter ab (Abnahme um etwa 2% in 10 Jahren), das Kind verbraucht zwischen dem 6. und 12. Lebensjahr 50% der Energie für den Basalstoffwechsel
- Körperoberfläche – der direkte Anteil der Körperoberfläche am Metabolismusniveau; auch verbunden mit Wärmeregulierung/Wärmeverlust
- Hormoneller Status – z.B. Stress – das Hormon Adrenalin erhöht den Stoffwechsel

Der Gesamtenergieverbrauch eines durchschnittlichen Erwachsenen während des Tages, einschließlich des Grundumsatzes, kann wie folgt dargestellt werden:

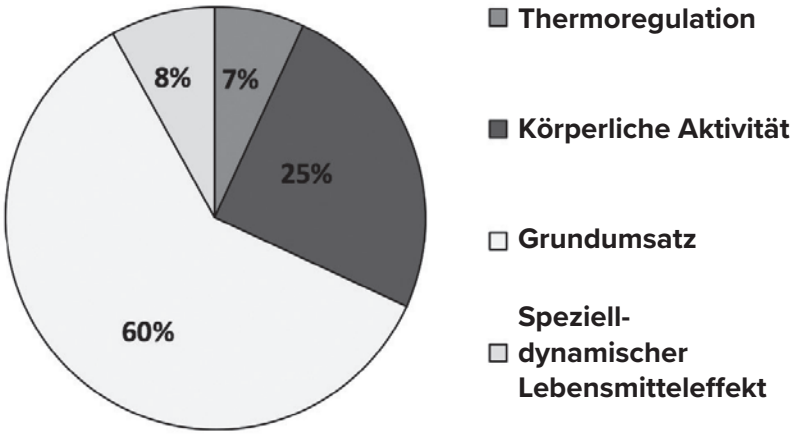


Abbildung 106: Verbrauch von Energie eines Erwachsenen während des Tages

Wie aus der Grafik ersichtlich, **wird während des Tages die meiste Energie vom Grundumsatz verbraucht**. Der zweithöchste Wert des Energieverbrauchs hängt mit der Bewegung zusammen, d. h. eine körperliche Aktivität, die zwischen 25 und 30% Energie verbraucht. Ein Teil der Energie (etwa 7%) wird verwendet, um die Wärmeregulierung zu „produzieren" (während der Wintersaison neigt man dazu, kalorienhaltige Nahrungsmittel zu sich zu nehmen oder deren Menge zu erhöhen). Ungefähr 8% ist die so genannte spezifisch-dynamische Wirkung von Lebensmitteln, d. h. die Energie, die für Prozesse wie Verdauung, Nährstoffaufnahme, deren Transport und Zellnutzung aufgewendet wird.

2.7 Atmung

Beim Erklären der Bedeutung der Energie für das Leben ist es auch wichtig, den Atemprozess zu thematisieren. **Energie in einer verwendbaren Form, die für den eigenen Stoffwechsel, die Bewegung, das Wachstum usw. notwendig ist, wird sowohl als autotropher als auch als heterotropher Organismus beim Atmen in Zellmitochondrien erhalten.** Hierbei handelt es sich um eine katabolische Reaktion, bei der Energie aus der aufgenommenen organischen Substanz in energiereiche Bindungen (z. B. ATP) umgewandelt wird.

Energie kann **auf zwei Arten** aus organischen Stoffen freigesetzt werden:

1. anaerob: erfordert nicht die Anwesenheit von Sauerstoff,
2. aerob: in Gegenwart von Sauerstoff.

Atmung von Pflanzen

Pflanzen wandeln Lichtenergie in die Energie chemischer Bindungen in organischen Verbindungen (z. B. Stärke oder Glukose) um. Wenn eine Pflanze Energie aus diesen Verbindungen gewinnen will, muss sie chemische Bindungen abbauen. Diese Freisetzung der angesammelten Energie findet nicht auf einmal statt, sondern erfolgt in aufeinanderfolgenden Reaktionsfolgen im Prozess der Dissimilation. **Das Atmen ist ein Komplex katabolischer Prozesse, durch die die Pflanze Energie aus organischen Verbindungen freisetzt.** Diese Energie wird für synthetische Prozesse, Nährstoffaufnahme, Wachstum usw. verbraucht. Bei der Energierückgewinnung aus organischen Verbindungen verwenden Pflanzen Sauerstoff, wobei das Endprodukt ATP, Kohlendioxid und Wasser ist:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + 2\,820\ kJ$$

Der Atmungsprozess erfordert die Anwesenheit von Sauerstoff, den die Pflanze über die Oberfläche aufnimmt.

Atmung von Tieren

Beim Atmen von Tieren werden Gase zwischen dem Organismus und der Umgebung ausgetauscht (Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabnahme). Aber warum ist das Atmen so wichtig? Sauerstoff ist ein wesentlicher Bestandteil biochemischer Prozesse, die grundlegende Lebensfunktionen bereitstellen. Bei der **Umwandlung (Oxidation) entsteht in den Zellen Kohlendioxid als Abfallprodukt**.

Der Atemverlauf bei Tieren variiert je nach Art und Entwicklungsgrad der Tiere. Sauerstoff kann entweder von der gesamten Körperoberfläche (Regenwurm) oder die Atmungsorgane (Luftröhren – Insekten, Lungenbeutel – Spinnen, Kiemen – Fischen, Lungen – Landwirbeltieren einschließlich Menschen) aufgenommen werden.

2.8 Beziehungen zwischen Organismen im Ökosystem – Nahrungskette (trophisch)

Das grundlegende Merkmal lebender Organismen ist (unter anderem) die ständige Umwandlung von Energie, Materie und Information, die in dem so genannten Ökosystem stattfindet (die grundlegende Funktionseinheit der lebenden Natur, die sich aus organischer und anorganischer Materie zusammensetzt). Jedes Ökosystem besteht aus drei Gruppen von Organismen:

1. **Produzenten** – insbesondere grüne Pflanzen, die Sonnenenergie aus Sonnenstrahlung in Energie von chemischen Bindungen organischer Verbindungen umwandeln – sind die Hauptproduzenten der organischen Substanz des Ökosystems.

2. **Konsumenten** – ein Teil der organischen Substanzen, die von grünen Pflanzen produziert wird, ist Nahrung für heterotrophe Organismen (Tiere). Ein Teil der Verbraucher stellt Lebensmittel für andere Konsumenten dar und diese für andere Konsumenten (höhere Stufe) = Nahrungskette. Nach der Stellung der Verbraucher in Nahrungsketten unterscheiden wir:

   2A) **Pflanzenfresser** (Herbivore) – Konsumenten erster Ordnung, die die Pflanzen fressen;

   2B) **Fleischfresser** (Karnivore) und Allesfresser (Omnivore) – Konsumenten höherer Ordnung. Zu den Fleischfressern zählen Tiere (Raubtiere). Allesfresser ernähren sich von pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln (z. B. Menschen).

3. **Destruenten** zerlegen die toten Körper von Pflanzen und Tieren in anorganische Substanzen. Wir schließen saprophytische Organismen (Pilze, Bakterien) ein, die den Kreislauf von Substanzen im Ökosystem schließen.

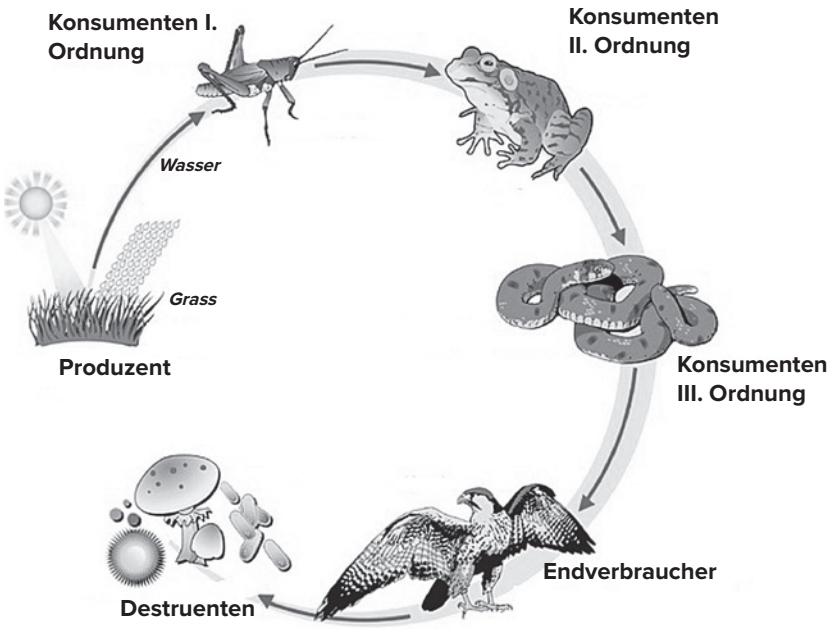


Abbildung 107: Nahrungskette
(Quelle: https://www.quora.com/What-is-the-proper-layout-of-a-food-chain)

Der Energiekreislauf im Ökosystem besteht aus der Aufnahme von Nährstoffen in anorganischer Form der Pflanzen (in Form von in Wasser gelösten Ionen) **und deren anschließender Speicherung in Biomasse.**

Durch die Nahrungskette gelangen die Elemente in den Boden – durch Leichen von Pflanzen und Tieren und deren Exkremente, wo Reduktionsmittel (Destruenten) in diesen Kreislauf gelangen. Ihre Aufgabe ist es, diese Rückstände bis zu den anorganischen Substanzen zu zersetzen, die die Pflanzen durch Wurzelsysteme erhalten. Bei dieser Zersetzung können auch einige Elemente in die Atmosphäre gelangen (z. B. Schwefel und Stickstoff).

Kompostierung

Bei der Kompostierung handelt es sich um einen **Prozess der Oxidation organischer Substanzen, der ihre Mineralisierung einschließt**, insbesondere unter Beteiligung von Bakterien, Saprophagen (ein heterotropher Organismus, der Energie aus toten Organismen erzeugt), Mikroorganismen und Pilzen.

Pilze recyceln seit rund 400 Millionen Jahren. Im Gegensatz zu Pilzbakterien bleiben sie auch im Winter metabolisch aktiv (zum Beispiel kann das Brot im Gefrierfach „verschimmeln"). **Im Kompost kann jeder Bioabfall verwendet werden.** Tierische Abfälle werden jedoch insbesondere beispielsweise aus hygienischen Gründen für die Kompostierung nicht empfohlen. **Die Feuchtigkeit und Umgebungstemperatur sowie der Luftzugang sind für die Kompostierung wichtig** (ein aerober Prozess). Die geeignete Luftfeuchtigkeit reicht von 45 bis 60%, nicht mehr, da der Kompost anfängt zu faulen. Bei niedriger Luftfeuchtigkeit verlangsamt sich der Prozess. Die optimale Temperatur liegt im Bereich von 40 bis 65 °C. Um Krankheitserreger zu zerstören, ist eine Temperatur von 50 °C erforderlich.

Kompost wird entweder in einem Container (Holz, Beton, Stein usw.) oder in sogenannten Haufen gelagert.

Zu den für die Kompostierung geeigneten Abfällen gehören Gartenabfälle (gemähtes Gras, heruntergefallene Früchte, fermentierte Blumen), Küchenreste (Pflanzenreste, Stecklinge usw.) und biologischer Abfall von Viehhaltung (Pflanzenfresser). Wir sollten sie aber nicht einfach in den Kompost werfen – es gilt das Prinzip, stickstoffhaltige Rohstoffe (weich, Zellstoff, grün – z. B. Stecklinge) mit Kohlenstoff (hart, fest, dunkel – z. B. trockene Blätter, Holzsägemehl) zu mischen. Das optimale Verhältnis liegt bei etwa 35: 1 (C: N), und es ist wichtig, die Rohstoffe zu mischen.

Bei der Kompostierung unterscheiden wir zwei Phasen:

A) Oxidationsphase (Verbrauch von O_2 und organischen Stoffen, Bildung von CO_2 und NH_3) – Bakterien und Pilze bauen einfache Kohlenhydrate, Aminosäuren und Proteine ab und erhöhen die Temperatur. Mikroorganismen bauen Lipide und komplexe Kohlenhydrate ab. Gleichzeitig werden Krankheitserreger zerstört und die Temperatur wieder gesenkt.

B) Reifungsphase: die Humifizierung findet statt -– es wird ein Produkt mit einem niedrigeren Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis hergestellt.

Arten der Nahrungskette

Unter dem Gesichtspunkt der Verwendung lebender oder toter organischer Materie erkennt man die Nahrungskette:

- **Weide-Beute**, die mit organischem Material beginnt, das von autotrophen Pflanzen erzeugt wird. Dies ist die Diät der Verbraucher erster Ordnung (z. B. pflanzenfressende Insekten). Die Verbraucher erster Ordnung sind auch das Essen der Verbraucher II. Ordnung und die von höheren Ordnungen.

Tiere, die sich nur von einer Futterart ernähren und keine andere Art von Futter aufnehmen können, werden als **Monophage** bezeichnet (Raupe der Seidenspinner wird beispielsweise nur mit Seidenbaumblättern gefüttert). Tiere, die **eine andere Art von Nahrung aufnehmen können**, werden als **Polyphage** bezeichnet.

Beziehungen zwischen Tieren

Beziehungen zwischen Tieren können sein:

- **gleichgültige Beziehungen**, Neutralität – Arten (Populationen – Individuen einer biologischen Art, die gleichzeitig einen bestimmten Standort teilen) sind unabhängig voneinander;
- **negative Beziehungen**, deren Intensität variieren kann:
  - **Wettbewerb** – Wettbewerb zwischen den Populationen um den Weltraum oder die Nahrungsquelle;
  - **Parasitismus** – ein Parasit (eine Population) lebt auf Kosten des Wirtes (andere Population). Ektoparasit lebt auf der Oberfläche des Körpers eines anderen Tieres und Endoparasit lebt im Körper eines anderen Tieres.
  - **Rauben** – eine Population ernährt sich von einer zweiten Population (Raubtier – Beute);
- **positive Beziehungen** – Populationen sind für beide Seiten von Vorteil:
  - **Kommensalismus** – freies Zusammenleben von Populationen, z. B. die großen Tiere und Geier, die sich von ihrer Beute ernähren;
  - **Mutualismus** – eine solidere Form des Zusammenlebens; z. B. Stickstoffbakterien bilden an den Wurzeln der Hülsenfrüchtler, Knollen, in denen sie leben. Bakterien versorgen Pflanzen mit einer verwertbaren Form von Stickstoff.
  - **Symbiose** – die solideste Form des Zusammenlebens, z. B. Flechten (Pilze + Alge oder Cyanobakteria).

2.9 Abhängigkeit von Organismen

Neben der Energieversorgung innerhalb der Nahrungskette manifestiert sich die Beziehung der Organismen auch im Koexistenzniveau. die gegenseitige Verwendung von Organismen nicht nur in Form von Nahrungsmitteln, sondern auch in ihrer Lebensweise. **Pflanzen und Tiere interagieren in der Umgebung miteinander. Sie interagieren auch mit der Umgebung selbst.**

Pflanzen

Pflanzen sind die Sauerstoffquelle (im Prozess der Photosynthese) und **die Energiequelle für Konsumenten erster Ordnung**. Außerdem bieten sie Tieren eine für sie geborgene Umgebung. Sie stellen auch Baumaterial für Schutzhütten (z. B. Vogelnester) bereit und bieten Schutz an heißen oder windigen Tagen. Pflanzenwurzeln stärken die Erdoberfläche und beugen der Bodenerosion vor. **Menschen nutzen Pflanzen zu unterschiedlichen Zwecken. In erster Linie** ist es vor allem ihre **Verwendung als Nahrungsquelle**. Außerdem stellen sie Material für die Herstellung von Bekleidungsstoffen und Schuhen bereit. Ihre weitere Verwendung erfolgt in Form von Brennstoffen – Holz, Kohle, Gase usw. **Pflanzen werden auch von Menschen zur Herstellung von Farbstoffen, Medikamenten und Kosmetika verwendet.**

Die Hauptquelle für Pflanzennahrung sind die Früchte von Obst und Gemüse, in denen Samen gefunden werden können. In diesem Fall gehört jedoch nicht alles Obst und Gemüse zu den Früchten. In einigen Fällen können es Wurzeln (z. B. Karotte, Petersilie, Meerrettich, Rote Beete), dickere Blätter (z. B. Zwiebel) – es ist ein verkürzter Stiel mit

Wacholderbasis der Blätter), Blumen (z. B. Broccoli), dicke Stiele (z. B. Kohlrabi), Knollen (z. B. Kartoffel), Blätter (Spinat).

Pflanzen vs. Tiere

Pflanzen brauchen Tiere, um Samen zu verbreiten. Die Samen können sich in der Frucht befinden (zum Beispiel in einem Stein). Die Frucht hat klare Farben, die Tiere wie Vögel und Säugetiere anziehen. Sie enthalten auch die notwendigen Nährstoffe. Nach dem Essen der Frucht säen sie die Samen aus, indem sie aus der Frucht geschält werden, das Fleisch gegessen und die Samen weggeworfen werden. Die Tiere fressen einige Früchte zusammen mit den Samen, die dann vom Mist verteilt werden. Einige Tiere (z. B. Eichhörnchen) machen Nahrung für den Winter. Jeder Samen, den die Tiere dabei verlieren, hat die Fähigkeit zu keimen. Einige Früchte und Samen haben spezielle Mechanismen (Borsten, Haken), die es ihnen ermöglichen, an den Haaren des Tieres zu haften und so zu neuen Orten transportiert zu werden. Andere Pflanzenhilfsmittel umfassen die **Bestäubung von Insektenblüten**, z. B. durch Bienen. Die Regenwürmer belüften den Boden, damit Pflanzenwurzeln besser Sauerstoff bekommen können.

3. METHODISCHE LEITLINIEN FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

3.1 Die Entwicklung von Ideen über die Art und Weise des Lebens von lebenden Organismen

Die folgenden Aufgaben zielen darauf ab, die Vorstellung zu entwickeln, wie Pflanzen, Tiere und Menschen leben. Durch diese Aufgaben erfahren die Schülerinnen und Schüler, dass jeder lebende Organismus Energie für seine eigene Existenz benötigt, die jeder auf eine bestimmte Weise erhält.

In primären Aufgaben lernen die Schülerinnen und Schüler, was eine Pflanze zum Wachstum braucht, wobei die Schülerinnen und Schüler zwischen Keimen und Wachstum unterscheiden. Anschließend konzentrieren sich die Aufgaben auf die Tiere und ihre Ernährung. In den Aufgaben über den Menschen lernen die Schülerinnen und Schüler den Energiewert von Lebensmitteln und die Art und Weise, wie diese aufgenommen werden, kennen.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Saatgut, Erde, Wasser, schwarzes Tuch, 3 dcl Plastikbecher, Tabletts, Plastiklöffel, Aufkleber für die Tassen (oder einen schwarzen, nicht entfernbaren Filzstift für das Schreiben auf den Becher)

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer kann mit der Aufgabe beginnen, indem sie/er erzählt, dass sie/er zu Hause eine Tomate pflanzen wollte, sodass sie/er jederzeit frische Tomaten zum Frühstück genießen kann. Aber als sie/er die Samen im Laden gekauft hat, um sie zu Hause anzupflanzen, wusste sie/er nicht, was sie/er brauchen würde und was alles zu tun ist. Dann bespricht sie/er mit den Schülern, was sie vorschlagen würden – die Schülerinnen

und Schüler schlagen das Verfahren, die notwendigen Werkzeuge und das notwendige Material vor, das ebenfalls aufgeschrieben wird. Die Lehrerin oder der Lehrer stellt ihnen Fragen: *Braucht der Samen für das Keimen Boden? Können wir ihn auch in eine andere Umgebung bringen? Zum Beispiel in den Sand? Oder in Baumwolle? Glaubt ihr, er braucht Licht? Oder wird er auch in der Dunkelheit keimen?* Auf diese Weise versucht sie/er, die Ideen der Schülerinnen und Schüler über die Keimung von Samen zu identifizieren. Sie/Er bewertet die Vorstellungen nicht und kommentiert sie nicht.

Sobald die Annahmen getroffen wurden, fordert die Lehrerin oder der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auf, darüber nachzudenken, wie sie ihre Annahmen überprüfen können. Wenn sie wissen wollen, welches Saatgut sie zum Keimen bringen müssen, müssen sie nur eine Variable manipulieren / variieren (z. B. die (Nicht-) Anwesenheit von Wasser, während andere Bedingungen wie Licht und Temperatur gleich sind – Aufgabe 1b). Wenn sie mehrere Variablen gleichzeitig ändern, können sie nicht beurteilen, was den Samen zum Keimen brachte.

Aus diesem Grund ist es notwendig, mehrere Becher und Sämlinge vorzubereiten. Das heißt, wenn sie sehen, dass der Samen Licht, Wärme, Wasser und Erde benötigt, schaffen sie einen Pflänzling, für den alle Bedingungen gewährleistet werden (Wärme – Raumtemperatur, Licht, Wasser – regelmäßiger Verguss, Boden). Dann erstellen sie eine andere – eine, die sie mit einer schwarzen Substanz überlappen (variable Lichtverhältnisse, andere Bedingungen ändern sich nicht) und die nicht begossen wird (variable Wassermengen – andere Bedingungen ändern sich nicht) usw. Da die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse nicht während der Stunde erhalten, empfehlen wir, die Behälter anhand der untersuchten Variablen zu kennzeichnen, damit sie sich nicht vermischen.

Bei der Prüfung der Annahmen überwacht die Lehrerin oder der Lehrer auch, ob die Schülerinnen und Schüler jeweils nur eine Variable ändern, während sich die anderen Bedingungen nicht ändern. Es wird empfohlen, mehr als einen Samen zu säen (der Samen kann alt oder beschädigt sein). Nach Abschluss der Überprüfung werden die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse bewerten und abschließen. Die Schülerinnen und Schüler werden feststellen, dass das Saatgut Wasser, Wärme und Luft (Licht ist nicht erforderlich) benötigt, um zu keimen. Die Untersuchung der Variablen Luft ist jedoch kompliziert, da es unmöglich ist, Bedingungen ohne Luft zu gewährleisten (selbst, wenn wir einen Samen in z. B. einer Tasche oder einem geschlossenen Behälter platzieren, bleibt die Luft noch drin). Aus diesem Grund kann die Lehrerin oder der Lehrer diese Informationen hinzufügen und mit den Schülern besprechen.

Die Lehrerin oder der Lehrer kann weiter nachfragen, sodass die Schülerinnen und Schüler herausfinden, ob es wichtig ist, welches Wasser wir verwenden – heiß, Raumtemperatur, Eis, Salz, süß, mit Essig gemischt usw. Sie können auch das Substrat wechseln, in dem das Saatgut angepflanzt wird – Sand, Kies, Stein, Baumwolle. Natürlich müssen die anderen Bedingungen sichergestellt werden, die für die Keimung des Samens wichtig sind. Das heißt, wenn das Substrat gewechselt wird, wird das Saatgut regelmäßig erhitzt und auf der gleichen Temperatur gehalten wie das Saatgut bei der ersten Aufgabe.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- verschiedene Samen (verschiedene Größen, Formen, Farben), Boden, Wasser, 3 dcl Plastikbecher, Plastiklöffel, Tablett, Klebepapier zum Markieren der Becher (oder schwarzer nicht entfernbarer Stift für die Markierung der Samen)

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe untersuchen die Schülerinnen und Schüler den Keimungsgrad in Abhängigkeit von der Samengröße. Die Lehrerin oder der Lehrer rekapituliert zusammen mit den Schülern die Ergebnisse der vorherigen Aufgabe und damit, was der Samen zum Keimen braucht.

Anschließend diskutieren die Schülerinnen und Schüler, ob sie der Meinung sind, dass die Samengröße die Keimungsrate beeinflussen kann. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Samen im Bild so zu organisieren, dass sie erkennen, welche als erste (Markierung Nr. 1) und als letzte (Nummer 5) ihrer Ansicht nach keimen werden. Wenn sie der Meinung sind, dass einige von ihnen gleichzeitig sprießen, werden sie sie mit der gleichen Zahl markiert. Vor der Erstellung der Annahmen ist es ratsam, den Schülern Samen zur Verfügung zu stellen, d. h. so können sie ihre Größe oder die Gestalt realistisch vergleichen. Die Lehrerin oder der Lehrer sollte auch Samen mit einer anderen Größe auswählen (z. B. Bohnen mit großem Samen, kleine Samen von Tomaten).

Sobald die Annahmen gemacht wurden, bespricht die Lehrerin oder der Lehrer sie mit den Schülern und fordert sie auf, sie zu begründen.

Sie überprüfen dann ihre Annahmen, indem sie die Lehren aus der vorherigen Aufgabe nutzen (um die an den besten geeigneten Bedingungen und Verfahren zu gewährleisten). Auch in diesem Fall müssen mehr Samen der gleichen Art (nicht nur einer) gepflanzt werden.

Die Lehrerin oder der Lehrer sollte auch die Überprüfungsmethode mit den Schülern besprechen, d. h. was bedeutet es, dass einige Samen früher gekeimt haben – z. B es ist genug, wenn die Wurzel im Samen erschien. In diesem Fall wäre es ratsam, wenn das Saatgut lose liegen gelassen würde, z. B. auf Wolle. Wenn das Saatgut auch im Boden enthalten ist, werden die ersten Keimblätter über dem Boden erscheinen.

Nach der Überprüfung der Annahmen bewertet der Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse, vergleichen sie mit ihren Annahmen und ziehen eine Schlussfolgerung.

Neben der Samengröße können die Schülerinnen und Schüler weiter untersuchen, wie und ob die Keimungsrate der Samen überhaupt ihre Form oder Farbe beeinflusst.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- jede Art von Pflanze (jede Gruppe sollte denselben Typ haben, z. B. Tomate), Buntstift (oder Kamera), Lineal

Arbeitsvorgang:

Diese Aufgabe konzentriert sich darauf, herauszufinden, was eine Pflanze zum Wachsen braucht. Die Schülerinnen und Schüler werden auch den Unterschied zwischen Keimung und Pflanzenwachstum verstehen, da dies zwei verschiedene Prozesse sind.

Die Lehrerin oder der Lehrer bespricht mit ihnen zuerst die Ergebnisse der vorherigen Aufgabe. Sie/er fragt dann, ob sie der Meinung sind, dass die Pflanze die gleichen Bedingungen auch für ihr Wachstum braucht.

Nach Erörterung der Voraussetzungen schreibt die Schülerin oder der Schüler seine / ihre Annahmen in das Arbeitsblatt und die Lehrerin/der Lehrer bittet um eine Begründung (eigene Erfahrung oder Wissen). In der Tabelle geben sie die Bedingungen an, die sie untersuchen werden, sowie ihre Annahme, ob die Pflanze unter den gegebenen Bedingungen weiterwächst oder nicht. Auch in dieser Aufgabe müssen sie immer nur eine Variable bearbeiten. Auf diese Weise führen die Schülerinnen und Schüler eine objektive Untersuchung der Realität durch. Jedes Paar / Gruppe kann eine andere Variable (Licht, Wasser, Wärme, Boden) ändern. Über der Tabelle und in der letzten Spalte der Tabelle wird die Höhe der Pflanze angegeben. Das heißt, die Pupillen messen die Höhe der Pflanze vor dem Einfluss (über der Tabelle) und nach dem Einfluss (in der letzten Spalte).

Am Ende können sie auch mit diesen Daten arbeiten, um zu beurteilen, welcher (und ob überhaupt) veränderte Zustand ein Pflanzenwachstum beeinflusst hat. Obwohl sich immer nur eine Variable ändert, sollten die Schülerinnen und Schüler in jeder Tabelle Folgendes beachten:

Pflanzenhöhe vor dem Einfluss:						
Pflanzenhöhe nach dem Einfluss:						
	Licht	**Wasser**	**Wärme**	**Erdboden**	**Annahme**	**Überprüfung**
1.	✓	×	×	×	×	
Zeichnung						

Tabelle 2: Vorschlag der Tabelle

Um die Wachstumsbedingungen zu überprüfen, können die Schülerinnen und Schüler Pflanzentriebe aus der vorherigen Aufgabe verwenden oder sie pflanzen neue Samen an. Es ist auch wichtig, vor der Überprüfung mit den Schülern zu klären, was es bedeutet, dass die Bedingungen für die Pflanze nicht geeignet sind. Wenn eine der Bedingungen nicht zutrifft, wird die Pflanze allmählich welker und beginnt schließlich, Blätter zu verlieren, die Farbe zu ändern und dergleichen. Es ist daher ratsam, die Pflanze zu fotografieren oder vor der Beeinflussung und nach Änderung der Bedingungen zu zeichnen. Es ist ratsam, die Pflanze für längere Zeit (z. B. 5-7 Tage) unter veränderten Bedingungen zu verlassen. Die Lehrerin/der Lehrer kann die Schülerinnen und Schüler auch auffordern, vorzuschlagen, wie sie das Pflanzenwachstum messen können – sie können universelle Messgeräte verwenden (z. B. ein Lineal) oder eigene Messgeräte erstellen (z. B. mit einem Spagat).

Am Ende bewertet die Schülerin/der Schüler zusammen mit der Lehrerin/dem Lehrer seine Ergebnisse und schließt das Gelernte d. h. die am besten geeigneten Bedingungen für das Pflanzenwachstum.

Die Lehrerin/der Lehrer kann die Aufgabe weiterführen, indem die Schülerinnen und Schüler prüfen, ob die für die betrachtete Pflanze am besten geeigneten Bedingungen für jede Pflanze gelten. Das heißt, ob jede Pflanze die gleichen Bedingungen benötigt oder nicht. Durch diese Aktivität finden die Schülerinnen und Schüler, dass Licht für das Pflanzenwachstum wichtig ist (im Gegensatz zur Keimung, bei der kein Licht benötigt wird). Im nächsten Abschnitt können die Schülerinnen und Schüler untersuchen, ob die Lichtfarbe das Pflanzenwachstum beeinflusst. Die Schülerinnen und Schüler erstellen einfache Gewächshäuser (z. B. Schachteln von Schuhen und farbigen Folien) und prüfen, ob die Lichtfarbe das Pflanzenwachstum beeinflusst.

Arbeitsauftrag 4a

Hilfsmittel:

- gewachsene Pflanze aus vorheriger Aufgabe (z. B. Tomate), Lineal, Buntstifte, Lupe

Arbeitsvorgang:

Sobald die Schülerinnen und Schüler gelernt haben, unter welchen Bedingungen Keimung und Pflanzenwachstum möglich sind, werden sie sich bei der nächsten Aktivität auf das Wachstum konzentrieren. Welche Veränderungen können an der Pflanze beobachtet werden, wenn sie auf ihren oberen Teilen (Stängeln, Blättern) und in verschiedenen Perioden (Blüte, Föten) wachsen. Zur Beobachtung können sie die Pflanzen verwenden, die die Schüler in der vorherigen Aufgabe angepflanzt haben.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Höhe der Pflanzen und eine Reihe anderer Merkmalen zu überwachen. Dies ist eine längerfristige Beobachtung, bei der die Schülerinnen und Schüler Informationen sammeln, analysieren und Schlussfolgerungen ziehen. Bevor die Beobachtung beginnt, führt die Lehrerin/der Lehrer mit den Schülern die Diskussion darüber, welche Veränderungen während des Wachstums der Pflanze auftreten. Die Schülerinnen und Schüler schreiben ihre Annahmen auf oder sie können sich mit Zeichnen eines Bildes helfen, wobei sie die Bezeichnung der Teile nicht vergessen dürfen. Die Lehrerin/der Lehrer bespricht die Funktion dieser Teile (Wurzel, Stiel, Blatt, Blume).

In der nächsten Periode beobachten die Schülerinnen und Schüler, wie die Pflanze wächst, und schreiben jeden Tag ihre Ergebnisse auf das Beobachtungsblatt (jeder Schüler hat sein eigenes Blatt). Jeder Gruppe sollte eine eigene Beobachtungspflanze zur Verfügung stehen (die entsprechenden Bedingungen für das Pflanzenwachstum wurden in der vorherigen Aufgabe geprüft).

Immer am vereinbarten Wochentag erfasst die Gruppe die Anzahl der Blätter und Pflanzknospen in den Beobachtungsblättern und misst deren Höhe (Stiele). Darüber hinaus ist die Aufmerksamkeit durch die Lehrer auch auf die Änderung der Blätter gerichtet – ihre Größe, Formänderung, Entfernung von anderen Blättern usw. Diese Änderungen werden auch von den Schülern erfasst. Bei Bedarf vervollständigt die Lehrerin/der Lehrer die Anzahl der Reihen auf dem Beobachtungsblatt.

Es ist ratsam, Änderungen an einer Pflanze aufzuzeichnen, wenn eine Schülerin/ein Schüler zu Beginn der Beobachtung eine (Skizzen-) Pflanze zeichnet. Die beobachteten Änderungen können dann direkt in ihrer Skizze aufgezeichnet werden, um das Wachstum der Pflanze besser aufzuzeichnen, oder sie zeichnen die Pflanze am Ende der Beobachtung und vergleichen sie mit der ersten Zeichnung (Skizze).

Am Ende der Beobachtung sollten die Schülerinnen und Schüler folgende Fragen beantworten:

- *Erzeugt die Pflanze immer neue Blätter?*
- *Wie verändern sich Blätter während des Pflanzenwachstums?*
- *Wie verändert sich der Stiel?*
- *Züchtet die Pflanze Blumen?*
- *Welcher Teil der Pflanze hat sich während des Wachstums am meisten verändert?*

Auf diese Weise lernen die Schülerinnen und Schüler, durch die Tabelle zu navigieren und Informationen aus den erfassten Daten zu lesen. Die Lehrerin/der Lehrer kann so weitermachen, dass die Schülerinnen und Schüler verschiedene Pflanzen und ihre Bestandteile miteinander vergleichen. *Haben alle Pflanzen die gleichen Stiele? Wie können sie geformt werden? Welche Blätter haben Pflanzen? Sind sie aus mehreren Teilen zusammengesetzt? Wie ist der Rand der Blätter – glatt oder gezackt?* Usw. Auf diese Weise können sie die Vielfalt der Pflanzenkörperstruktur erkunden.

Arbeitsauftrag 4b

Hilfsmittel:

- Lupe, Blume, sauberes Papier (z. B. Büropapier)

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer beginnt mit der Aktivität, indem er mit den Schülern über Blumen spricht – *was ist ihre Funktion? Warum werden Pflanzen geschaffen? Woraus bestehen sie? Wie ist ihre Konstruktion im Inneren?*

Anschließend gibt sie/er den Schülern die Lupe und ihre Aufgabe ist es, die Konstruktion der Blume zu untersuchen (die Blumen können von den Pflanzen im Innenhof gepflückt werden oder die Lehrerin/der Lehrer bereitet die Proben vor, die sie/er für passend hält). Sie untersuchen die Blumen nicht an den Pflanzen, sondern sie entfernen sie vorsichtig von der Pflanze und beobachten die Blume auf dem Tisch auf dem Büropapier. Die Schülerinnen und Schüler versuchen, eine Blume zu zeichnen, indem sie die einzelnen Teile mit Hilfe eines Lehrers benennen (Zierblättchen, Staubblätter, Zäpfchen).

Es ist angemessen, wenn die Lehrerin/der Lehrer den Schülern Blumen verschiedener Pflanzenarten anbietet. Anschließend können die Schülerinnen und Schüler Blumen aus mehreren Pflanzen vergleichen und die Punkte aufschreiben oder im Arbeitsblatt einzeichnen, in denen sie sich ähnlich sind und in denen sie sich unterscheiden. Die Lehrerin/der Lehrer veranschaulicht somit die Idee der Vielfalt des Blumenbaus. Nach der Beobachtung wird die Lehrerin/der Lehrer den Schülern erklären oder zeigen (im Internet oder in einer Enzyklopädie), wie eine Frucht aus der Blüte einer Pflanze entstehen wird. Für die Schülerinnen und Schüler ist es wichtig, die Funktion der Blume an der Pflanze sowie den Vorgang des Ursprungs der Frucht aus der Blume (Blume → Frucht) und die Tatsache, dass Samen in der Frucht vorhanden sind, zu erkennen.

Arbeitsauftrag 4c

Hilfsmittel:

- Muster einer Pflanze mit Wurzeln, Lupe, klares Papier (z. B. Büropapier), Plastiklöffel, 3 dcl-Plastikbecher, Lexikon (oder Internet)

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe erforschen die Schülerinnen und Schüler die Struktur der Wurzel. Die Lehrerin/der Lehrer führt zunächst eine Diskussion mit den Schülern über die Wurzeln und wie sie aussehen.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, zu untersuchen, wie die Wurzeln verschiedener Pflanzen aussehen. Auf dem Schulhof graben die Schülerinnen und Schüler zusammen mit der Lehrerin/dem Lehrer eine Vielzahl von Pflanzen zusammen mit der Wurzel aus (beim Graben sollten sie darauf achten, dass die Wurzeln nicht beschädigt werden) – am besten die Unkrautarten (Ackergras, Gras, Ackerwinde usw.) und sie schreiben auch den Ort auf, an dem sie die Pflanze ausgegraben haben. Neben den Pflanzen nehmen sie auch eine Probe des Bodens (bis zu 3 dcl des Bechers). Es ist ratsam, Pflanzen aus verschiedenen Standorten auszuwählen (wo sich sehr trockener Boden, fruchtbarer Boden, steiniger Boden usw. befindet).

Sie reinigen die Pflanzen und bringen sie in die Klasse mit, in der sie sich auf die Wurzeln konzentrieren. Jede Gruppe nimmt eine Pflanze, die sie benennen, unter Verwendung der Enzyklopädie (des großen Pflanzenbuches), möglicherweise mit Hilfe eines Lehrers. Sie werden den Namen auf das Arbeitsblatt schreiben. Die Wurzeln werden mit einer Lupe beobachtet. Sie zeichnen die Beobachtung. Die Lehrerin/der Lehrer stellt seinerseits Fragen an die Schülerinnen und Schüler, um sie auf die Details aufmerksam zu machen:

- *Wie sehen die Wurzeln aus?*
- *Sind sie gleichmäßig lang und dick?*
- *Könnt ihr bestimmen, welche die Hauptwurzel ist?*
- *Wie ist die Farbe?*
- *Befinden sich an den Wurzeln Wurzelhaare?*
- *Sind sie auf allen Wurzeln?*
- *Wenn ja, sind sie überall gleich?*
- *Wenn nicht, wo befinden sie sich und wo nicht?*

Im zweiten Teil der Tabelle beschreiben die Schülerinnen und Schüler den Boden, den sie von der Stelle mitgebracht haben, an der sich die beobachtete Pflanze befand. Die Lehrerin/der Lehrer macht die Schülerinnen und Schüler noch einmal durch Fragen auf Details aufmerksam und unterstützt so die Entwicklung der Beobachtungsfähigkeit: *Wie sah der Boden aus? Was war die Farbe? Gab es viele/wenige Wurzeln darin? War er trocken?*

Nach der Beobachtung der Wurzeln präsentiert jede Gruppe ihre Ergebnisse. Die Lehrerin/der Lehrer stellt ihnen ähnliche Fragen wie bei der Beobachtung. Die Wurzeln der beobachteten Pflanzen werden verglichen, wobei die Lehrerin/der Lehrer aufgrund der Zusammensetzung des Bodens auf das Aussehen und den Aufbau der Wurzel achtet. Am Ende der Aktivität werden sie ihre Forschung abschließen.

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- Bilder von Pflanzen (für die ganze Klasse), Obst und Gemüse (Äpfel, Trauben, Karotten, Paprika, Tomaten, Zwiebeln, Broccoli), Messer (oder die Lehrerin/der Lehrer bereitet frisch geschnittene Obst- und Gemüseproben), Plastikteller

Arbeitsvorgang:

Zu Beginn zeigt die Lehrerin/der Lehrer den Schülern verschiedene Bilder der Pflanzen, die er bespricht: Welche versorgen uns mit Essen? *Welche Pflanzenteile können konsumiert werden? Konsumieren Tiere andere Teile als Menschen?* Die Lehrerin/Der Lehrer lenkt die Diskussion auf die Früchte und darauf, dass die Früchte Samen enthalten.

In dieser Aktivität erforschen die Schüler, woher die Samen kommen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die verschiedenen Teile der Pflanzen, die der Mensch konsumiert, zu ermitteln und festzustellen, ob sie das Saatgut enthalten. Auf dieser Grundlage können die Schülerinnen und Schüler sagen, ob es sich um einen Fötus oder einen anderen Teil der Pflanze handelt.

Die Schülerinnen und Schüler schreiben zunächst ihre Annahmen auf das Arbeitsblatt auf. Sie bestimmen, ob sie Samen enthalten. Die Lehrerin/Der Lehrer diskutiert zuerst mit den Schülern über ihre Annahmen. Sie überprüfen dann die Annahmen, indem sie die einzelnen Früchte / Gemüse darauf prüfen, ob Samen darin sind (oder nicht). Wir empfehlen, echtes Gemüse und Obst zu nutzen. Das Ziel der Aktivität besteht nicht darin, zu ermitteln, ob es sich um Gemüse oder Obst handelt, sondern dass verschiedene Teile der Pflanze und nicht immer Früchte konsumiert werden. Bei Obst / Gemüse, das kein Saatgut enthält, identifizieren die Schülerinnen und Schüler jeweils mit der Lehrerin/dem Lehrer den Teil der Pflanze, der konsumiert wird (z. B. Broccoli = Blume, Karotte = Wurzel usw.). Schließlich identifizieren die Schülerinnen und Schüler die anderen Früchte / Gemüse – welchen Teil der Pflanze stellen sie dar – anhand eines Lexikons oder des Internets.

Arbeitsauftrag 6

In der sechsten Aufgabe erkunden die Schülerinnen und Schüler, was die kleinen Tiere fressen, die sie auf dem Schulhof finden können. Die Schülerinnen und Schüler können sich auf eine bestimmte Art in ihrer natürlichen Umgebung konzentrieren (z. B. Ameisen) oder Insekten in die Klasse bringen, die sie auf dem Schulhof fangen.

Arbeitsauftrag 6a

Hilfsmittel:

- Brotkrumen, tote Fliegen, Honig

Arbeitsvorgang:

Wenn sich Ameisen in der Nähe der Schule befinden, können die Schülerinnen und Schüler herausfinden, wie sich Ameisen von ihrem natürlichen Lebensraum ernähren. Die Lehrerin/Der Lehrer bespricht zunächst das Thema mit den Schülern im Unterricht und die Schülerinnen und Schüler schreiben ihre Annahmen auf. Die Schülerinnen und Schüler sollten mindestens drei Arten von Lebensmitteln vorschlagen, die für Ameisen attraktiv sind, und drei, für die sich die Ameisen nicht interessieren. Wenn die Schülerinnen und Schüler nicht wissen, was sie vorschlagen können, würde die Lehrerin/der Lehrer ihnen ihre/seine Vorschläge unterbreiten (z. B. größere Brotkrume, tote Fliegen, Honig). In diesem Fall erstellen die Schülerinnen und Schüler die Annahmen für die von der Lehrerin/dem Lehrer vorgelegten Essensvorschläge.

Bevor die vorgeschlagenen Lebensmittel überprüft werden, ist es ratsam, dass die Lehrerin/der Lehrer Beobachtungen von Ameisen in ihrer natürlichen Umgebung durchführt. Z. B. Sie können beobachten, was Ameisen in Ameisenhaufen bringen oder ob sie etwas raustragen. Außerdem können sie sich auf den Bau von Ameisenhaufen konzentrieren – was aus was besteht, was sie zum Bauen von Ameisenhaufen verwendet haben usw. Auf diese Weise könnte die Lehrerin/der Lehrer auch die Beziehung zwischen Tieren und Pflanzen (was verwenden die Ameisen aus Pflanzen, um Ameisenhaufen zu bauen)

erforschen, und die Schülerinnen und Schüler können auch unterscheiden, ob das was Ameisen in die Ameisenhaufen tragen zum Essen oder Bauen dienen wird.

Als erstes legen die Schülerinnen und Schüler fest, was die Ameisen in die Ameisenhaufen tragen. Dann legen sie in der Nähe des Ameisenhaufens (etwa 1,5 m außerhalb des „Gehwegs" der Ameisen) die Lebensmittel ein, die sie erkunden möchten. Einzelne Lebensmittelproben sollten etwa 20 bis 30 cm voneinander entfernt sein. Wenn die Lehrerin/der Lehrer zeitgebunden ist, können sie ihre Lebensmittelproben in der Nähe ihres Gehwegs platzieren. Die Schülerinnen und Schüler werden dann verfolgen, welche Probe der Nahrung sie als erste „aufnehmen". Welche wird für sie am attraktivsten sein. Sie werden ihre Ergebnisse aufschreiben und sie mit den Annahmen vergleichen. Die Proben sollten so groß sein, dass die Schülerinnen und Schüler sie noch sehen können im Ameisenhaufen. In wenigen Stunden können sie jedoch die Probe mit den meisten Ameisen darauf beobachten.

Im Unterricht vergleicht die Lehrerin/der Lehrer mit den Schülern ihre Annahmen mit den Befunden.

Sie/Er kann so weiterarbeiten, dass er die Schülerinnen und Schüler fragt, ob Ameisen ein interessantes Futter für ein anderes Tier sind. Wieder erstellen sie zunächst Annahmen, die sie mithilfe sekundärer Quellen überprüfen können. Einmal verifiziert, können sie basierend auf ihren Erkenntnissen eine Nahrungskette aufbauen.

Arbeitsauftrag 6b

Hilfsmittel:

- Einweckglas mit Deckel, weißes Segel (1 Stück reicht für die ganze Klasse) Insektennetze, durchscheinende Behälter, Lupen, sekundäre Quellen (Lexikon, Internet), verschiedene Arten von Ernährung

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer kann die Aktivität auf dem Schulhof beginnen: er fragt die Schülerinnen und Schüler, wo sie auf dem Schulhof die meisten Insekten finden würden und warum. Vorschläge der Schülerinnen und Schüler (wenn möglich) werden gemeinsam geprüft. Wenn sie an den vorgesehenen Stellen Insekten finden, versuchen sie diese mit Hilfe eines Lehrers in einem Einweckglas festzuhalten. Die Lehrerin/Der Lehrer sollte den Schülerinnen und Schüler vorher erklären, wie sie die Insekten manipulieren sollen, um sie nicht zu verletzen. Wenn das Finden und Festhalten von Insekten ein Problem darstellt, kann die Lehrerin/der Lehrer ein weißes Segel verwenden, das unter einem Baum oder Strauch platziert ist. Anschließend rüttelt sie/ er sanft den Strauch oder Baum und beobachtet mit den Schülern die Insekten, die auf dem Segel erscheinen. Gefallene Insekten werden kollektiv in Behältern gefangen, die zum Einfangen von Insekten vorbereitet wurden (z. B. Einweckglas mit Deckel). Neben dem Segel können auch Insektennetze verwendet werden, die die Lehrerin/der Lehrer kaufen kann, oder es kann von der Lehrerin/dem Lehrer selbst oder von Schülern mit einem alten Tennis- oder Badmintonschläger und einem feinen Tuch (am besten mit kleinen Augen geeignet, etwa 0,5-1 mm) hergestellt werden. Von dem Schläger entfernt man dann das Netz.

Die erbeuteten Insekten werden ins Klassenzimmer gebracht, wo sie gemeinsam identifiziert werden oder man konzentriert sich darauf, nur Insektenarten zu fangen, die sie sofort identifizieren können. In den Arbeitsblättern (linke Spalte) schreiben die Schülerinnen und Schüler den Namen des gefangenen Insekts. Wenn sie Insekten finden, die sie nicht kennen, kann die Lehrerin/der Lehrer ihnen durch eine Enzyklopädie (das Internet) helfen, sie zu

identifizieren. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass sie sich nur auf Insekten konzentrieren, die den Schülern bekannt sind (z. B. Marienkäfer, Ameisen, Grashüpfer, Gemeine Feuerwanze, Ameisen usw.). Die ideale Anzahl von Insekten, die es zu erkunden gilt, beträgt 5 – 6 Stück. Andere Insekten können in den Schulhof zurückgebracht werden.

Nach dem Markieren der Bilder des eingefangenen Insekts in den Arbeitsblättern fordert die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auf, ihre Annahmen darüber anzugeben, worauf die einzelnen Insektenarten leben. Nachdem die Lehrerin/der Lehrer die Annahmen der Schülerinnen und Schüler angehört hat, bittet er sie um eine Begründung, um die Schülerinnen und Schüler zum Nachdenken über das Problem anzuregen.

Darüber hinaus sollten die Schülerinnen und Schüler einen möglichen Weg vorschlagen, um ihre Annahmen zu überprüfen. Jedes eingesperrte Insekt sollte in einen eigenen Behälter gelegt werden (vorzugsweise transparent, damit die Schülerinnen und Schüler detailliert beobachten können). Wenn die Insekten bis zum nächsten Tag in einem gemeinsamen Becher verbleiben, kann es passieren, dass die einzelnen Arten sich angreifen oder aufessen. Wenn die Lehrerin/der Lehrer möchte, dass die Schülerinnen und Schüler dieses Phänomen erkunden (Insektenfutterkette), sollten Insekten länger beobachtet werden. Anschließend werden die vorgeschlagenen Lebensmitteltypen (jeweils einzeln) in Behältern abgelegt. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, zu überwachen, wie Insekten auf Lebensmittel reagieren, ob sie diese verbrauchen oder ob sie für sie gar nicht attraktiv sind. Es ist ratsam, dass die Schülerinnen und Schüler eine Lupe zur näheren Betrachtung zur Verfügung haben – die Lehrerin/der Lehrer stellt den Schülern folgende Fragen:

- *Woher wisst ihr, dass das Insekt die Nahrung verzehrt?*
- *Was macht es damit?*
- *Merkt ihr es sofort oder erst nach einer Weile?*

Dies lenkt die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler auf die untersuchten Details.

Nach der Überprüfung der Annahmen wiederholt die Lehrerin/der Lehrer, was der Zweck der Untersuchung war, d. h. was die Insekten ihrer Meinung nach fressen. Darüber hinaus kann die Lehrerin/der Lehrer auch nach der Art des Verbrauchs fragen. Die Schüler sollten auf der Grundlage ihrer Ergebnisse ihre Untersuchung abschließen. Neben den im Hof gefangenen Insekten können sie sich beispielsweise auf den Vergleich der Schmetterlingsentstehung in ihren einzelnen Stadien (Raupe, Schmetterling) konzentrieren. Die Schülerinnen und Schüler können den Unterschied zwischen der Nahrung der Raupen und Schmetterlingen vergleichen.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Arbeitsblätter

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe konzentrieren sich die Schülerinnen und Schüler darauf, zu untersuchen, woher eine Person die Energie nimmt. Ob sie Energie von der Sonne nimmt, wie die Pflanzen. Aufgrund der angemesseneren Bedingungen für die Überprüfung der Aufgabe empfehlen wir die Durchführung der Aktivität in den Frühjahrs- / Sommermonaten.

Zu Beginn verteilt die Lehrerin/der Lehrer die Arbeitsblätter mit einem Bild von *Concept Cartoons*© namens „Sonnen".

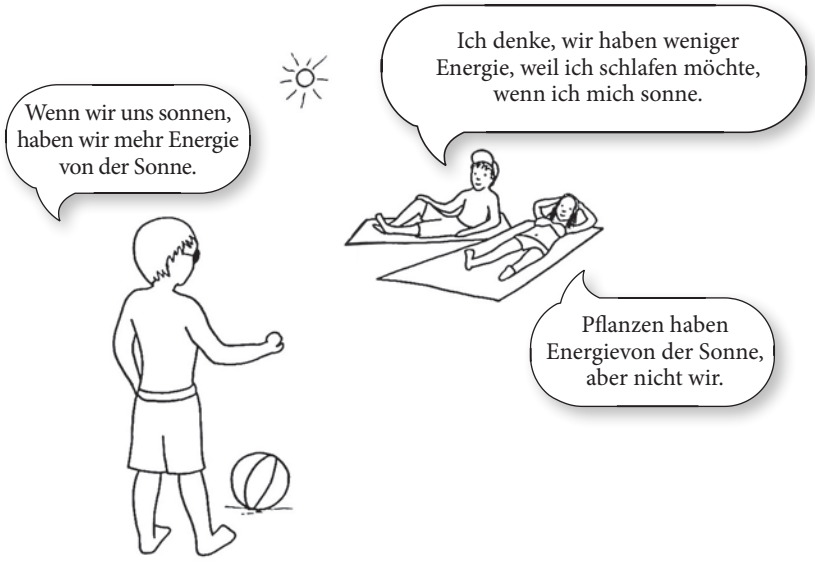


Abbildung 108: Sonnen

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, nachzudenken, mit welcher Aussage sie einverstanden sind und warum. Wenn sie mit der Aussage keines Charakters einverstanden sind, können sie ihre eigene erstellen. Die Lehrerin/Der Lehrer bespricht einzelne Aussagen mit den Schülern und fordert sie auf zu erklären, warum und womit sie der konkreten Aussage zustimmen:

- *Was haltet ihr von den Aussagen der Figuren im Bild?*
- *Stimmt ihr ihnen zu?*
- *Wenn ja / nein, warum?*
- *Was ist deiner Meinung nach richtig / falsch?*
- *Warum?*

Sie können ihre Annahmen markieren, indem Sie die Person im Bild markieren, mit der sie übereinstimmen.

Sobald die Annahmen getroffen sind, bittet die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, darüber nachzudenken, wie sie ihre Behauptungen überprüfen können. Die Lehrerin/Der Lehrer sollte zusammen mit seinen Schülern (falls möglich) Annahmen zur Überprüfung aufstellen.

Wenn wir ein Sonnenbad nehmen, kann die Sonnenenergie nicht wie bei Pflanzen verwendet werden. Die Sonne erhöht die Temperatur unserer Haut. Unser Körper reagiert darauf, indem er mehr schwitzt, um sich zu kühlen. Man braucht Energie aus der Nahrung. Die Situation kann durch den Aufenthalt in der direkten Sonne überprüft werden. Die Erhöhung der Hauttemperatur kann von den Schülern selbst wahrgenommen werden. Wenn sie länger in der Sonne bleiben, ist ein weiterer Effekt die Farbveränderung der Haut – Bräunung.

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- Verpackung von verschiedenen Lebensmitteln

Arbeitsvorgang:

Die Aktivität konzentriert sich darauf, was auf der Verpackung von Lebensmitteln zu finden ist. Zu Beginn des Unterrichts kann die Lehrerin/der Lehrer mit Schülern besprechen, ob sie bemerkt haben, dass einige Leute in den Geschäften Etiketten auf Lebensmittelverpackungen „studieren". Durch das Gespräch erfährt er, warum sie glauben, dass die Leute es tun, ob sie (oder ihre Eltern) die Lebensmittelverpackung lesen und was sie auf der Verpackung finden können. Anschließend teilt die Lehrerin/der Lehrer den Schülern in Gruppen verschiedene Produkte (die Packungen sind genug) aus und es wird deren Aufgabe sein, zu studieren, was auf ihnen zu sehen ist. Jeder Gruppe werden 2 bis 3 Produkte zum Vergleich bereitgestellt. *Was haben die Verpackungen gemeinsam? Worin unterscheiden sie sich? Was ist auf jeder Verpackung? Was weißt du von der Verpackung?*

Was die Schülerinnen und Schüler beobachten, wird in das Arbeitsblatt geschrieben. Die Lehrerin/Der Lehrer wird ihre Erkenntnisse mit ihnen besprechen. Die gleichen Kategorien, die wir für jedes Lebensmittel finden, umfassen Name, Gewicht, Zusammensetzung, Nährwertdaten, Herstellerinformationen usw. Sie unterscheiden sich in der Verpackung – in Material und Größe. Natürlich unterscheiden sie sich auch in der Zusammensetzung selbst, wobei die essentiellen Zutaten der Nahrungsmittel Proteine, Kohlenhydrate und Fette sind, die wir Makronährstoffe nennen. Wir können ganz einfach sagen, dass Proteine Baumaterialien sind, sie dienen zum „Body Building", Kohlenhydrate geben uns Energie, die für Bewegung und Denken wichtig ist. Die Rolle von Fetten ist sehr komplex – sie sind auch eine Energiequelle für den Körper (sie sind viel energiereicher als Kohlenhydrate), aber ihre Anwesenheit im Körper bewirkt und bedingt eine Reihe anderer Prozesse im Körper (z. B. einige Vitamine lösen sich in Fetten, Regeneration der Muskelfasern usw.)

Nachdem die Informationen auf der Verpackung identifiziert wurden, behält jede Gruppe ein Produkt und findet spezifische Informationen auf der Verpackung:

- Produktname
- Verpackungsgewicht
- Zusammensetzung
- Energiewert pro 100 g
- wie viel es an Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen enthält
- Vitamingehalt
- Salzgehalt

Am Ende vergleichen sie jeden Artikel. Die Lehrerin/Der Lehrer bespricht mit den Schülern, warum es wichtig ist, die Informationen zu kennen (z. B. um das Verbrauchsdatum, den Energiewert des Lebensmittels, die Zusammensetzung des Lebensmittels usw. zu bestimmen). Die Schülerinnen und Schüler lernen auch, sich bei der Zusammenstellung verschiedener Produkte zu orientieren.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- leere Packungen von verschiedenen Lebensmitteln und Getränken (siehe Arbeitsblatt)

Arbeitsvorgang:

Diese Aktivität zielt darauf ab, den Energiewert von Lebensmitteln zu überprüfen. Das Ziel ist nicht, den Schülern die einzelnen Nährstoffe zu erklären, sondern den Schülern bewusst zu machen, dass jedes Essen eine bestimmte Menge Energie liefert.

Zu Beginn fragt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, woher die Energie kommt. Die Lehrerin/Der Lehrer bespricht dann das Essen mit den Schülern und warum es für uns wichtig ist. Die Antworten der Schülerinnen und Schüler werden an die Tafel geschrieben. Anschließend zeigt die Lehrerin/der Lehrer Bilder von verschiedenen Lebensmitteln (Kekse, Käse, Haferflocken, Nüsse, Schokolade usw.). Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, darüber nachzudenken, welche Nahrung uns am meisten Energie geben wird. Sie werden ihre Annahmen in das Arbeitsblatt aufschreiben und diese dann gegenseitig besprechen. Nach der Diskussion fragt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler, wie sie herausfinden können, wie viel Energie wir mit einzelnen Lebensmitteln gewinnen. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Vorschläge in der Gruppe konsultieren und dann vorschlagen (schreiben / zeichnen), wie sie ihre Annahmen überprüfen können.

Die Schülerinnen und Schüler stellen ihre Vorschläge vor und setzen sie, wenn möglich um. Die Lehrerin/Der Lehrer sollte die Vorschläge der Schülerinnen und Schüler überwachen, um genau das zu finden, was sie suchen, und eine objektive Messung durchzuführen. Wenn die Schülerinnen und Schüler bei diesem Schritt Probleme haben, gibt die Lehrerin/der Lehrer ihnen die Produkte, die sie untersuchen (es reicht aus, ihnen leere Pakete zu geben) sollen. Sie/Er fordert sie auf, sich die Verpackung genau anzusehen und erneut zu versuchen, eine Möglichkeit zur Überprüfung ihrer Annahmen vorzuschlagen. Die Schülerin/Der Schüler wird auf die Tabelle auf der Verpackung aufmerksam gemacht, die Nährwertinformationen enthält. Die Lehrerin/Der Lehrer befragt die Schülerinnen und Schüler, warum diese Informationen auf der Verpackung angegeben sind.

Jede dieser Tabellen enthält Daten zur Makronährstoffverteilung und zum Vitamingehalt. In dieser Aktivität konzentrieren sie sich nur auf den Energiewert der Lebensmittel, der in kJ und kcal auf der Verpackung angegeben ist. Es liegt am Lehrer, auf welchen Wert sie sich konzentrieren (wir empfehlen kcal – kleinere numerische Werte). Sie/Er warnt die Schülerinnen und Schüler, dass dieser Wert 100 g Nahrung entspricht. Bevor der Energiewert dieser Lebensmittel getestet wird, ist es ratsam, dass die Schülerin/der Schüler 100 g jedes Lebensmittels abwiegt. Dieser Schritt ist wichtig, damit die Schülerinnen und Schüler erkennen, wie viel Gramm an Nahrung der angegebene Energiewert hat. Ziel der Aktivität ist es, die Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam zu machen, dass jede Mahlzeit die Energie liefert, die wir durch unsere Lebensmittelverpackung feststellen können.

Anschließend erfassen die Schülerinnen und Schüler die auf den Paketen dargestellte Energie in den einfachen Diagrammen im Arbeitsblatt. Auf dieser Grundlage organisieren sie die Nahrung nach der Menge an Energie, die sie uns geben, und vergleichen die Ergebnisse mit den Annahmen. Ebenso können sie auch mit Flüssigkeiten arbeiten. Die Schülerinnen und Schüler können erforschen, wie viel Energie das ungekühlte Mineralwasser, Eistee, Cola-Getränk, Saft usw. hat. Ziel ist es, den Schülern bewusst zu machen, dass sie auch Energie aus verschiedenen Getränken beziehen, nicht nur aus Nahrungsmitteln.

Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- Küchenwaagen, Tablett, Besteckmesser, verschiedene Lebensmittel (Getränke), Rechner

Arbeitsvorgang:

Diese Aktivität ist direkt mit der vorherigen verbunden. Ihr Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam zu machen, dass jeder Organismus nicht so viel Nahrung aufnehmen kann, wie er möchte.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, herauszufinden, wie viele dieser Lebensmittel am Tag verzehrt werden können. Die Lehrerin/Der Lehrer zeigt zunächst eine Tabelle mit der durchschnittlichen täglichen Energiezufuhr der Menschen nach Alter. Sie/Er bespricht dann, was passieren würde, wenn man mehr oder weniger Energie zu sich nimmt, als der Körper braucht. Die Diskussion weist darauf hin, dass wir mit weniger Einkommen nicht die Energie hätten und mit dem höheren Einkommen, zunehmen würden – der Körper speichert Energie.

	4 – 7 Jahren	7 – 10 Jahren	10 – 13 Jahren	13 – 15 Jahren	15 – 19 Jahren
Kcal	1.400 – 1.500	1.700 – 1.900	2.000 – 2.300	2.200 – 2.700	2.500 – 3.100

Er versorgt sie dann mit mehr Nahrungsmitteln (z. B. Äpfeln, Eiscreme, Kartoffeln, Käse, Keksen usw.), Küchenwaagen, Taschenrechnern und Kalorien-Tabellen. Die Energiewerte sind auf der Lebensmittelverpackung angegeben. Zum Beispiel die Werte für Gemüse und Obst werden vom Lehrer zur Verfügung gestellt oder zusammen im Internet gefunden.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die tägliche Energiezufuhr mithilfe von Nahrungsmitteln zu bilden. Das heißt, wenn ein 10-jähriges Kind etwa 1900 kcal pro Tag einnehmen soll, sollten die Schüler genauso viel Essen wiegen, um dieses Einkommen pro Tag zu decken. Zum Vergleich der Energiewerte müssen sie einige Lebensmittel – 100 g wiegen. Einige Produkte unter 100 g zeigen auch den Wert eines bestimmten Gewichts, z. B. 40 g Schokolade.

Dann berechnen sie zusammen mit der Lehrerin/dem Lehrer, wie viel Nahrung sie essen sollten, um die tägliche Energiezufuhr zu decken. Am Ende berechnen sie den Energiewert des Lebensmittels und vergleichen dies mit der empfohlenen Tagesdosis. Auf diese Weise sehen die Schülerinnen und Schüler, wie viel Nahrung wie viel (und welche Art von Nahrung) Energie liefert – sie stellen fest, dass einige Nahrungsmittel uns viel Energie bringen und umgekehrt.

In der nächsten Aktivität kann die Lehrerin/der Lehrer neben Essen auch Getränke anbieten. Ebenso würden die Schülerinnen und Schüler eine Mischung aus Nahrungsmitteln und Getränken zusammenstellen, die den gesamten Energiebedarf ihres Körpers für den Tag abdeckt.

Die Lehrerin/Der Lehrer sollte den Schülerinnen und Schüler erklären, dass sie, je mehr sie sich tagsüber bewegen, desto mehr Energie aufwenden müssen. Deswegen sollten sie mehr Energie zu sich nehmen als tagsüber, wenn sie den ganzen Tag sitzen würden.

3.2 Beziehungen zwischen Organismen

Die folgenden Aufgaben konzentrieren sich auf die Untersuchung der Beziehungen zwischen Organismen. Ziel ist es, den Schülern bewusst zu machen, dass Organismen nicht isoliert leben können, sondern voneinander abhängig sind und die Beziehung zwischen ihnen durch die Energie der Sonne bedingt ist.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Zeitschriften (oder vorbereitete Bilder), Schere, Kleber, Buntstifte, Zeichnung, sekundäre Quellen für die gesamte Klasse (z. B. Enzyklopädie, Internetverbindung)

Arbeitsvorgang:

In dieser Aktivität untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Beziehungen zwischen Tieren anhand ihrer Ernährungspräferenzen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, die Bilder (Gras, Schlange – Ringelnatter, Forsch – Grasfrosch, Eule – Waldkauz) in der schematischen Darstellung zu organisieren, die mit der Sonne beginnt (Aufgabe 1A). Dies schafft eine Nahrungskette. Zuvor diskutiert die Lehrerin/der Lehrer jedoch mit den Schülern über verschiedene Ernährungsbeziehungen in der Natur. Sie/Er erklärt dann, dass diese Zusammenhänge leicht anhand eines Schemas dargestellt werden können, wobei die Pfeile die Richtung der Nahrungskette zeigen. Nach dem Erstellen der Nahrungskette aus den Bildern fordert die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler auf, das Layout der Bilder im Diagramm zu erläutern.

Wenn die Schülerinnen und Schüler bereits mit der Darstellung der Nahrungskette anhand eines Schemas vertraut sind, versuchen sie in der nächsten Aufgabe, aus den in der Aufgabe B verfügbaren Bildern ein eigenes Design des Nahrungskettendiagramms zu erstellen. Die Lehrerin/Der Lehrer bittet die Schülerinnen und Schüler, so viele Bilder wie möglich in ihre Gestaltung zu integrieren.

Eine Änderung dieser Aktivität kann darin bestehen, dass die Lehrerin/der Lehrer den Schülern verschiedene Zeitschriften zur Verfügung stellt (oder der Lehrer bereitet die vorher ausgeschnittenen Bilder vor). Ihre Aufgabe besteht darin, alle Bilder auszuschneiden, die sie in ihr eigenes Design der Nahrungskette einfügen könnten. Bilder können auf eine Zeichnung geklebt werden und Pfeile (Essensbeziehungen) können von Hand gezeichnet werden.

Über das erstellte Schema diskutiert die Lehrerin/der Lehrer mit den Schülern und fordert sie auf, das Layout zu erläutern. Die Lehrerin/Der Lehrer erklärt den Schülern, dass die Tiere, die sich nur von Pflanzen ernähren, als Pflanzenfresser bezeichnet werden. Im Gegenteil, diejenigen, die sich von anderen Tieren ernähren, sind Fleischfresser, und diejenigen, die nicht zwischen ihnen unterscheiden, nennen wir die Allesfresser. Wenn einige Schülerinnen und Schüler sich über die Beziehungen nicht sicher sind, können einige Informationen in sekundären Quellen gefunden werden. Am Ende kann die Lehrerin/der

Lehrer den Schülern vorschlagen, dass sie ihre eigene Nahrungskette bilden, einschließlich einer Person (Aufgabe C). Die Schülerinnen und Schüler können das vorab angeordnete Schema verwenden oder ihr eigenes Layout-Design neu erstellen, in dem sie mehr / weniger Felder im Schema verwenden. Darüber hinaus identifizieren die Schülerinnen und Schüler den Verbraucher (Pflanzenfresser, Fleischfresser, Allesesser).

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Wasser, transparente Plastikschüsseln mit Deckel, Boden, Plastiklöffel, Tablett, Brot, Apfel, Orange, Käse, Münze, Löffel (Objekte können von der Lehrerin/dem Lehrer verändert werden)

Arbeitsvorgang:

Die zweite Aktivität konzentriert sich auf die Erforschung von Pilzen und Schimmelpilzen als Vertreter von Mikro-Zerbreche. Zu Beginn werden die Schülerinnen und Schüler gefragt, ob sie schon mal das Pausenbrot ein paar Tage länger in ihrer Tasche vergessen haben. Die Lehrerin/Der Lehrer führt die Diskussion zu den Schimmelpilzen. Durch das Gespräch erfährt sie/er, welche Erfahrungen die Schülerinnen und Schüler mit Lebensmittelschimmel gemacht haben. Ziel der Aktivität ist es, herauszufinden, wann Schimmelpilze entstehen und das die Schülerinnen und Schüler überall auf Schimmelpilze hinweisen, die bei schlecht gelagerten Lebensmitteln leicht vorkommen, und dass sie zu den Hauptzersetzern zählen.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler wird es sein zu erforschen, unter welchen Bedingungen Schimmelpilze entstehen und wachsen. Die Lehrerin/Der Lehrer bittet die Schülerinnen und Schüler zuerst zu überlegen, ob der Schimmelpilz auf allen Objekten entsteht. Er kann ihnen eine Tabelle in einem Arbeitsblatt präsentieren, in der bestimmte Artikel hervorgehoben sind. In der Tabelle zeigen sie, wo der Schimmelpilz auftauchen wird und wo nicht. Sie sollten dann vorschlagen, wie sie ihre Annahmen überprüfen können. Die Lehrerin/Der Lehrer fragt sie, ob sie die gleichen Bedingungen benötigen, wie zum Beispiel Pflanzen.

Ähnlich wie bei der Untersuchung der Samenkeimung oder des Pflanzenwachstums sorgt die Lehrerin/der Lehrer dafür, dass die Schülerinnen und Schüler immer nur eine Variable manipulieren: Licht, Wärme, Wasser, Boden.

Einzelne Gegenstände können in einen durchsichtigen Kunststoffbehälter gelegt werden, sodass jeder lose liegt und sich nicht berührt (etwa gleich große Lebensmittelstücke werden in die Behälter gegeben). Sie schließen den Behälter. Dann schaffen sie Bedingungen, die sie an Annahmen gesetzt haben (z. B. (nicht) das Vorhandensein von Licht). Die Schülerinnen und Schüler beobachten während einer Woche Gegenstände im Geschirr und berichten über ihre Ergebnisse. Darüber hinaus kann sich die Lehrerin/der Lehrer auf das konzentrieren, wo sich der Schimmelpilz überall gebildet hat. Am Ende kehren die Schülerinnen und Schüler zu ihren Annahmen zurück, die sie mit ihren Befunden vergleichen.

Die erzeugten Schimmelpilze können sie lange Zeit in geschlossenen Behältern aufbewahren und beobachten, was mit den Objekten geschieht. Die Lehrerin/Der Lehrer bespricht mit den Schülern, ob sie auch in der Natur zu finden sind und wenn ja, welche Rolle sie spielen. Die Diskussion richtet sich an Zersetzter, die organische Stoffe in anorganische Komponenten zerlegen. Die Lehrerin/Der Lehrer weist darauf hin, dass zu den bedeutenden Zersetzen Bakterien, Pilze (Schimmelpilzen) und einige kleine Tiere gehören.

In der nächsten Aufgabe können die Schülerinnen und Schüler zusammen mit der Lehrerin/ dem Lehrer auf dem Schulhof Kompost herstellen. Sie sollten biologisch abbaubaren Abfall verwenden, der ebenso wie Papier recycelt werden kann. Das Ergebnis des Recyclings ist die Bildung von Naturdünger. Die Schülerinnen und Schüler sollten jedoch darauf hingewiesen werden, dass nur pflanzlicher Abfall kompostiert werden kann. Sobald er erstellt wurde, können sie herausfinden, wie und ob der Kompost überhaupt den Pflanzenwachstum beeinflusst oder nicht (Hinzufügen eines Komposts zu einer Pflanze, nichts zur anderen).

Arbeitsauftrag 3

Die Aktivität konzentriert sich auf die Untersuchung der Beziehung zwischen Pflanze und Tier (einschließlich des Menschen). Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, nachzudenken, wie die Pflanzen Tiere nutzen und umgekehrt, und sie sollten sich auch auf andere Beziehungen als auf Nahrung konzentrieren.

Arbeitsauftrag 3a

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, Schreibwaren, Sekundärquellen für die gesamte Klasse (z. B. Enzyklopädie, Internet)

Arbeitsvorgang:

In dieser Aufgabe konzentrieren sich die Schülerinnen und Schüler darauf, wie Tiere Pflanzen verwenden. Zu Beginn der Aktivität führt die Lehrerin/der Lehrer mit den Schülern ein Gespräch, um die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Thema herauszufinden. Zu Beginn kann die Lehrerin/der Lehrer auch die Aktivität mit dem Ameisenhaufen nachfolgen, bei denen die Schülerinnen und Schüler die Präferenzen für Ameisen in der Ernährung untersuchten. Die Lehrerin/ Der Lehrer fragt, aus was die Ameisenhaufen gebaut wurden – *verwendeten die Ameisen Pflanzen oder Teile davon, um einen Ameisenhaufen zu bauen? Wenn ja welche? Gab es eine Dominanz unter den Pflanzen?* Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, eine konzeptuelle Karte zu erstellen, in der sie ergänzen werden, wie Tiere (und Menschen) Pflanzen für ihr eigenes Leben verwenden.

Anschließend bittet die Lehrerin/ der Lehrer die Schülerinnen und Schüler um zusätzliche Beispiele, wie Tiere Pflanzen verwenden. Die Schülerinnen und Schüler sollen möglichst viele Beispiele geben, wie sie verwendet werden, und sie sollten auch konkrete Beispiele geben (z. B. Nahrung für den Menschen → Früchte → Paprika, Baumaterial → Holz → Tisch, Stuhl usw.). Nachdem sie konzeptuelle Karten erstellt haben, vergleichen diese die Schülerinnen und Schüler: *Wer nutzt die Pflanzen mehr? Tiere oder Menschen? Könnten*

Tiere oder Menschen ohne Pflanzen leben? Wenn ja, womit würdet ihr sie ersetzen? Wenn nein, warum?

Die Schülerinnen und Schüler können verschiedene sekundäre Quellen verwenden, um konzeptionelle Karten zu erstellen und diese zu vergleichen. Darüber hinaus kann sich die Lehrerin/der Lehrer auf den Naturschutz konzentrieren – wie man den Einsatz der Pflanzen von Menschen zugunsten der Natur usw. ersetzen / einschränken kann.

Arbeitsauftrag 3b

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, Schreibwaren, Sekundärquellen für die gesamte Klasse (z. B. Enzyklopädie, Internet), Fotoapparat

Arbeitsvorgang:

Im zweiten Teil der Aufgabe konzentrieren sich die Schülerinnen und Schüler auf die entgegengesetzte Beziehung, d. h. ob überhaupt oder nicht, verwenden die Pflanzen die Tiere oder auch der Mensch.

Die Lehrerin/Der Lehrer bespricht das Thema zuerst mit den Schülern. Pflanzen verwenden Tiere hauptsächlich zum Verteilen von Samen oder als Bestäuber. Nach der Diskussion müssen die Schülerinnen und Schüler herausfinden, welche Insekten dabei helfen, Blumen zu bestäuben. Zu Beginn erklärt die Lehrerin/der Lehrer den Schülern, dass die Blume gesprengt werden muss, um aus der Blume eine Frucht herzustellen. Anschließend machen sie Beobachtungen im Schulhof. Ihre Aufgabe wird es sein, aufzuzeichnen, welche Insekten an der Blütenbestäubung beteiligt sind. In diesem Fall benötigen die Schülerinnen und Schüler einen Fotoapparat, um unbekannte Insekten zu identifizieren. Neben den Insekten werden sie auch die Pflanzen bemerken, deren Blüten die Insekten besucht haben. Die Schülerinnen und Schüler werden Insekten beobachten, die sich für Pflanzen interessieren. Die Schülerinnen und Schüler versuchen jeden Insektentyp aufzunehmen.

Nach der Aufnahme der auf Pflanzenblüten beobachteten einzelnen Insektenarten konzentriert sich die Klasse auf ihre Identifizierung. Anschließend suchen sie mithilfe der Enzyklopädie (oder des Internets) nach bestimmten Insekten und achten dabei auf ihren Körperbau.

Auf diese Weise finden die Schülerinnen und Schüler heraus, dass Blumen auch von andere Insekten außer Bienen bestäubt werden können, z B. Schmetterlinge, Fliegen, Käfer usw. Am Ende der Aktivität sollte jede Gruppe eine Schlussfolgerung erfassen.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- abhängig von der Zubereitung des Essens – zur Herstellung von Haferflocken und Mehl – Hafer, Mörser (oder Holzplatte und Hammer); Saft – Orangen, Handpresse, Glas, Brot – Mehl, Gärmittel, Wasser, Zucker, Butter – Creme, Einweckglas mit Deckel, Schüssel, Teller, Löffel, kaltes Wasser

Arbeitsvorgang:

Die dritte Aufgabe besteht darin, den technologischen Fortschritt der Lebensmittelproduktion zu klären. Die Lehrerin/Der Lehrer kann sich auf jedes Produkt konzentrieren. Z. B. im Zusammenhang mit der früheren Aufgabe, in der sich die Schülerinnen und Schüler der Verwendung von Pflanzen für Menschen widmeten, kann die Lehrerin/der Lehrer verschiedene Lebensmittelprodukte präsentieren. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht jeweils darin das Original, das Ausgangsmaterial, aus dem das Produkt hergestellt wird, zu identifizieren. Anschließend wählt jede Gruppe ein Produkt aus und versucht, den Produktionsprozess zu klären, d. h. wie die Schülerinnen und Schüler vorgehen würden, wenn sie ein solches Produkt in der Schule oder zu Hause herstellen wollten.

Jede Gruppe wird den Fortschritt der Arbeit, Werkzeuge, Material und das, was sie erwarten, festhalten. Die Lehrerin/Der Lehrer bespricht mit ihnen ihre Vorschläge und bittet andere Schülergruppen, das Verfahren zu kommentieren.

Wenn möglich, setzen sie die Vorschläge der Schülerinnen und Schüler um. Ansonsten kann die Lehrerin/der Lehrer eine Aktivität vorbereiten, z. B. zur Herstellung von Mehl oder Flocken aus Hafer. Die Lehrerin/Der Lehrer versorgt jede Gruppe mit einer Schale Hafer und fordert sie auf, ein Verfahren zur Herstellung von Haferflocken und Mehl vorzuschlagen. Sie/Er ermöglicht den Schülern, das Verfahren untereinander zu besprechen. In diesem Fall sollten die Schülerinnen und Schüler die genaue Arbeit und die Werkzeuge angeben, die sie benötigen. Anschließend stellt jede Gruppe ihre Vorschläge vor und setzt ihre Vorschläge um.

Die Herstellung von Haferflocken kann z.B. mit einem Mörser, einer Holzplatte, die als Basis dient und Haferkörnern durchgeführt werden. Anschließend versuchen die Schülerinnen und Schüler mit einem Mörser (oder Hammer) Haferflocken aus den Körnern zu erzeugen. Zusätzlich zu Hafer kann die Lehrerin/ der Lehrer auch andere Getreidekörner bereitstellen, um zu prüfen, ob aus anderen Getreide Flocken hergestellt werden können, die dann verglichen werden können – ihr Aussehen, ihr Geschmack usw.

Referenzen:

- EKPO, J.: *Does Seed Size Affect the Rate of Germination and Early Seedling Growth in Hairy Vetch?* 2004, verfügbar unter: https://dclu.langston.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1015&context=mccabe_theses
- HARLEN, W.: Working with big ideas of science education. *Trieste: The Science Education Programme* (SEP) of IAP, 2015
- KRIŽAN, J.: *Maturita z biológie.* Príroda. 2004, ISBN: 8007011455.
- SEKERKA, V., MÚDRY, P.: *Všeobecná botanika.* Bratislava: Veda, 2005

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 vereinigt 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.

Das Genom

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.**

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, **befindet sich im Zellkern**. Dort liegt er gut geschützt und getrennt vom restlichen Zellinhalt **codiert in Form des Biomoleküls Desoxyribonukleinsäure** (englisch: **d**eoxyribo**n**ucleic

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 verdrillten 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 Basentripletts 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 Basentripletts (Codone) in die Aminosäurenabfolge 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

Mitose

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.

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.

Meiose

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.

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.**

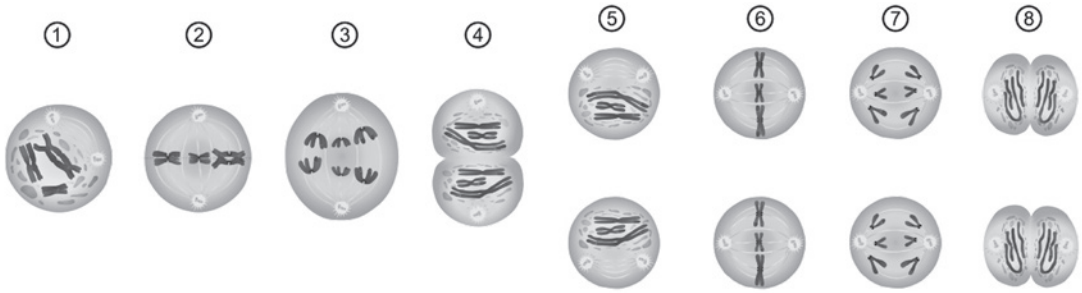


Abbildung 109: Die meiotische Zellteilung erfolgt in zwei Phasen. Rote Chromosomen stammen von einem Elternteil, blaue vom anderen Elternteil. Die Chromosomen werden bei der ersten Teilung (Bild 1-5) getrennt und zufällig auf die Tochterzellen verteilt. Dabei wird die Anzahl der Chromosomen pro Zelle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

Intermediärer Erbgang

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).

Dominant-Rezessiver 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).

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.

Die Vererbung von angewachsenen Ohrläppchen

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-

keit von 25% angewachsene Ohrläppchen. Ein Vergleich mit Bildern der Eltern sollte die generelle Erblichkeit 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 Erblichkeit 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).

Auslese

Mutationen sind aber nicht unbedingt nachteilig und führen zu Krankheit oder Tod. 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 anfingen, 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	Schwierig-keitsgrad	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

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	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 Zusammenhangs zwischen Merkmalsähnlichkeit und Abstammung
Arbeitsauftrag 7: Zungenrollen in der Familie 2	10 Minuten	einfach	6 – 10 Jahre	Arbeitsblatt	Systematische Erfassung Zusammenhangs 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."*

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 Zusammenhangs 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.

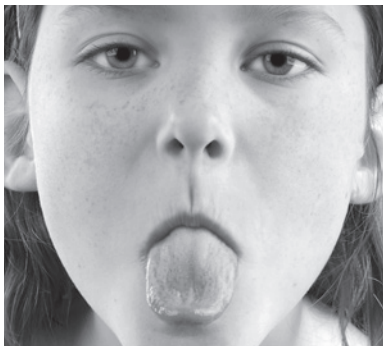
Arbeitsauftrag 5: Zungenrollen

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

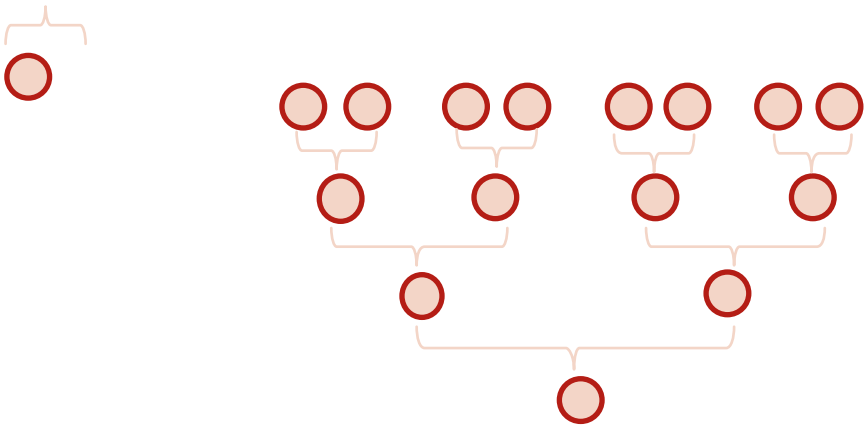


Abbildung 110: Das „Steh-Auf-Gen“

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.

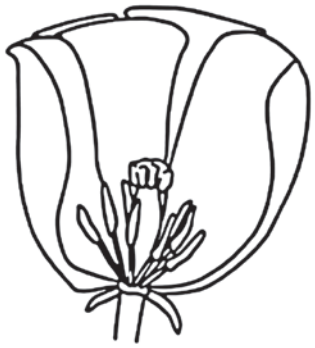


Abbildung 112: Tulpenblüte

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."*

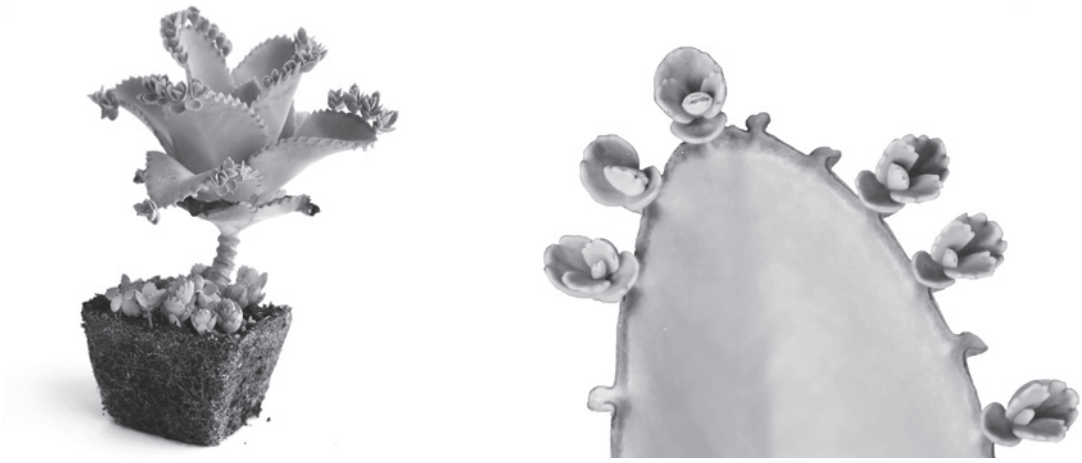
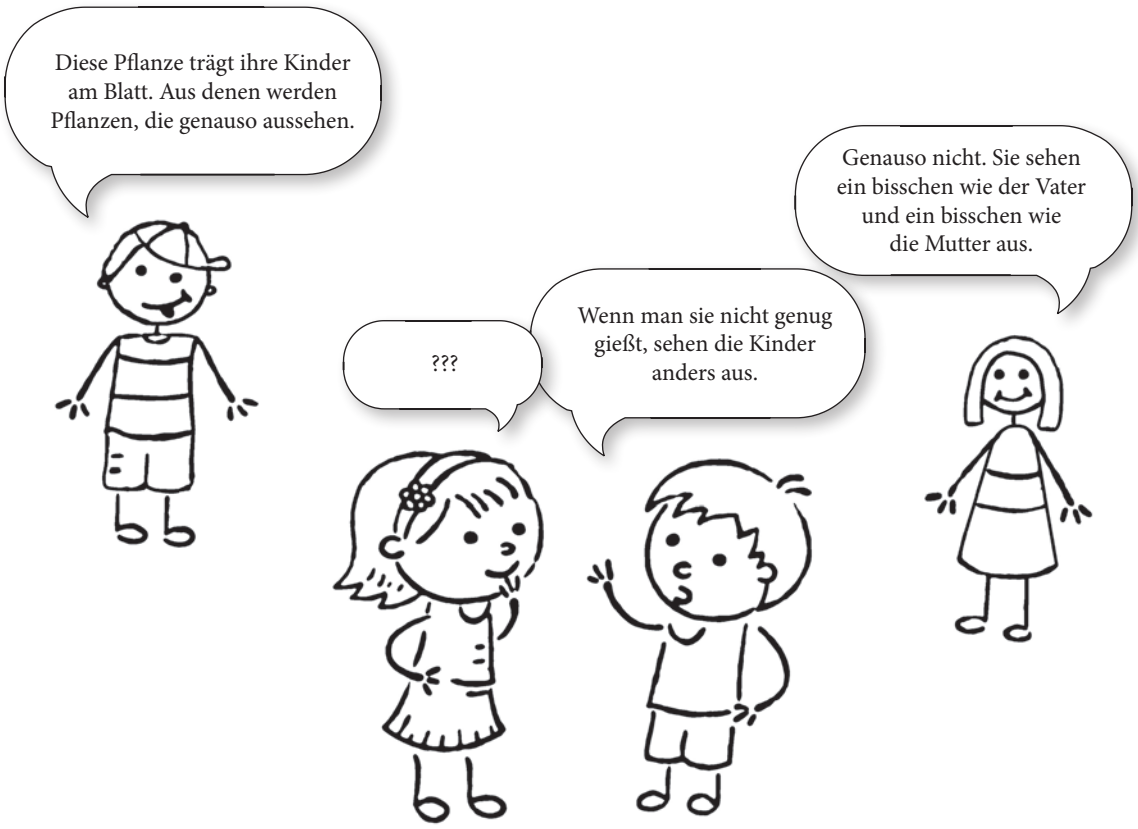


Abbildung 113: Das Brutblatt



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.

VORKOMMEN VON ARTEN UND DEREN VIELFALT IST DAS ERGEBNIS DER EVOLUTION

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Beschreibung des naturwissenschaftlichen Konzepts

Alle Lebewesen auf der Erde stammt von universellen gemeinsamen Vorfahren ab, **einfachen einzelligen Organismen. Veränderungen in der Umwelt in Verbindung mit der natürlichen Variabilität innerhalb der Arten führten zur Selektion (Auslese) derjenigen Individuen, die am besten unter bestimmten Bedingungen überleben konnten**. Arten, die nicht ausreichend auf veränderte Bedingungen reagieren können sterben aus (Harlen, 2015).

1.2 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Der Unterricht der Botanik und insbesondere des botanischen Systems ist bei Schülerinnen und Schülern nicht besonders beliebt. Ein großer Reiz des Botanikunterrichts besteht in der Möglichkeit, die Fakten mit dem normalen Leben der Schülerinnen und Schüler in Verbindung zu bringen. **Heilpflanzen sind ein wesentlicher Bestandteil unserer Natur. Die Menschheit in allen Teilen der Erde hat immer verschiedene Pflanzenarten für verwendet, als Gewürze oder Kräuter, als Nahrung oder eben als Medikament.** Im Laufe der Zeit hat die Anzahl der Pflanzenarten, die vom Menschen genutzt werden, abgenommen, einige sind selten geworden oder stehen sogar unter Naturschutz (siehe Kapitel Naturschutz). Dies ändert auch die Art und den Umfang in dem diese Pflanzen genutzt werden können. In diesem Kapitel werden wir uns mit der Verwendung gängiger Heilpflanzen und ihrer Rolle im Alltag vertraut machen und die Umsetzung dieses Themas in der Schule behandeln.

Schlüsselwörter:

Heilkräuter
botanisches Systematik
Lupe
Herbarium
Wirkstoffe
Packungsbeilage
geschützte Arten

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

In diesem wissenschaftlichen Kompendium für die Lehrerin oder den Lehrer werden Heilpflanzen und ihre Besonderheiten anhand einer Reihe von Beispielen für gängigen Pflanzen vorgestellt. Dabei werden die sowohl deutsche als auch die botanischen Bezeichnungen verwendet, um Verwechselungen zu vermeiden. Außerdem werden die Wirkstoffgruppen erläutert, an die mit den höheren Klassen im Chemieunterricht angeknüpft werden kann. Am Beispiel der Heilpflanzen kann die Pflanzenmorphologie erklärt werden, sie können als Modellpflanzen im botanischen System ausgewählt werden und so weiter.

2.1 Heilpflanzen

Aus der Geschichte

Die ältesten schriftlichen Berichte über Heilpflanzen, die als medizinische Aufzeichnungen über die Verwendung von Pflanzen erstellt wurden, stammen aus China (27. Jahrhundert v. Chr.) und **Ägypten** (16. Jahrhundert v. Chr.). In alten Schriften zählt Hippokrates (460-337 v. Chr.) 236 Pflanzenarten. Der Höhepunkt der Beschreibung von Heilpflanzen in der antiken Zeit ist das Werk von Pedanios Dioskurides (60 n. Ch.) Materia medica, in dem 600 Kräuterarten aufgeführt sind. Etwa zur gleichen Zeit schrieb Gaius Plinius Secundus das Werk Naturalis historia, das sich u.a. mit der Verwendung von Pflanzen als Heilmittel befasst. Im 2. Jahrhundert n. Ch. wurde von Galen (Claudius Galenos; auch: Galenos von Pergamon oder Aelius Galenus) die Galenik begründet. **Die Galenik, die Lehre von der Zusammensetzung und Herstellung der Arzneimittel, beschreibt, wie die Wirkstoffe zuzubereiten sind, um vom Körper aufgenommen zu werden**, also wie sie, um wirksam zu sein, zusammen mit Hilfsstoffen zu einer bestimmten Darreichungsform verarbeitet werden müssen (z.B. Salbe zum Auftragen auf die Haut, Tabletten zur Einnahme usw.).

Im Mittelalter bestand ein großes Interesse an Heilkräutern. **Herbarien und Kräuter-Sammlungen** (Jan Černý (1517), P. A. Mattioli (1562)) wurden zusammengestellt. Im 16. Jahrhundert entwickelte Paracelsus die damals umstrittene Vorstellung, dass die **Pflanze an sich keine Wirkung hat, sondern die darin enthaltenen Substanzen**. Die Behandlung von Erkrankten fand zu dieser Zeit hauptsächlich in Klöstern statt, in denen sich Krankenhäuser und Apotheken befanden. Die Menschen wurden mit Heilpflanzen behandelt (Phytotherapie). Die Klostergärten bestanden aus einem Gemüsegarten (Hortus) und einem Heilkräutergarten (Herbularius). Zu dieser Zeit wurden Grundlagen der heutigen Pharmazie gelegt.

2.2 Wirkstoffe in Heilpflanzen

Heilpflanzen enthalten Substanzen, mit denen Krankheiten behandelt oder verhindert werden können (Moravcová, 2006).

Primäre Pflanzen-stoffe

Die erste Gruppe von Wirkstoffen in Pflanzen sind **die primären Pflanzenstoffe – Zucker (Kohlenhydrate)** und **Fette (Lipide)**, die die Pflanze für den eigenen Stoffwechsel benötigt. Pflanzliche Kohlenhydrate werden z.B. aus Getreide, z.B. Gerste (Hordeum sativum) gewonnen. Durch kurzes Keimen und anschließendes Trocknen des Getreides wird ein Enzym freigesetzt, das einen Teil der in den Körnern enthaltenen Stärke in Malzzucker (Maltose) zerlegt. Maltose wird häufig als Stärkungsmittel eingesetzt.

Lipide kennen Kinder aus der heimischen Küche. Es werden **Fette, Öle und Wachse unterschieden. Pharmazeutisch angewendet werden insbesondere pflanzliche Öle**, z. B.

Olivenöl, das durch Pressen von Oliven (*Olea europaea*) gewonnen und u.a. als Injektionsemulsion oder Nasentropfen verwendet wird sowie eine leicht abführende Wirkungen hat.

Tannine (Gerbstoffe)

Eine andere Gruppe von Wirkstoffen sind die sekundären Pflanzenstoffe, die für das Überleben der Pflanze nicht zwingend notwendig sind. Hierzu gehören **Tannine (Gerbstoffe), die ursprünglich zur Herstellung von Leder** (Gerben von Tierhäuten um Gewebe zu entfernen und Leder weich zu machen) **und zur Herstellung von Tinten verwendet wurden**. Diese Tannine sind Substanzen, die in Gegenwart von Proteinen ausfallen, daher **werden sie als Gegengift gegen giftige pflanzliche Proteine (Alkaloide) und gegen Schwermetalle** angewendet. Früher wurde bei Verdacht auf Vergiftung mit diesen Substanzen ein starker Tee gegeben, der Tannine enthielt.

Tannine sind meistens in Blättern, Früchten (Gehalt wird durch Reifen der Früchte reduziert), in der Rinde (Fichte, Eiche, Weide) und in den Wurzeln enthalten. Sie kommen in folgenden Pflanzenfamilien vor: Knöterichgewächse (*Polygonaceae*), Rosengewächse (*Rosaceae*), Buchengewächse (*Fagaceae*) oder Heidekrautgewächse (*Ericaceae*). **Sie haben adstringierende** (zusammenziehende) **Wirkungen**, **beruhigen Wunden** (sie können jedoch nicht bei ausgedehnten Wunden verwendet werden, da durch eine Tanninresorption Leberschäden auftreten können). Tanine werden zur Behandlung von Verbrennungen und Erfrierungen und als Gurgelwasser verwendet, sie unterdrücken das Schwitzen, werden gegen Durchfall eingesetzt und dergleichen.

Glykoside

Weitere sekundäre Pflanzenstoffe sind die **Glykoside, chemische Verbindungen eines Zuckermoleküls und eines Alkohols**. Hierzu gehören kardioaktive Glykoside, Saponine, Thioglykoside und viele andere mit spezifischen pharmazeutischen Wirkungen. Saponine, z. B. aus Gewöhnlichem Seifenkraut (*Saponaria officinalis*), bilden in Kontakt mit Wasser Schaum und werden zur Herstellung von Seifen verwendet. Sie sind für Fische sehr giftig. Thioglykoside werden üblicherweise mit der Nahrung konsumiert und sind in Kreuzblütengewächsen (*Brassicaceae*) enthalten, z. B. Grünkohl, Blumenkohl, Senf, Rettich, Meerrettich usw. **Sie sind durch scharfe Senfölglycoside (Glucosinolate) gekennzeichnet, die desinfizierende Wirkung haben.** Die Anwendung von Glykosiden erfordert jedoch eine genaue Dosierung und ist daher nicht für die Selbstmedikation geeignet, z. B. kardioaktive Glykoside aus Maiglöckchen (*Convallaria majalis*). Ebenfalls zu den Glykosiden gehört das Amagdalin der Bittermandel (*Prunus amygdala amara*), das einen **sehr bitteren Geschmack hat und aufgrund seines Blausäureanteils ebenfalls giftig ist**.

Alkaloiden

Pflanzen enthalten zudem Giftstoffe, etwa Alkaloide. Hierzu gehört das Capsaicin aus *Capsicum* (Paprika, Peperoni und Chilis), das die lokale Durchblutung verstärkt und ein Wärmegefühl hervorruft sowie verschiedene Suchtmittel, die aufgrund der Gewohnheitsgefahr nur auf Rezept verschrieben werden, z.B. Ephedrin, das in Meerträubel (*Ephedra*) gefunden wird, Opiatalkaloide, z. B. Morphin, aus dem Saft des Schlafmohns (*Papaver somniferum*), Nikotin in Tabak (*Nicotiana tabacum*) und dergleichen. Einige Alkaloiden werden als Mittel zur Anregung verwendet, z. B. Koffein aus den Blättern des Teestrauchs (Thea) und den Bohnen des Kaffeebaums (*Coffea*).

Ätherische Öle

Eine weitere wichtige Stoffgruppe sind **ätherische Öle (Terpene), flüchtige Substanzen**, die das Aroma von Pflanzen bestimmen und teilweise anziehend auf Insekten wirken. Reich an ätherischen Ölen sind Kieferngewächse (*Pinaceae*), Ingwergewächse (*Zingiberaceae*), Lorbeergewächse (*Lauraceae*), Lippenblütler (*Lamiaceae*) und Doldenblütler (*Apiaceae*). Ätherischen Öle werden in verschiedenen Teilen der Pflanze gelagert.

2.3 Zeitpunkt der Sammlung und Lagerung einzelner Pflanzenteile

Die Wirkstoffe befinden sich in verschiedenen Pflanzenteilen (Blumen, Blätter, Früchte, Wurzeln, Wurzeln, Samen usw.) **und sind oft in veränderlichen Mengen vorhanden**. Daher gibt es Regeln für die Sammlung von Heilpflanzen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Regeln für die Sammlung von Heilpflanzen

Teil der Pflanze	Sammelzeit
Blattkräuter	Kurz bevor oder wenn sich die ersten Blütenknospen öffnen, ist bei den meisten Kräutern das Wirkstoffoptimum erreicht und die Ernte kann beginnen.
Blüten	Wenn die Blüten vollständig aufgeblüht sind
Früchte und Samen	Im vollreifem Zustand
Wurzel und Stecklinge	Spätherbst (Ende Oktober/Anfang November), da sich dann die Inhaltsstoffe in die Wurzel zurückziehen. Ausnahmen: Bei z.B. Löwenzahn-, Wegwarten- und Enzianwurzeln ist die beste Erntezeit zu Beginn des Vegetationszyklus, also im Frühling.
Rinden	Der Sammelzeitpunkt ist hier im Frühjahr, dann ist der Saftstrom im Baum und somit auch in der Rinde am stärksten.

Heilpflanzen werden gut getrocknet und in lichtundurchlässigen Beuteln aus Papier oder Stoff trocken und nicht zu warm gelagert. !

2.4 Ausgewählte übliche pharmazeutische Begriffe

In der Pharmazie werden häufig international gebräuchliche Begriffe verwendet, die sowohl auf den Medikamentenpackungen als auch in den Packungsbeilagen erwähnt werden. Tabelle 2 enthält Beispiele für diese herkömmlichen pharmazeutischen Begriffe.

Tabelle 2: Pharmazeutische Begriffe

Begriff	Bedeutung des Begriffs	Beispiel-Pflanze
Analgetikum	unterdrückt Schmerz	Silberweide (*Salix alba*), (Rinde)
Antidiarrhoikum	wirkt gegen Durchfall	Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), (getrocknete Beeren)
Antipyretikum	reduziert Fieber	Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), (Blüten)
Expektorans	schleimlösend	Thymian (*Thymus vulgaris*) (ganzes Kraut)
Antitussivum	Hustenstillend	Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) (ganzes Kraut)
Antiphlogistikum	entzündungshemmend	Echter Salbei (*Salvia officinalis*) (Blätter)

2.5 Geschützte Pflanzen (siehe Kapitel 2.12 Naturschutz)

Achtung! Ein großer Teil der Arzneipflanzen wurde in der Vergangenheit intensiv gesammelt und so stark dezimiert, dass sie inzwischen zu den geschützten Pflanzen gehören, so dass wir sie nicht in freier Wildbahn sammeln können (z. B. Echte Arnika (*Arnica montana*) (Abbildung 114), Maiglöckchen (*Convallaria majalis*). !

Abbildung 114: Echte Arnika (*Arnica montana*)

2.5.1 Heilpflanzen im Wald

Wälder sind eines der Ökosysteme (siehe Kapitel 2.6 Ökosysteme), die einen großen Teil unseres Landes bedecken. **In den Wäldern finden wir eine Reihe von Heilpflanzen, die sowohl in der Pharmazie als auch in der Naturheilkunde verwendet werden.** In Eichenwäldern können wir Eichenrinde sammeln. Verwendet wird die Rinde junger Äste (bis 10 cm Durchmesser) von unseren einheimischen Eichen (Stieleiche – *Quercus robur* und Traubeneiche – *Quercus petraea*, Familie Buchengewächse – Fagaceae). Sie enthält die meisten der wirksamen Gerbstoffe (Tannine). Aus der Rinde werden Bäder und Spülungen zubereitet, die bei Erfrierungen und Verbrennungen, Hämorrhoiden und gegen übermäßige Schweißbildung (Füße) verwendet werden.

Nadelwälder

In Nadelwäldern (Kiefern oder Fichten) und in Moorwäldern findet man die **Heidelbeere** (*Vaccinium myrthillus*, Familie Heidekrautgewächse, *Ericaceae*), deren Früchte (Beeren) Gerbstoffe und einen dunkelvioletten Farbstoff (Anthocyane) enthalten. Heidelbeeren werden gegen Durchfall, Darmkatarakte und Entzündungen der Mundhöhle eingesetzt und verbessern das Sehvermögen (Regeneration des Sehpurpurs). Blättern von Heidelbeeren enthalten Glucosamine und werden in Teemischungen zur Verbesserung der Blutzuckerwerte verwendet.

Laubwälder

In den Laubwäldern unserer Mittelgebirge wächst die **Winterlinde** (*Tilia cordata*) in Gebirgslagen die Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*), beide aus der Familie der Malvengewächse (*Malvaceae*). Geerntet werden die Blütchen die Glykoside, Kieselsäure, Schleimstoffe, und ätherische Öle enthalten. Tee aus Lindenblüten wird verwendet, um Schwitzen zu unterstützen, Krämpfe und Hustenreiz zu lindern.

Waldlichtungen

Auf Lichtungen wachsen Vertreter der Familie Rosengewächse (*Rosaceae*): **Brombeeren** (Rubus sp.) mit dunklen Früchten und **Himbeeren** (*Rubus idaeus*) mit roten Früchten. Wir finden auch **Walderdbeeren** (*Fragaria vesca*). Die Blätter dieser Arten enthalten Gerbstoffe, haben eine adstringierende, leicht antibakterielle und fungizide Wirkung und werden in Tees verwendet.

Beerenblätter-Tee

Auch in der Schule können wir im Frühjahr unseren eigenen fermentierten Tee aus jungen Blättern der Brom-, Him- und Erdbeeren herstellen, ähnlich wie schwarzer Tee aus fermentierten Blättern des Teestrauchs hergestellt wird. In diesem Tee finden sich auch Tannine. Sie werden in den Blättern der Pflanzen in kleinen grünen Knötchen gespeichert. Wenn die Blätter der o.g. Pflanzen eingesammelt und fermentiert werden, werden diese Speicher aufgebrochen, die Tannine können aktiv werden und so ihre Wirkung entfalten.

Abbildung 115: Tannine-Tee aus Himbeeren, Erdbeeren und Brombeeren

Der Tee wird folgendermaßen hergestellt:

Junge Brombeer-, Himbeer- und Erdbeerblätter werden möglichst weit oben am Busch eingesammelt und ganz kurz gewaschen. Wenn man sie zu gründlich wäscht, würde man die Mikroorganismen, die für die Fermentierung notwendig sind. Damit die Blätter gleichmäßig fermentieren, werden Sie etwas aufgebrochen, in dem sie auf einer ebenen Fläche ausgelegt und mit einem Nudelholz einige Male fest überrollt werden bis etwas Pflanzensaft austritt. Das noch feuchte Blattmaterial kann in eine durchsichtige Plastiktüte oder in einen Leinenbeutel gepackt werden, bei letzterem muss allerdings darauf geachtet werden, dass er in den nächsten zwei Tagen nicht austrocknet. Während der zwei Tage im Gärbeutel, der am besten im Warmen liegt, sollte sich die Flüssigkeit immer wieder gleichmäßig verteilen können, das kann zum Beispiel durch ein kurzes Durchkneten oder Schütteln der Tüte geschehen. Falls das Blattmaterial zu feucht ist, fangen die Blätter schnell an zu schimmeln, was am typischen weißen Schimmel und am muffigen Geruch der Blätter erkennbar ist. Daher sollte die Tüte, wenn sich sehr viel Feuchtigkeit gebildet hat zwischendurch geöffnet werden, damit die Blätter etwas abtrocknen können. Die Blätter sollten sich dunkel färben und aromatisch duften. Nach spätestens drei Tagen im Beutel wird der Inhalt zum Trocknen ausgebreitet, am besten in der Sonne. Wenn der Tee vollständig trocken ist, kann er ggf. noch etwas zerkleinert und trocken aufbewahrt werden. Die Blätter werden mit heißem Wasser aufgegossen und können nach fünf bis zehn Minuten getrunken werden.

Eine andere Pflanze auf Lichtungen und am Waldrand, das **Schmalblättrige Weidenröschen** (*Epilobium angustifolium*) aus der Familie der Nachtkerzengewächse (*Onagraceae*) wird bis zu einem Meter hoch, hat rosafarbene Blüten und lanzettförmige Blätter. Das blühende Kraut enthält hauptsächlich Gerbstoffe und Flavonoide und wird zur Behandlung von Prostatakrankheiten und Harnwegsentzündungen verwendet.

Abbildung 116: Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*)

2.5.2 Heilpflanzen im Wasser

Es gibt eine Reihe von Pflanzen in der Nähe von Wasser oder im Wasser, die jedoch schwer zu ernten somd und daher kaum verwendet werden. Eine Ausnahme bildet die **Gelbe Teichrose** (*Nuphar lutea*) der Familie Seerosengewächse (*Nymphaeaceae*), deren Rhizom (Wurzelstock) das flüchtige Alkaloid Nupharin enthält. Vorsicht! Neben den medizinisch wirksamen Substanzen sind Gifte im Rhizom enthalten!

Abbildung 117: Gelbe Teichrose (*Nuphar luteum*)

Eine weitere Pflanze im ist der aus Asien stammende **Kalmus** (*Acorus calamus*) aus der Familie Kalmusgewächse (*Acoraceae*), der ätherischen Öle, Gerb- und Bitterstoffe enthält. Die ätherischen Öle werden gegen Krämpfe oder zur Verbesserung der Verdauung eingesetzt.

2.5.3 Heilpflanzen auf der Wiese

Häufig findet man auf Wiesen und Böschungen das gelb blühende Johanniskraut: **Echtes Johanniskraut** (*Hypericum perforatum*) und **Geflecktes Johanniskraut** (*Hypericum maculatum*) der Familie Johanniskrautgewächse (*Hypericaceae*). Die Blüten enthalten Glykoside, Kieselsäure und Gerbstoffe. Johanniskraut wirkt beruhigend und stimmungsaufhellend und wird daher bei psychischer Verstimmung, Angstzuständen und nervöse Unruhe eingesetzt. Bei ihm gibt es einen photodynamischen Effekt, d. h. Empfindlichkeit gegenüber Sonnenlicht wird gesteigert.

Abbildung 118: Geflecktes Johanniskraut (*Hypericum maculatum*)

Auf trockenen Magerwiesen und an sonnigen Waldrändern finden wir den **Gemeinen Odermennig** (*Agrimonia eupatoria*) aus der Familie Rosengewächse (Rosaceae). Während der Blüte werden diese und die jungen Sprosse gesammelt wird. Der mit heißem Wasser hergestellte Aufguss besteht hauptsächlich aus Tanninen und ätherischen Ölen und wird äußerlich bei kleinen Wunden verwendet, als Spülung zur Behandlung von Entzündungen im Mund- und Rachenbereich und bei Durchfall.

Abbildung 119: Gemeiner Odermennig (*Agrimonia eupatoria*)

Wegerich-Sirup

Auf Wiesen und Wegrändern, aber auch in Parks und Gärten wächst der **Spitzwegerich** (*Plantago lanceolata*) aus der Familie Wegerichgewächse (*Plantaginaceae*), von dem wir die Blätter sammeln. Es ist sehr einfach, einen **Wegerich-Sirup** herzustellen, der bei Entzündungen der oberen Atemwege verwendet wird. Sirup kann entweder nur aus Wegerich-Blättern oder auch mit Zwiebeln hergestellt werden. Wir geben immer eine Schicht gewaschene und zerkleinerte Wegerichblätter in eine Liter-Glasflasche, süßen sie mit Zucker, eine Schichte Zwiebel, süßen mit Zucker und setzen fort, bis die Flasche gefüllt ist. Innerhalb von zwei bis drei Stunden können wir den Sirup abgießen und verwenden (Sie können versuchen, den Sirup in der Schule mit Kindern zuzubereiten).

Ein weiteres verbreitetes Wiesenkraut ist das Weiße Taubnessel (Lamium album) aus der Familie Lippenblütengewächse (Lamiaceae). Die weißen Blüten enthalten Glykosiden, Schleim, Kieselsäure und Gerbstoffe. Sie wirken schleimlösend und lindern Verdauungsprobleme.

Pflanzen auf Böschungen und an Wegrändern

Der **Schwarzer Holunder** (*Sambucus nigra*) der Familie Moschuskrautgewächse (*Adoxaceae*) enthält Flavonoide, ätherische Öle, Gerbstoffe und organische Säuren. Die weißen Blütendolden werden zur Senkung von Fieber und bei MAgenbeschwerden verwendet. Die schwarzen Früchte enthalten Glycoside, Anthocyane, Vitamin C und Pektin. Sie dürfen nur in reifen Zustand und möglichst (kurz) erhitzt verwendet werden. Unreife Beeren enthalten Blausäure. Saft aus den Beeren Saft stärkt das Immunsystem und wird bei Erkältungen verwendet.

Die Früchte wilder **Rosen** (Rosa sp.) aus der Familie Rosengewächse (Rosaceae), die Hagebutten sind bekannt für den hohen Gehalt an Vitamin C (10- bis 20-mal so viel wie Zitronen). Außerdem enthalten sie Gerbstoffe, Schleimstoffe, organische Säuren und Carotinoide. Hagebuttentee ist ein gesundes Getränk und stärkt die Immunabwehr.

Ab dem Frühjahr blüht Schlehdorn (auch Schlehe oder Schwarzdorn genannt, (*Prunus spinosa*) aus der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). mit weißen Blüten, die vor den Blättern austreiben. Ein Bütenaufguss wird bei Durchfallerkrankungen und Magenbeschwerden eingesetzt. Die dunklen Früchte, die Vitamin C, Flavonoide und sehr viele Gerb- und Bitterstoffe enthalten, werden bevorzugt nach dem ersten Frost geerntet. Durch den Frost wird ein Teil der Bitterstoffe abgebaut.

Abbildung 120: Schwarzdorn (*Prunus spinosa*)

An warmen, sonnigen Standorten findet man den Feld-Thymian (*Thymus pulegioides*) aus der Familie Lippenblütengewächse (*Lamiaceae*), der ätherische Öle enthält, die bei Atemwegserkrankungen lindernd wirken.

2.5.4 Heilpflanzen in menschlichen Siedlungen

In Städten oder Dörfern wachsen auf Wiesen und in Gärten zahlreiche **Gänseblümchen** (*Bellis perennis*) aus der Familie Korbblütengewächse (*Asteraceae*). Die weißen, teilweise ins rötliche gehenden Blüten enthalten Saponine, ätherische Öle, Bitterstoffe, Gerbstoffe und Schleim. Sie werden traditionell bei Hauterkrankungen, Kopfschmerzen und auch bei Husten eingesetzt. Kürzlich konnte ihre antimikrobielle und cholesterinsenkende Wirkung gezeigt werden. Ebenfalls auf Wiesen und in Gärten tritt der **Breitwegerich** (*Plantago major*) auf. Er enthält Schleim, Bitter- und Gerbstoffe, und. Polyphenole. Der Saft oder Brei aus den Blättern wirkt entzündungshemmend und fördert die Wundheilung. Bei kleinen Verletzungen kann man einfach ein Blatt abzupfen und kräftig über die verletzte Stelle reiben oder das Blatt etwas zerdrücken bis feuchter Saft austritt und es auf die Wunde legen.

Die in Dolden angeordneten Blüten der **Gemeinen Schafgarbe** (*Achillea millefolium*) aus der Familie Korbblütengewächse (*Asteraceae*) bilden auffällige weiße Schirmchen. Das ganze Kraut kann als Heilpflanze verwendet werden. Schafgarbe enthält ätherische Öle (u.a. Campher und Cineol), Flavonoide und Cumarine, wirkt gallenflussanregend, antibakteriell, adstringierend und krampflösend.

Heilpflanzen begleiten uns im Alltag. Viele von uns Tee zum Frühstück. Dieser besteht aus Blättern des Teestrauchs (*Thea sinensis*), der in der Natur bis zu 15 Meter groß werden kann und in Südchina und Südostasien beheimatet ist. Die Blätter enthalten Koffein (bis zu 4,5%), Tannine, Kieselsäure und Flavonoide. Sie werden entweder nur getrocknet (grüner Tee) oder fermentiert und dann trocknen (schwarzer Tee).

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Viele lebende Organismen sind in bestimmten Lebensräumen zu finden, an die sie optimal angepasst sind. Diese **Lebensräume, die durch eine je eigene Lebensgemeinschaft von Organismen und ihre unbelebte Umwelt mit spezifischen Merkmalen gekennzeichnet sind, nennen wir Ökosysteme. Die menschliche Zivilisation kann zu einer erheblichen Beeinträchtigung von Ökosystemen und zu einem Verlust an Biodiversität führen, wenn sie Veränderungen hervorruft, die so groß sind, dass sich die Organismen nicht mehr an diese anpassen können**. Durch Landwirtschaft und den Anbau von Kulturpflanzen, werden Flächen, in denen natürliche Ökosysteme vorkommen, erheblich reduziert. Andererseits existieren bestimmte Ökosysteme nur dadurch, dass Landschaft von Menschen genutzt wird, z.B. die Heiden, die durch die Nutzung als Weidefläche entstanden sind.

Schlüsselwörter:

Ökosystem
Wald
Wiese
Teich
Degradierung
Ruderalisierung
menschliche

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

Zu Beginn wird das Ökosystem definiert und die Eigenschaften der grundlegenden Ökosysteme, die in unserer Natur üblich sind, beschrieben.

2.1 Ökosysteme – Wald, Wiese, menschliche Siedlungen, Teich und Fluss

Ökosystem

Das Ökosystem ist eine Gemeinschaft von Pflanzen und Tieren sowie ihrer unbelebten Umgebung mit bestimmten physikalischen und meteorologischen Eigenschaften, einem bestimmten Boden usw., **die zusammen eine erkennbare geschlossene Einheit bilden** (Begon, Harper und Townsend, 1997). Das Konzept wurde von Tansley (1935) erstellt.

Wald

Wälder sind komplexe System aus Pflanzen, Tieren und nicht lebenden Elementen (Boden, Felsen und Mineralien). Es sind dadurch gekennzeichnet, dass **hier Gehölze, insbesondere Bäume, dominieren**. Wir unterscheiden **Nadelwälder, Laubwälder und Mischwälder**.

Der Wald war vor der Besiedlung durch den Menschen das vorherrschende Ökosystem auf dem Gebiet, das heute zu Deutschland gehört. Durch Rodung, Brandrodung aber auch Beweidung wurde der Wald dezimiert. Teilweise war das Ziel auch lediglich die Nutzung des Holzes, z.B. zum Schiffsbau im Bereich der norddeutschen Küste. Auf den freigewordenen Flächen wurden Nutzpflanzen (z. B. Getreide) angebaut oder Vieh gehalten. Inzwischen werden die heute bestehenden Wälder gepflegt und wirtschaftlich genutzt, wobei die Nutzung mit **Waldbewirtschaftungsplänen** geplant und überwacht wird.

Im Vergleich zu anderen Ökosystemen zeichnet sich der Wald durch die Tatsache aus, dass er durch Gehölze, insbesondere Bäumen dominiert wird. Bäume haben einen hochgewachsenen, verholzenden Stamm mit Rinde, der in einer belaubten Krone endet. Wälder werden nach der Gehölzart benannt, die in ihnen dominiert. Wenn Laubbäume überwiegen, sprechen wir von **Laubwäldern**, wenn Nadelbäume überwieden, sind es **Nadelwälder**.

Deutschland ist eines der waldreichsten Länder der Europäischen Union. 32% unseres Landes sind mit Waldflächen bedeckt.

In den **Nadelwäldern** der Hochlagen der Mittelgebirge dominiert die **Fichte** (*Picea abies*), z.B. im Schwarzwald, im Harz, im Sauerland, im Erzgebirge, in Hunsrück und Taunus, aber auch im Alpenvorland. Die Bestände sind zum Teil mit **Tannen** (*Abies alba*) durchsetzt In niedrigen Lagen, insbesondere im östlichen Teil der norddeutschen Tiefebene, sind **Waldkiefern** (*Pinus sylvestris*) die vorherrschende Baumart in Nadelwäldern. In den Gebirgslagen des Alpenraums finden wir die Lärche (*Larix decidua*).

Ausgedehnte **Buchenwälder und Buchen-Mischwälder** waren die natürlichen Wälder weiter Teile unseres Landes. Diese Waldformen findet man in den niedrigeren Lagen der Mittelgebirge (z.B. Pfälzerwald, Eifel, Odenwald und Spessart) und im Flachland (z.B. Nationalpark Jasmund, Müritz-Nationalpark). In wärmeren Bereichen der Mittelgebirge (z.B. Pfälzerwald, Spessart) und in den warmen Tieflagen findet man auf sandigen Böden **Eichenwälder** (Sommereiche – *Quercus robur* und Wintereiche – Quercus petraea).

In der Nähe von Gewässern und in Überschwemmungsgebieten findet man **Auwälder** wo je nach Nähe zum Wasser, Überschwemmungshäufigkeit, Höhenlage und Bodenbeschaffenheit **Eschen** (Fraxinus excelsior), **Ulmen** (Ulmus spec.), **Pappeln** (Populus spec.), **Weiden** (Salix spec.) und/oder **Schwarz-Erlen** (*Alnus glutinosa*) wachsen.

Abbildung 121: Erle-Walder mit Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und der Zittergras-Segge (*Carex brizoides*)

Im Wald finden wir eine Reihe von Sträuchern und kleinen Bäumen (z. B. Schwarzdorn, Weißdorn, Hartriegel, Eberesche), Gräser, z. B. Draht-Schmiele (*Avenella flexuosa*), verschiedene Kräuter wie Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*), Buschwindröschen (*Anemone nemerosa*), Farne, z.B. Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) und Schachtelhalm (*Equisetum sylvaticum*) aber auch eine Reihe von Moosen und Flechten.

Abbildung 122: Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*)

Tiere im Wald

Im Wald leben unterschiedliche Säugetiere, z. B. Rothirsche (*Cervus elaphus*), Damwild (Dama dama), Rehe (*Capreolus capreolus*), Wildschweine (*Sus scrofa*), Dachse (*Meles meles*), Rotfüchse (*Vulpes vulgaris*), Baummarder (*Martes martes*) Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), aber auch viele wirbellose Tiere, z. B. die Rote Waldameise (*Formica rufa*), verschiedene Käfer sowie Fliegen und Holzwespen (*Siricidae*). Zudem findet man unterschiedliche Vögel, u.a. Buchfink (*Fringilla coelebs*), Singdrossel (*Turdus philomelos*), Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Buntspecht (*Dendrocopos major*) und andere.

Wiese

Die Wiesen wurden vom Menschen geschaffen und sind daher auf seine Fürsorge angewiesen. Menschen mähen die Wiesen, und nutzen die abgemähten Pflanzen als Futtermittel für das Vieh. Im Gegensatz zu Wäldern überwiegen hier die Kräuter. Holzarten kommen hier gar nicht vor.

Abbildung 123: Blühende Wiese

Auf der Wiese wachsen einkeimblättrige Gräser:

Tabelle 3: Einkeimblättrige

Deutsche Bezeichnung	Berufliche Bezeichnung	Abbildung
Gewöhnlicher Glatthafer	*Arrhenatherum elatius*	
Wiesen-Fuchsschwanz	*Alopecurus pratensis*	
Wiesen-Lieschgras	*Phleum pratense*	
Gewöhnliches Ruchgras	*Anthoxanthum odoratum*	
Gewöhnliches Knäuelgras	*Dactylis glomerata*	

Zusammen mit einer Reihe zweikeimblättriger Pflanzen:

Tabelle 4: Zweikeimblättrige

Deutsche Bezeichnung	Berufliche Bezeichnung	Abbildung
Scharfer Hahnenfuß	*Ranunculus acris*	
Margerite	*Leucanthemum albus*	
Wiesen-Kammgras	*Cynosurus cristatus*	
Kuckucks-Lichtnelke	*Lychnis flos-cuculi*	
Wiesen-Glockenblume	*Campanulla patula*	
Kugelranunkel	*Trolius altissimus*	

Neben Pflanzen gibt es auf der Wiese viele wirbellose Tiere, Insekten, Schmetterlinge usw. Bei besonders hohem bzw. niedrigen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens entstehen Feuchtwiesen bzw. Trockenrasen mit jeweils typischer Vegetation. An den Küsten finden wir Salzwiesen.

Weide-plätze

Wenn das Vieh auf einer Wiese grast, sprechen wir von einer Weide. Je nach Intensität der Beweidung (Dauer, Anzahl Tiere) werden durch Abweiden und Trittbelastung Schäden an der durchgehenden Vegetationsdecke verursacht. Dies wirkt sich häufig auf die Zusammensetzung der nachwachsenden Pflanzengemeinschaft aus. Es wachsen Pflanzen, die einen nährstoffreichen Boden benötigen, die aber das Vieh normalerweise nicht mag, z. B. Große Brennnessel (*Urtica dioica*), Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) oder Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*).

Abbildung 124: Weide mit Vieh

Stadt, Dorf

Menschliche Siedlungen lassen sich nach Größe und Art in Dörfer und Städte unterteilen. Die Städte sind größer und normalerweise **gibt es verschiedene Arten von Gebäuden - den historischen Kern, die Fläche von Wohngebäuden, Industrie- und Gewerbegebiete. Heutzutage gibt es fast keinen Unterschied mehr zwischen der Stadt und dem Dorf:** die Aktivitäten der Menschen sind sehr ähnlich, im Gegensatz zu früheren Zeiten, in denen die Kleintierhaltung in Dörfern und die geringere Bodenversiegelung durch Asphaltierung zu unterschiedlichen Pflanzen- und Tierpopulationen in Stadt und Dorf führte.

Abbildung 125: Der Rasen in den Siedlungen mit Vorherrschaft des Gänseblümchens (*Bellis perennis*) und der Feld-Hainsimse (*Luzula campestris*)

Einige Pflanzen- und Tierarten haben sich als Kulturfolger an menschliche Siedlungen angepasst, z. B. das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne*) – ein trittfestes Gras – oder der Haussperling (*Passer domesticus*). Auch Füchse und Kaninchen ziehen in die Vorstädte, in denen sie weniger gejagt werden und Nahrungleicht zu finden ist.

Auf Brachflächen, die einige Jahre sich selbst überlassen werden, beginnen zunächst Gräser und später **Gehölze zu wachsen** – z. B. Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Hänge-Birke (*Betula pendula*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*) oder Sommerflieder (*Buddleja davidii*) aber auch wilde Brombeersträucher (*Rubus armeniacus*).

Teich und Fluss

An Gewässern wachsen je nachdem ob es stehende, schnell oder langsam fließende Gewässer sind Pflanzen wie Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*), Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), Kuckucks-Lichtnelke (*Silene flos-cuculi*), Froschlöffel (*Alisma spec.*), Wasserminze (*Mentha aquatica*), Bittersüßer Nachtschatten (Solanum dulcamara) und viele mehr. Das **Röhricht** besteht aus Schilf (*Phragmites australis*), Rohrkolben (*Typha*), Igelkolben (*Sparganium*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*) und anderen. **Direkt im Wasser** wachsen z. B. Laichkraut (*Potamogeton*), Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*) Wassterpest (*Elodea*) und Wasserhahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*) **Sie nehmen Nährstoffe aus dem Wasser auf und sind an dessen Reinigung beteiligt.**

Abbildung 126: Ein Teich mit Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*) und dahinter die Stämme des Schilfrohrs (*Phragmites australis*). Im Vordergrund Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) und das weiße Gewöhnliche Pfeilkraut (*Saggitaria saggitifolia*)

Feuchtbiotope

Feuchtbiotope bieten Lebensraum für viele Tiere, z. B. Krebse, Amphibien: Frösche (Erdkröte - *Bufo bufo*, Grasfrosch - *Rana temporaria*), Molche, Libellen, aber auch viele Wasservögel: Stockente (*Anas platyrhynchos*), Höckerschwan (*Cygnus olor*) und natürlich Fische (Karpfen, Forelle, Barsch, Hecht usw.).

Eine besondere Art von Feuchtbiotopen sind die Torfmoore, die sich durch eine charakteristische Vegetation auszeichnen. Der beständige Wasserüberschuss führt dazu, dass pflanzliche Reste nicht vollständig abgebaut werden können, sondern sich als Torf ablagern. Die durch Regenwasser gespeisten Hochmoore sind nährstoffarm und von Torfmoosen bewachsen, die Wasser in ihren Zellen speichern und den Wasserhaushalt der Moore regulieren. Torfmoose wachsen an der Oberseite ständig weiter, während die unteren Teile der Pflanze absterben und die Grundlage für die Torfablagerungen bilden. Neben den Moosen wachsen an diesen Standorten auch fleischfressende Pflanzen, die Nährstoffen aus den gefangenen Insekten gewinnen.

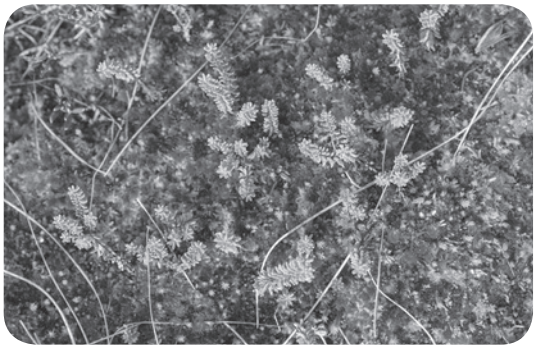


Abbildung 127: Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) mit klebrigen Tentakelns und Gewöhnliche Moosbeere (*Oxycoccus palustris*) auf Torfmoos

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Die Komplexität und Vielfalt des Lehrinhalts von Natur- und Gesellschaftsthemen stellt erhebliche Anforderungen an die Gestaltung und Struktur der Inhalte dieses Lernbereichs. Daher muss der Inhalt des Themas logisch mit einer gemeinsamen „Idee" verknüpft sein, die aus den einzelnen Teilen des Lehrplaninhalts sinnvolle Entitäten erstellt. Es gibt viele Ansätze, um das Lernen über Natur und Gesellschaft zu organisieren, nach Ökosystemen (ökologisches Konzept), nach dem natürlichen System (systematisches Konzept) u. a. **Bezüglich des Themas und der Zielgruppe (jüngere Schülerinnen und Schüler) ist es sinnvoll, den Lehrplan phänologisch zu organisieren (nach Jahreszeiten).** Eine Erläuterung dieses Konzepts wird im folgenden Text gegeben.

Phänologische Strukturierung des Themas

Eine der effektivsten Methoden, um jüngere Schülern mit den Veränderungen in Natur während des Jahres bekannt zu machen, ist das **so genannte phänologische Konzept, in dem Phänomene über Natur und Gesellschaft anhand des Wechsel der Jahreszeiten betrachtet werden. Das Erkennen der Muster der Naturentwicklung über die einzelnen Jahreszeiten hinweg ermöglicht es den Schülern, die Lebensmuster von Pflanzen und Tieren als Funktion der während des Jahres auftretenden Wetteränderungen zu verstehen, sie zu vergleichen und sich allmählich der Muster dieser Prozesse bewusst zu werden**. Veränderungen in der Natur spiegeln sich natürlich auch im Leben der Menschen wider. Das Wissen über Phänomene und Prozesse in der Natur muss den spezifischen Bedingungen in der Umgebung von Gemeinde, Stadt, Zuhause oder Schule entsprechen (Berücksichtigung der Lebenswirklichkeit der Schüler bei der Strukturierung des Lernens). Die Schüler lernen so allmählich die Unterschiede und die Ursachen und Folgen von Änderungen der Lebensbedingungen im Leben von Pflanzen, Tieren und Menschen in Abhängigkeit von Wetteränderungen zu verstehen und den Jahreszyklus in der Natur wahrzunehmen.

Anwendung der phänologischen Strukturierung

Die Gestaltung des Lehrplans nach den Jahreszeiten (phänologisches Konzept) ist für Schüler zu Beginn des Schulbesuchs geeignet, insbesondere im 2. und 3. Schuljahr der Grundschule. **Der phänologische Ansatz ermöglicht die direkte Beobachtung von Naturveränderungen. Der Inhalt des Lehrplans wird konkretisiert und unterstützt die eigene kurz- und langfristige Beobachtung der Schüler.** Die Beobachtungen werden nicht auf einer großen Fläche durchgeführt, es ist jedoch ratsam, die Umgebung der Schule, den Park, den Schulgarten usw. zu nutzen.

Natur-kalender

Es ist angebracht, die Beobachtungen der Schüler in „Naturkalendern" zu erfassen, wo insbesondere folgendes geschrieben werden kann:

- Wetteränderungen (Temperatur, Niederschlag, Luftstrom, Bewölkung),
- weitere beobachtbare Veränderungen an Pflanzen (Sprossenbeginn, Blattsprießen, Pflanzenblüte, Blattabfall, Obstreifung usw.)
- Veränderungen im Tierleben (Aktivität, Welpen, Vorkommen usw.)
- Veränderungen in der Arbeit und im Leben der Menschen (Arbeit auf dem Feld, Pflege der Kommunikationen, Arbeit in Wohngebäuden, Freizeitaktivitäten, Feiern, wichtige Feiertage usw.).

Es ist sehr wichtig, die Beobachtungen regelmäßig und korrekt zu machen, um aus ihnen Schlussfolgerungen ziehen zu können. Es regt das Interesse der Schüler an Natur und Naturgeschichte an, entwickelt ihre Beobachtungsfähigkeit im Sinne einer Forschungsmethode und stärkt die Motivation und das Verständnis für die Bedeutung von Naturschutz. Im Unterricht ist es notwendig, auf verschiedene Interessen der Schüler zu achten, ihre Fähigkeit zu vergleichen, ihr Denken und die Diskussion eigener Erfahrungen und Erfa-

hrungen zu unterstützen. Die im Laufe des Jahres erlernten Lektionen werden unterstützt, wenn die Schüler sich mit der natürlichen Umgebung vertraut machen, nicht nur im schulischen Umfeld (Spaziergänge, Ausflüge), sondern auch in Zusammenarbeit mit der Familie der Schüler.

Schlüsselwörter:

phänologisches Konzept
Beobachten der Veränderungen in der Natur
Herbst, Winter, Frühling, Sommer
Wetter
Pflanzen
Tiere
Mensch
Frühling- und Herbst-Tagundnachtgleiche
Winter- und Sommersonnenwende
Naturkalender
Forschung

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Jahreszeiten

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundkenntnisse zum Thema „Jahreszeiten" vorgestellt, die aus Sicht des phänologischen Naturbegriffs relevant sind. **Die Jahreszeiten werden so besprochen, wie sie im Laufe des Schuljahres auftreten (also beginnend mit Spätsommer oder Herbst je nach Schuljahresbeginn). Die typischerweise verwendete Abfolge der Jahreszeiten beginnend mit dem Frühling ist lediglich eine von Menschen entwickelte Strukturierungshilfe.** Astronomen bestimmen die Jahreszeiten anhand der Position der Sonne. Meteorologen bestimmen die Jahreszeiten entsprechend den Wetteränderungen. Der Herbst beginnt meteorologisch am ersten September. Der Unterschied zwischen dem Beginn des Herbstes bei Astronomen und Meteorologen ist darauf zurückzuführen, dass Änderungen der Oberflächentemperatur der Erde gegenüber dem Sonnenlauf verzögert werden, da zur Erwärmung bzw. Abkühlung der Erdoberfläche eine gewisse Zeit benötigt wird. Die Jahreszeiten wechseln sich ab, weil die Erdachse geneigt ist und sich der Winkel der Sonnenstrahlen ändert.

2.1.1 Wetter in einzelnen Jahreszeiten

Herbst

Astronomen zufolge kennzeichnet das **Herbstäquinoktikum**, zwischen dem 21. und 24. September, an dem **Tag und Nacht gleich lang sind** (12 Stunden) den Herbstanfang. Laut Meteorologen ist für den Beginn des Herbstes der Charakter des Wetters wichtig, der sich um Anfang September herum ändert.

Für Herbstwetter ist typisch:

- Temperatur sinkt, Nebelbildung (Nebel ist Wasserdampf, der sich in kühleren Luftschichten über dem Boden abkühlt) und Reif (Nebel lagert sich an kalten Objekten und der Natur ab, der Reif entsteht). Die Schüler messen die Temperatur mit Thermometern, die nicht direkt von der Sonne bestrahlt werden. Messungen werden mehrmals täglich in regelmäßigen Abständen durchgeführt (um die erfassten Daten zu vergleichen).
- Erhöhter Luftstrom, d. h. windiges Wetter. Größere Unterschiede in der Lufttemperatur nachts und während des Tages verursachen einen stärkeren Luftstrom, wenn warme Luft nach oben steigt und kühle Luft an ihren Platz strömt. Dies führt zu einer ständigen Bewegung und Zirkulation von warmer und kalter Luft. Die Richtung und Stärke des Windes werden mit einem Windmessgerät erfasst.
- Größere Intensität der Niederschläge. Die Erhöhung des Luftstroms führt auch zu mehr Bewölkung. Die Niederschlagsmenge kann in der Schulpraxis mit einem selbstgebauten Regenmesser erfasst werden.

Winter

Der Winteranfang ist laut Meteorologen am 1. Dezember, der astronomische Winteranfang ist die **Wintersonnenwende** (21. – 23. Dezember). Zur Wintersonnenwende ist **der Tag am kürzesten und die Nacht am längsten**. Die Sonne geht am weitesten südlich im Osten auf und am weitesten südlich im Westen unter.

Für Winterwetter ist typisch:

- Größere Wolken, Niederschlag in Form von Schneeflocken. Schnee schützt die Pflanzen vor Frost und erhöht die Wasservorräte in Form von Schnee und Eis. Schnee und Eis verändern die Zirkulation von Wasser in der Natur.
- Eine niedrige Temperatur führt zum Gefrieren von Wasseroberflächen. Eis hat ein größeres Volumen und ein geringeres Gewicht als Wasser und schwimmt daher auf dem Wasser. Am Grund tieferer Teiche und Seen wird das Wasser niemals gefrieren. Wasser mit 4 ° C hat die höchste Dichte und sinkt daher nach unten.

Frühling

Der Frühling beginnt laut Meteorologen am 1. März, der astronomische Frühlingsanfang ist am 20. – 21. März mit der **Frühjahrs-Tagundnachtgleiche. Der Tag ist ungefähr so lang wie die Nacht** (12 Stunden). Allmählich werden die Tage länger, die Sonne steigt höher und ist länger sichtbar. Die Schatten von Objekten verkürzen sich, da die Sonnenstrahlen in einem senkrechteren Winkel einfallen.

Für Frühlingswetter ist typisch:

- Temperaturerhöhung, Wettervariabilität und nachts Frost.
- Das Schmelzen von Schnee und Eis verursacht Überfluten und Gießen von Flusswasser von Banken.
- Im Frühling ist windiges Wetter häufiger, da sich die Erdoberfläche ungleichmäßig erwärmt. Es gibt größere Unterschiede zwischen den Nacht- und Tagestemperaturen. Warme Luft steigt auf und strömt kalte Luft aus, der Luftstrom ist daher intensiver. Er bringt auch Niederschläge mit.

Sommer

Der Sommer beginnt laut Meteorologen am 1. Juni, der astronomische Sommeranfang ist am 21. – 22. Juni zur **Sommersonnenwende**. Der Tag der Sommersonnenwende hat **den längsten Tag und die kürzeste Nacht**. Die Sonne geht am weitesten im Nord-Osten auf und am weitesten im Nordwesten unter. Die Mittagschatten von Objekten sind kurz, da die Sonne am höchsten im Zenit steht.

Für Sommerwetter ist typisch:

- Höhere Sommertemperaturen.
- Häufigere Gewitter – elektrische Entladungen in der Atmosphäre und damit verbunden Blitz und Donner.

2.1.2 Pflanzen in den Jahreszeiten

Herbst

Pflanzen im Herbst:

- **Blätter der Bäume färben sich und fallen ab.** Bei Abwesenheit von Sonnenlicht und Senkung von Temperatur hört die Photosynthese auf. Nährstoffen werden in den Stämmen der Bäume und den Wurzeln der Pflanzen gespeichert. Die Zusammensetzung der Pflanzenfarbstoffe ändert sich. Bei niedrigen Temperaturen ist die Wasseraufnahme der Pflanzen über ihre Wurzeln begrenzt oder unmöglich. Blätter stellen eine große Verdunstungsfläche für die Pflanze dar, daher werden sie abgeworfen. Nur immer grüne Laubpflanzen und Koniferen (außer Fichten) haben Blätter, die durch eine Kutikula-Schicht, eine wachsartige Schicht, geschützt. Diese Pflanzen können die Blätter behalten, weil sie vor Wasserverlust und Einfrieren geschützt sind.
- **Obst- und Samenernte.** Das Reifen der Früchte ist wichtig für die Verbreitung von Pflanzen. Einige Pflanzen haben Früchte oder Samen, die mit „Anbringvorrichtungen" ausgestattet sind, z. B. Haken an der Klettenfrucht, Hakenhaare beim Echten Labkraut und andere. Sie verwenden für ihre Verbreitung Tiere. Andere Pflanzen nutzen für ihre Verbreitung den Wind. Ihre trockenen Früchte, die nicht aufspringen, haben unterschiedliche „Flugvorrichtungen", z. B. Flügelchen (Ahorn, Ulme, Esche), Blumendeckblätter (Lindenfrüchte) und andere. Die menschliche Tätigkeit trägt ebenfalls wesentlich zur Die Verbreitung von Pflanzen bei (Landwirtschaft, Verkehr usw.).
- Bis Oktober blüht auch die Herbstzeitlose auf den Wiesen. Die Pflanze blüht im Herbst, bildet ihre aber Früchte erst im Frühling. In einem Jahr produziert sie zuerst Früchte und dann Blüten. Die Herbstzeitlose ist eine der giftigsten Pflanzen.
- **Wachstum von Herbstpilzen**, z. B Hallimasch.

Winter

Der Winter ist eine Zeit vegetativer Ruhe für Pflanzen, so dass wir den Aufbau und das allgemeine Erscheinungsbild von Bäumen und Sträuchern besser betrachten können. Einige Pflanzen behalten ihre Blätter im Winter und sind immergrün, neben Nadelbäumen und einigen Laubhölzern, z. B. Heidekraut, Efeu, Stechpalmengewächse Mahonien, Rhododendren.

Pflanzen im Winter:

- Im Winter **wächst** in den Baumkronen die **Mistel**, ein Symbol für Weihnachten. Sie ist eine halbparasitäre Pflanze und verbreitet sich durch weiße klebrigen Beeren ausgebreitet, von denen sich Vögel ernähren. Die Mistel wächst sehr langsam.
- Im Winter ist es möglich, die **Flechten** (Cladonien, Blasenflechten usw.) zu beobachten.

Frühling **Pflanzen im Frühling:**

- Bäume und Sträucher wachsen und entwickeln **Blätter und Blüten**. Ende Februar oder Anfang März sieht man Knospen aus denen die Blüten hervorgehen. In den Schwarz-Erlen erscheinen im Februar häufig männliche Blütenlämmer. Ebenso können wir im März an Salweiden männliche Blüten sehen, die allgemein als „Kätzchen" bezeichnet werden. Ende März erschließen sich auch auf Europäische Lärchen Nadelbündeln und gleichzeitig erscheinen gelbe männliche und rote Sandsteinblüten in kleinen Zapfen.
- **In Gärten und Parks blüht** die gelbe Forsythie, die rosafarbene Japanische Kirschblüte und die Magnolien.
- Mehrjährige krautige Pflanzen überwinterten als unterirdische Knollen, Zwiebeln oder Rhizome. **Die ersten Frühlingspflanzen erscheinen.** Eine häufige Frühlingspflanze ist das Schneeglöckchen. Sie werden oft mit dem Märzenbecher verwechselt, dessen weiße Blütenblätter gelbgrüne Spitzen aufweisen.
- In Gärten und Parks wachsen Blühpflanzen aus Blumenzwiebeln, zum Beispiel Narzissen, Tulpen, Krokusse, Hyazinthe und andere.
- Typische Frühlingsblumen sind die Echte Schlüsselblume, Leberblümchen, Buschwindröschen, Scharbockskraut mit gelben Blüten, Geflecktes Lungenkraut, Veilchen und andere.
- An Wegrändern ist Huflattich zu sehen. In der Nähe der Bäche und auf den feuchten Wiesen findet man die Sumpfdotterblume. Auf den Wiesen blühen Löwenzahn und Gänseblümchen.
- Auf den Feldern wächst **Frühlingsweizen**, dessen Pflanzen eine deutlich grüne Farbe aufweisen sowie die gelbgrüne Frühjahrsgerste.
- In Gemüsegärten und -feldern wird **Gemüse gesät**, mit Kartoffeln und Setzlingen von Salat und Kohlarten (Kohlrabi, Blumenkohl, Rot-, Weißkohl, Grünkohl, Wirsing).
- Die ersten **Frühlingspilze** erscheinen in den Wäldern, z. B. Speise-Morchel, Maipilz und andere.
- Am Ende des Frühlings bis in den Sommer hinein blühen Linde, Eberesche, Holunder, Ahorn, Kastanien und andere.

Sommer **Pflanzen im Sommer:**

- **Vegetationsspitzenzeit der Pflanzen.** Die Mehrzahl der Wiesenpflanzen blüht, zum Beispiel Margerite, Gemeine Schafgarbe, Kuckucks-Lichtnelke, Wiesen-Glockenblume, Scharfer Hahnenfuß, Weißklee und andere.
- Die Periode des **stärkeren Wachstums von Pilzen**, die typisch für die Sommerperiode sind (Wiesen-Champignon usw.).
- **Das Getreide reift, Erntesaison ist von Mitte Juni bis Ende August.** Im Sommer blühen Kartoffeln. Ende August reift Hopfen.
- **Süß- und Sauerkirschen** und Sommersorten von Äpfeln und Birnen **reifen** in Obstgärten.
- Im Garten **werden** Erdbeeren, Gurken, Melonen, Tomaten, Paprikas und anderes Obst und Gemüse **geerntet**.

2.1.3 Tiere in den Jahreszeiten

Tierleben im Herbst: **Herbst**

- **Die Aktivität von Insekten und wirbellosen Tieren nimmt ab:** Sie suchen Schutz an verschiedenen versteckten Orten in der Natur und in menschlichen Behausungen. Ameisen bewegen sich allmählich zu tieferen unterirdischen Teilen des Ameisenbaus, wo sie sich selbst, Larven und Puppen vor dem Einfrieren geschützt sind. Es gibt einige Ausnahmen: die zweite Generation der Apfelwickler schlüpft und Blattläuse paaren sich und legen befruchtete Eier ab. (Im restlichen Jahr vermehren sich Blattläuse über unbefruchtete Eier.
- Schnecken suchen unter Blättern nach Schutz und verschließen das Schneckenhaus mit einem Calcium-Deckel. Im Herbst schwimmen Fische zum Grund des Wassers, wo sie überwintern. Sie reduzieren ihren Stoffwechseln, manche schwimmen gemächlich herum, andere fallen in eine Art Winterstarre. Im Herbst werden auch die Fischteiche abgefischt (drei- und vierjährige Karpfen und andere Fischarten).
- **Amphibien** (Salamander, Frösche) und **Reptilien** (Eidechsen, Schlangen) suchen Schutz in Höhlen, Baumstümpfen, Erdlöchern usw. Oft findet man mehrere Tiere verschiedener in einem Winterquartier. Kröten verkriechen sehr früh, Ende September, in unterirdische Höhlen. Frösche suchen etwas später ihr Winterquartier auf, sie überwintern meistens am Boden der Teiche im Schlamm. Die Körpertemperatur all dieser Tiere ist von der Umgebungstemperatur abhängig. Sie fallen daher in eine Winterstarre.
- **Schwarmbildung und Abwanderung von Zugvögeln.** Der Grund für den Vogelzug ist hauptsächlich der Mangel an geeigneter Nahrung im Winter. Die Orientierung der Vögel während des Zugs ist noch nicht völlig geklärt und ist wahrscheinlich bei verschiedenen Vogelarten unterschiedlich. Eine Rolle spielen sowohl optische Anhaltspunkte wie Flüsse und Berge als auch die Position der Sonne und der Sterne und das Magnetfeld der Erde. Ein Teil der Vögel bleibt auch im Winter in Deutschland.
- Säugetiere verändern ihr Verhalten und ihre Lebensweise im Herbst. Einige Arten **sammeln Nahrungsvorräte und suchen Schutz**. Erst Ende Oktober bauen Igel Winterlager aus trockenem Gras und Blättern unter Holz- oder Blätterhaufen oder in verschiedenen Löchern für ihren Winterschlaf. Der Europäische Maulwurf gräbt im Herbst Gänge in tiefere Erdschichten, die nicht einfrieren. Dort findet er im Winter leichter Nahrung, da auch seine Beutetiere (Insekten, Würmer) sich tiefer eingraben. Fledermäuse überwintern mit dem Kopf nach unten hängend in Höhlen, Kellern, Böden usw. Eichhörnchen sind im Herbst sehr aktiv. Sie sammeln die verschiedenen Samen und Früchte, die sie in Astgabeln und Baumspalten verstecken oder im Boden vergraben. Säugetiere bekommen im Herbst ein Winterfell. Allmählich fällt das Sommerfell aus und ihnen wächst das dickere und dichtere Winterfell, das nicht nur vor Kälte schützt, sondern oft auch der Tarnung in einer verschneiten Umgebung dient. Im Herbstwald, von Mitte September bis Anfang November, ertönt das Röhren, der Brunftruf der Hirsche.

Tierleben im Winter: **Winter**

- **Die Abwesenheit** von vor allem **Wirbellosen, Amphibien und Reptilien. Es fehlen viele Vogelarten** und einige **Säugetiere**, die **Winterschlaf haben**.
- Wir finden Spuren von Tieren (Fußabdrücke, Speisereste, Verbiss, Kot usw.).
- Viele **Fische** bilden **am Boden der Gewässer Schwärme**. Rotaugen sind auch in kühlem Wassert aktiv, so dass wir sie manchmal an nicht zugefrorenen Rändern von Seen beobachten können. Flussbarsche bereiten sich auf das Frühlingslaichen vor und jagen bereits am Ende des Winters. Die Bachforelle (Salmo trutta fario) und die seltene Quappe (Lota lota) laichen bereits im Winter.

- Niedrige Temperaturen und das Fehlen von Nahrungsmitteln zwingen Vögel dazu, sich im Winter den menschlichen Behausungen zu nähern (Kohlmeisen, Edelfinken, Gimpel, Kleiber usw.). Durch die Fütterung tragen wir zum Schutz von Vogelarten bei.
- Ab Januar bis in den März kommen die Lämmer zur Welt.

Frühling

Signifikante Zeichen im Tierleben im Frühling sind:

- **Erhöhte Aktivität von Wirbellosen** (Bienen und Hummeln). Im nicht mehr gefrorenen Boden findet man Regenwürmer, unter den Büschen und im Gras Schnecken.
- Die **meisten Fische laichen im Frühling**. Das Weibchen legt Laich an geeigneten Stellen, in Mulden am Boden, im Grübchen im Sand, an Wasserpflanzen und dergleichen ab. Das Männchen besprüht sie dann mit Fischmilch. Sehr früh im Frühjahr laichen die Hechte. Kleine Hechte fressen zuerst Plankton und jagen später Fische einschließlich ihrer eigenen Art.
- **Amphibien und Reptilien sind ebenfalls aktiv.** Frösche und Kröten suchen nach geeigneten Gewässern zum laichen. Weibchen legen Eier in Ballen oder Strängen im Wasser ab, die von den Männchen befruchtet werden. Aus den Eiern entwickeln sich Kaulquappen, die zunächst im Wasser leben (Atmen mit Kiemen). Allmählich entwickeln sie ihre Lungen und Gliedmaßen und sie können an Land leben. Ebenso vermehren sich die Molche im Frühling.
- **Eidechsen und Schlangen** tauchen aus ihren Höhlen auf, zum Beispiel Zauneidechse, Waldeidechse, Blindschleiche, Ringelnatter, Äskulapnatter, Schlingnatter, Würfelnatter und Kreuzotter.
- Im Frühjahr **kehren die Zugvögel zurück**. Zu den ersten gehören Feldlerchen, später Stäre, Drosseln und andere. Ende März und Anfang April kommen Haubentaucher, Rohrdommeln, Wachtelkönige und Graugänse zum Wasser zurück. Von März bis April kehren Störche zurück und suchen nach erhöhten Standorten in der Nähe von menschlichen Häusern für den Bau von Nestern. Ende März kehren Rauchschwalben zurück und etwas später fliegen auch die Mehlschwalben zurück.
- Im Frühling wachen Tiere aus dem Winterschlaf auf, zum Beispiel Igel, Maulwürfe und Dachse. Sie nehmen jetzt viel Nahrung auf, um ihre Fettreserven zu ergänzen. Für Kaninchen beginnt die Paarungszeit. Im Mai werden viele junge Säugetiere (Rehkitze, Hirschkälber, Frischlinge (Wildschweinferkel)) geboren.
- Die Säugetiere wechseln vom Winter- zum Sommerfell.
- Einige Vogelarten kämpfen um Brutreviere, die Nester werden gebaut.

Sommer

Tierleben im Sommer:

- **Aktivität von Insekten**, bunte Schmetterlinge, Käfer, Bienen, Wespen, Mücken, aber auch Milben, Zange.
- **Amphibien- und Reptilien:** Gequake von Fröschen, Reptilien wärmen sich an sonnigen Orten.
- **Gesang von Vögeln** und deren Aktivität.
- Säugetiere führen die heranwachsenden Jungtiere.

2.1.4 Aktivität von Menschen in den Jahreszeiten

Aktivitäten im Herbst: **Herbst**

- **Ernte von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen:** Kartoffeln (Frühkartoffeln bereits ab Juni), Rüben (je nach Sorte bis in den Winter), Weinreben, Kohl und weiterem Gemüse und Obst. In Zuckerfabriken werden Zuckerrüben zu verschiedenen Formen verarbeitet: Haushaltszucker, Puderzucker, Kandis, die aber chemisch gesehen identisch sind. Zudem wird Zuckerrübensirup hergestellt. Die Abfallprodukte (Rübenschnitze, Melasse) werden als Futtermittel für Vieh verwendet, Melasse auch zur Lebensmittel- und Alkoholproduktion. Brennereien verwenden unterschiedliche Rohstoffe zur Alkoholherstellung, z.B. Getreide (Kornbrand, Whisky), Kartoffeln, Melasse, Obst (Obstbrände). Aus Kartoffeln wird zudem Stärke hergestellt (Tipp für Lehrkräfte: Kinder lieben es, mit Stärke zu hantieren, die besondere Struktur zu ertasten: Stärke in einer Schüssel mit Wasser vorsichtig aufgießen und Kinder ertasten lassen, wie sich nasse Stärke anfühlt, sich nach mit der Flüssigkeit verbindet, Alternativ: Kartoffeln sehr fein reiben, Saft auffangen und warten, bis sich die Stärke absetzt.) Konservenfabriken und Tiefkühlhersteller verarbeiten Obst und Gemüse. Auch in einigen Familien wird Obst und Gemüse eingekocht oder eingefroren.
- **Sammlung von Heilpflanzen**, z. B. Wegwarte, Schafgarbe, Spitzwegerich
- **Pflügen der Felder**, Wintergetreide wird ausgesät.
- Bäume und Sträucher werden gepflanzt, Zwiebeln gesetzt.
- **Teichabfischungen** und die Vorbereitung der Zuchtteiche auf den Winter.
- **Die Hauptjagdsaison** beginnt. Sie endet erst im neuen Jahr.
- In den Herbst fallen viele **Erntedankfeste**, z.B. Erntedankgottestdienste in christlichen Kirchen, Erntedankumzüge, im Judentum das Laubhüttenfest (Sukkot).
- Zu **Allerseelen** besuchen Menschen christlichen Glaubens die Friedhöfe und erinnern sich an ihre verstorbenen Verwandten und Bekannten. Am Tag zuvor, an Allerheiligen wird der Heiligen gedacht. Der Vorabend von Allerheiligen wird neuerdings als Halloween (All hallows‘ eve) begangen, eine Tradition, die ursprünglich aus dem katholischen Irland stammt und über die USA nach Deutschland kam. Kinder ziehen (oft gruselige) Kostüme an und ziehen von Haus zu Haus um Gaben zu bekommen. In Süddeutschland kann der Bezug zur Tradition des Rübengeistern den Kindern vermittelt werden, in Norddeutschland zur ursprünglichen Form des Martinisingens (ev.) bzw. Martinssingens (kath.) (nicht zu verwechseln mit den neueren Martinsumzügen). Ebenfalls im Herbst, im September, liegt das jüdische Neujahrsfest (Rosch ha-Schana). In den darauffolgenden zehn Tagen bis zum höchsten Feiertag Jom Kippur haben die Menschen Zeit ihre Taten im vergangenen Jahr zu überdenken und mögliches Unrecht wiedergutzumachen, z.B. sich bei anderen zu entschuldigen. Jom Kippur selbst, der Tag der Versöhnung mit Gott und den Mitmenschen, ist ein Buß- und Fastentag und fordert zu Umkehr und Besserung auf. Islamische Feste verschieben sich mit jedem Jahr. 2020 liegt die Feier der Geburt des Propheten und Religionsgründers Mohamed im Herbst.

Aktivitäten im Winter: **Winter**

- Jagdpächter oder Jagdrevierinhaber sind verpflichtet, sich um die **Winterfütterung der Wildtiere** zu kümmern das diese aufgrund der zu klein gewordenen Lebensräume und Rückzugsgebiete im Winter nicht mehr genug Futter finden.
- Obstbaumschnitt
- Der **Winterdienst** räumt Schnee auf den Straßen und bringt Streumittel aus.
- Es ist **Wintersportsaison:** Skifahren, Schlittschuhlaufen, Rodeln und vieles mehr.

- Christen feiern mit **Weihnachten** die Geburt Jesu, seit Anfang des 19. Jahrhunderts wird in den meisten Familien ein Weihnachtsbaum aufgestellt. Juden begehen das Lichter- und Weihefest **Channukka**, dass ebenfalls ein Familien- und Freudenfest ist, an dem die Kinder Geschenke bekommen

Frühling

Aktivitäten im Frühling:

- **Arbeiten in Gärten**, Vorbereiten von Frühbeeten und Gewächshäusern, Vorbereitung der Saat und Setzen von Sämlingen
- **Felder** und **Wiesen** werden abgeschleppt und geeggt und si auf das **Aussäen der Frühsaaten** (Hafer, Gerste, Frühlingskorn und Frühlingsweizen) vorbereitet. Am Ende des Frühlings werden Kartoffeln, Kohl und andere Gemüse gepflanzt.
- Ein wichtiger christlicher Feiertag ist **Ostern**, mit dem die Auferstehung Jesu gefeiert wird. Ostern wird von vielen Bräuchen und Traditionen begleitet, die das Erwachen der Natur und das beginnende Wachstum symbolisieren (z.B. Ostereier, Lämmer, Küken). Etwa zur gleichen Zeit feiern Juden das Pessach-Fest, mit dem an die Befreiung des jüdischen Volkes aus der ägyptischen Gefangenschaft erinnert wird. In den Jahren 2020 bis 2015 liegt auch die Fastenzeit der Muslime, der Ramadan und das anschließende große Fest des Fastenbrechens („Zuckerfest“) im Frühjahr.
- Ein weiterer Feiertag ist der 1. Mai, der international als Tag der Arbeit (erbewegung) gefeiert wird, und an den Generalstreik vom 1. Mai 1886 in den USA erinnert. In Deutschland ist der 1. Mai mit vielen Frühlingsbräuchen wie dem Tanz in den Mai und dem Maibaumstellen verbunden. Das ist darauf zurückzuführen, dass im Mittelalter an diesem Tag der Beginn des Frühlings gefeiert wurde.

Sommer

Aktivitäten im Sommer:

- Im Sommer wird das Getreide geerntet, außerdem Kirschen, Beeren und verschiedene Gemüse.
- Der Sommer ist Ferien- und Urlaubszeit. Die Menschen sind viel im Freien.
- Im Sommer betreiben die Menschen typische Sommersportarten, z. B. Schwimmen, Radfahren, Surfen und dergleichen.

2.1.5 Vorschläge für Schüleraktivitäten in einzelnen Jahreszeiten

Herbst

- Spaziergänge in der Natur verbunden mit verschiedenen Aktivitäten, Beobachtung und Experimentieren, z. B. Samen und Früchte und im Kunstunterricht und im Verarbeiten.
- Eine Naturausstellung machen (Ausstellung von Pilzen, Früchten, Blättern). Blatt- und Rindenabdrücke erstellen und für vielfältige künstlerische Aktivitäten verwenden.
- Sammlung von Samen und Früchten für die Winterfütterung von Vögeln und Wild, z.B. Kastanien, Eicheln, Bucheckern, Hagebutten usw. Herstellung von Futtermischungen für Tiere, z.B. Meisen Knödel.

Winter

- Füttern von Wildvögeln.
- Suche nach Hinweisen auf Tiere (Höhlen, Erdlöcher, Tierspuren im Schnee usw.).
- Die Eigenschaften eines Schneeballs kennenlernen, zu beobachten Schneeball und Eis auf dem Wasser schwimmen.

- Aufzucht und Pflanzung von Pflanzen in Kästen und Blumentöpfen. **Frühling**
- Spaziergang zu landwirtschaftlichen Einrichtungen, Beobachtung von jungen Nutztieren.
- Beobachtung des Lebens in der Natur, Erfassung des ersten Vorkommens von Bienen, der Ankunft von Vögeln, des Auftretens von Tieren, die im Winter versteckt waren usw.

- Frühsommer: Sammeln und Bestimmen verschiedener Gräser **Sommer**
- Ernten von Gewürzkräutern, sammeln und Bestimmen von Wiesenblumen, sammeln von Blättern für ein Herbarium.
- Spaziergang zum Teich und Beobachtung der Wasservögel, Fische und Insekten.

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

1.1 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Lebende Organismen sind in bestimmten Umgebungen zu finden, an die sie angepasst sind. Die Anpassungen an die jeweiligen Umweltbedingungen verschaffen einigen Individuen einen Vorteil gegenüber anderen. Diese besser angepassten Individuen haben mehr Nachkommen und geben so ihre Anpassungen über das Erbgut weiter. Klima-, geologische oder Bevölkerungsänderungen beeinflussen die Umwelt. Auch menschliche Aktivitäten können die Umwelt verändern, oft schneller als die Organismen reagieren können. Mit den möglichen Folgen sowie der Verhinderung dieser Veränderungen beschäftigt sich den Naturschutz.

Schlüsselwörter:

Naturschutz
territorialer Schutz
rote und schwarze Liste
CITES
UNESCO
Artenschutz

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

Diese Darstellung enthält keine umfassende Erklärung des Naturschutzproblems, aber Lehrkräfte finden grundlegende Fakten, die helfen, **Schülerinnen und Schüler zu einem verantwortungsvollen Verhalten gegenüber der Natur anzuleiten. Zunächst definieren wir, was ist die aktuelle Natur und was wird geschützt?** Wir bahndeln wegen der direkten Erfahrbarkeit dieses Aspekts zunächst die Entwicklung der Zerstörung der Natur in Europa. Dann betrachten wir die Fragen des Naturschutzes auf globaler, europäischer und nationaler Ebene.

2.1 Naturschutz

Aktuelle Natur

Während der geologischen Perioden hat sich der Charakter der Natur verändert. Im Quartär (Holozän) wechseln sich die Eiszeiten und die Interglazialperioden (Warmzeiten) ab. Die letzte Eiszeit war durch sehr niedrige durchschnittliche Jahrestemperaturen von -3 bis -4 °C und niedrige jährlichen Niederschlagsmengen von 100-200 mm gekennzeichnet. In unserem Gebiet herrschten Gras- und Zwergstrauchsteppen vor. In Interglazperioden (auch jetzt) liegen die durchschnittlichen Jahrestemperaturen bei 13 °C und die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge bei 800-1000 mm. **Für die gegenwärtige Natur betrachten wir den Zustand seit der letzten Eiszeit, d. h. die letzten 10-15.000 Jahren.**

Entwicklung der Naturzerstörung

Um das 4. Jahrtausend v. Chr. tauchten die ersten Bauern auf. Sie fanden es einfacher, Pflanzen an einem Ort anzubauen, als sie in der freien Natur zu ernten, und Haustiere in der Nähe ihrer Häuser zu halten, als sie in der freien Natur zu jagen. **Die Menschen begannen damit, Feldfrüchte anzubauen und damit die natürlichen Ökosysteme zu beeinträchtigen** (siehe Kapitel - Ökosysteme). **Die Rodung von Wäldern** erfolgte, **um für die Landwirtschaft geeigneten Flächen zu gewinnen**. Insbesondere im Mittelalter wurden große Flächen abgeholzt um Ackerland zu gewinnen und Wälder als Waldweiden genutzt. Holz war Heizmaterial, Energiequelle für das Handwerk (Schmiede, Glas- und Kerzenherstellung) Baumaterial und Ausgangsmaterial für Gebrauchsgegenstände. Wichtig war es auch für den Schiffsbau der zu Zeiten der Hanse von enormer Bedeutung war. Die Waldvernichtung war enorm, sodass im 18. Jahrhundert Aufforstungen notwendig wurden. Der preußische König Friedrich der Große befahl daher Bäume anzupflanzen. Die nächste große Beeinträchtigung der Natur erfolgte gegen Ende des 18. und frühen 19. Jahrhunderts **im Zusammenhang mit der Industriellen Revolution**. Bergbau zur Kohleförderung prägte ganze Regionen, Industriereviere entstanden. Eisenbahnen und Straßen wurden gebaut, die Städte wuchsen und due Industrialisierung führte zu starker Luftverschmutzung.

Internationaler Naturschutz

Naturschutz umfasst auch Aktivitäten, die nicht auf ein Land oder die Europäischen Union beschränkt sind. Ein Beispiel sind Probleme mit der Reinhaltung der Flüsse. Diese fließen über die Grenzen und man muss sich über ihren Schutz verständigen. Dies war der Grund für bilaterale oder trilaterale Vereinbarungen. Oft reicht das aber nicht aus. Daher müssen einige Probleme auf internationaler Ebene angegangen werden. Ein Beispiel für das internationale Übereinkommen ist das **Übereinkommen über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten (CITES)**, das sich mit dem Artenschutz auf internationaler Ebene befasst.

Ein Beispiel für eine internationale Organisation ist die **UNESCO (United Nation's Educational, Scientific and Cultural Organization)**. Sie wurde 1946 in Paris gegründet. Sie hat mehrere Tätigkeitsbereiche, darunter Bildung, Kultur, Kommunikation und Informa-

tion sowie Naturwissenschaften. Die UNESCO proklamiert in dem Programm „Der Mensch und die Biosphäre“ die so genannten **Biosphärenreservate, großflächige Schutzgebiete, die typische Landschaftssysteme umfassen. Sie verfolgen vier Hauptziele**:

1. Erhaltung der natürlichen Artenvielfalt und kulturellen Vielfalt
2. Modell für die Landbewirtschaftung und für Ansätze der nachhaltigen Entwicklung
3. Forschung, Umweltbeobachtung, Bildung und Ausbildung
4. Umsetzung des Konzepts der Biosphärenreservate

In Deutschland gibt es 16 solcher Gebiete, die als Biosphärenreservate bezeichnet werden. Manche davon umfassen auch Nationalparks. Sie enthalten immer eine Kernzone, die in ihrem Schutzstatus einem Naturschutzgebiet entspricht (s.u.).

Naturschutz in der Europäischen Union

Eine für den Naturschutz wichtige, internationale **Nichtregierungsorganisationen und Bürgervereinigungen** ist die **IUCN (International Union for Conservation of Nature)**, die über mehrere Expertenkommissionen verfügt, von denen die über 8.000 Mitglieder umfassende *Species Survival Commission (SSC)* von großer Bedeutung ist. Die IUCN befasst sich mit Feldforschung, Rettungsprogrammen und erstellt die **Rote Liste gefährdeter Arten** (www.redlist.org), die weltweit vom Aussterben bedrohte Tier- und Pflanzenarten enthält. **Bundesländer oder Naturschutzverbände erstellen auf dieser Basis ihre eigenen, räumlich begrenzten oder auf spezielle Tier-und Pflanzentypen eingeschränkten Roten Listen.**

Verschiedene EU-Richtlinien zum Umweltschutz werden in Deutschland umgesetzt. Die Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 2009/147/EG) Vogelschutzrichtlinie dient dem Schutz sämtliche wildlebenden Vogelarten, ihrer Eier, Nester und ihres Lebensraums. Deutschland hat 742 Vogelschutzgebiete ausgewiesen (Satnd 2017). Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen 92/43 / EWG) hat zum Ziel, wildlebende Arten, deren Lebensräume und die europaweite Vernetzung dieser Lebensräume zu schützen. Basierend auf diesen Richtlinien hat jeder EU-Mitgliedstaat sein Territorium kartiert, um einen Überblick über das Vorkommen geschützter Pflanzen und Tiere sowie von wertvollen Lebensräumen zu erhalten (Natura 2000-Kartierung). Für den Erhalt dieser Tier- und Pflanzenarten und deren Lebensräume müssen besondere Schutzgebiete eingerichtet werden. Die NATURA-2000-Gebiete bilden ein kombiniertes europäisches ökologisches Netzwerk, bestehend aus Gebieten mit natürlichen Lebensräumen und Artenlebensräumen, in denen der natürliche Zustand erhalten bleiben soll.

Abbildung 128: Natura 2000 Logo (*Quelle: www.nature.cz*)

Deutschland ist an drei **dieser Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (GGBs)** beteiligt. In diesen befinden sich insgesamt über 4500 Schutzgebiete gemäß der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Gebiete). Alle bereits zuvor ausgewiesenen EU-Vogelschutzgebiete sind automatisch Teil von Natura 2000 und unterliegen denselben Bedingungen. Allerdings mahnen Naturschutzverbände an, dass die EU-Richtlinien nur schleppend umgesetzt werden.

2.1.2 Naturschutz in Deutschland

Der Schutz der Natur ist als Aufgabe des Staates in **Artikel 20a des Grundgesetzes** festgeschrieben. Zudem gibt es ein **Bundesnaturschutzgesetz** (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege) und Naturschutzgesetze der Länder. Auf Bundesebene ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (kurz: Bundesumweltministerium) verantwortlich. Natur- und Artenschutz ist nur eine der Aufgaben des Bundesumweltministeriums neben z.B. Klima, Abfall, Wasser, Luftverschmutzung usw.

In Deutschland gibt es insgesamt 8710 Naturschutzgebiete nach dem Bundesnaturschutzgesetz. In diesen Gebieten stehen Natur und Landschaft unter besonderem Schutz und die Nutzung ist eingeschränkt. Die Gebiete dürfen nicht verändert oder wirtschaftlich genutzt werden. (Bereits bestehende Nutzungen können aber möglicherweise erhalten bleiben.) In einigen Naturschutzgebieten darf man nicht von den ausgewiesenen Wegen abweichen, andere darf man ganz oder teilweise gar nicht betreten. Jagd- und Fischereirechte können eingeschränkt sein usw. Einige Naturschutzgebiete sind gleichzeitig FFH-Gebiete oder Teile davon.

Zudem sind in Deutschland 16 Nationalparks ausgewiesen, z.B. Nationalpark Bayrischer Wald, Nationalpark Harz, Nationalpark Schwarzwald, Nationalpark Sächsische Schweiz, Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Diese Gebiete dienen nicht nur dem Naturschutz, sondern auch der Forschung, naturbezogenen Bildung und Erholung. Die meisten dieser Nationalparks erfüllen aber nicht die Anforderung der IUCN für Nationalparks.

Auch die 105 Naturparks in Deutschland dienen dem Natur- und Landschaftsschutz. Die Grundidee ist die Verbindung von umweltgerechter Landnutzung und Naturschutz, um z.B. durch nachhaltigen Tourismus und Naturerleben die Akzeptanz für Naturschutz in der Bevölkerung zu erhöhen.

2.1.3 „Besonderer“ und „strenger“ Artenschutz

In Deutschland unterscheiden wir besonders geschützte und streng geschützte Arten nach dem Bundesnaturschutzgesetz. Bei der Festlegung werden die internationalen Vorgaben beachtet. Besonders geschützte Arten sind z.B. alle in Europa wildlebenden Vogelarten. Einige der besonders geschützten Arten gelten als streng geschützt. Die geschützten Arten dürfen nicht gefangen, gestört, getötet und nur eingeschränkt oder gar nicht besessen oder gehandelt werden.

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

Das Hauptziel ist zu erklären, dass die **Materie selbst nicht verschwindet bzw. die Gesamtmenge Materie in einem geschlossenen System konstant bleibt**. In einem solchen System geht Materie nicht verloren, sondern werden allenfalls an einen anderen Ort verschoben oder in eine andere Form überführt (umgewandelt). Wenn wir etwas produzieren, haben wir ein Ausgangsmaterial verwendet. Wenn wir es nicht mehr brauchen, können wir es wegwerfen. Allerdings sammeln sich diese dann an einer bestimmten Stelle und das Problem der Entsorgung ist damit nicht gelöst. Die Lösung ist das **Recycling**, so dass wir **das nicht mehr benötigte Material verwenden können, um andere Dinge herzustellen, ohne viel neues Material zu brauchen**. Wenn wir recyceltes Material verwenden, um etwas herzustellen, können wir der Verbrauch von Rohstoffen senken. Für alles was

wir herstellen, benötigen wir Rohstoffe, die bereits auf der Erde vorhanden sind, da uns Weltraummaterialien nicht zugänglich sind. Wir konzentrieren uns in diesem Kapitel auf den ökologischen Aspekt. **Wir beschäftigen uns sowohl mit Abfallsortierung als auch mit Abfallvermeidung.**

1.1 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Die Schüler verstehen die grundlegenden Umweltprobleme und derne zusammenhänge mit unserer modernen Lebensweise besser. Sie verbessern ihre feinmotorischen Fähigkeiten durch die Arbeit mit nicht traditionellen Materialien. Sie können nach mündlicher Anweisung arbeiten. Durch das Erfüllen dieser drei Hauptteile (ökologische Probleme, Geschicklichkeit und Verstehen von Anweisungen) können sie künftig Abfälle besser unter Recycling-Gesichtspunkten sortieren.

Schlüsselwörter:

Recycling
Upcycling
Downcycling
Abfallmaterial

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Abfall und Recycling, Abfall sortieren

Da es immer mehr Abfall gibt, wird Recycling immer bedeutsamer. Zum Beispiel stieg die Abfallmenge in der EU von 2010 bis 2012 um 55 Millionen Tonnen. Für eine detaillierte Überprüfung empfehlen wir die Eurostat-Website.[2)]

Glossar der Begriffe

Recycling – Wiederverwendung von Abfällen als Sekundärrohstoff für die weitere Produktion.

Upcycling – Wiederverwendung bei der etwas Neues mit höherer Qualität oder höherem Wert hergestellt wird. Ein Beispiel ist die Verwendung alter Paletten für die Möbelproduktion. Beim Upcycling werden häufig verschiedene Kunstobjekte erstellt, so dass die Feststellung eines „höheren Werts“ schwierig ist.

Downcycling – Wiederverwendung bei der Qualität und Materialwert reduziert werden, oft aus technischen Gründen. Ein typisches Beispiel ist die Verwendung von Papier. Zuerst wird qualitativ hochwertiges Papier hergestellt. Dieses Papier wird recycelt und kommt als Recycling-Schreibblock o.ä. in den Handel. Beim weiteren Recycling wird Verpackungspapier oder -karton daraus hergestellt.

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

In Übereinstimmung mit der Big Idea von Wynne Harlen (2015) soll in diesem Kapitel die **Bedeutung von Nahrungsmitteln als Energiequelle für Tiere einschließlich des Menschen** behandelt werden. Nahrungsmittel und deren Weiterverarbeitung in Organismen können mit dem Brennstoff (und seiner Verbrennung) im Weltraumfahrzeug verglichen werden. Tierische und menschliche Nahrung besteht aus komplexen organischen Stoffen, die durch Verdauungsprozesse in kleinere Moleküle zerlegt werden, die in das Blut aufgenommen werden können. Über das Blut diese Stoffe zu den einzelnen Zellen, die sie mit Hilfe ihrer Mitochondrien in Gegenwart von Sauerstoff verbrennen. **Das Prinzip ist ähnlich wie bei Verbrennungsmotoren, die Nahrung treibt buchstäblich alle Vorgänge im lebenden Organismus an.**

1.1 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Die Schüler lernen im ersten Schritt Pflanzen und Tieren zu beobachten und festzustellen, wie und wo sie leben und was sie zum Leben brauchen. In der **Gesundheits- und Bewegungserziehung** (SEP 2015) **erfahren sie** auch **etwas über Gesundheit und gesunde Lebensweise**. Die Idee Lebensmittel als Raketentreibstoff lebender Organismen kann die Vorstellungen der Schüler über die Funktionsweise von Tieren, einschließlich des Menschen, sowie über Kenntnisse und Fähigkeiten im Zusammenhang mit gesunder Ernährung und einem gesunden Lebensstil unterstützen.

Im Allgemeinen ist ein gesunder Lebensstil derzeit ein wichtiger Bestandteil der Bildung, da nicht nur der Anteil fettleibiger Menschen in der Bevölkerung steigt, sondern auch das Auftreten anderer Essstörungen wie Anorexie oder Bulimie.

Schlüsselwörter:

Nahrung
Pflanze
Tier
Mensch
gesunde Ernährung

[1] http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=odpady_a_svet_globalni_pohled&site=odpady

[2] http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Waste_statistics/cs

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Nahrung als „Treibstoff“ von Tieren und Menschen

Tiere, einschließlich Menschen, sind **heterotrophe Organismen**, d.h. sie müssen organisch gebundene Energie in Form von Nahrung aufnehmen. Die Nahrung ist dabei **Energie- und Baumaterialien** zugleich. Sie besteht aus **organischen Verbindungen, die von autotrophen Organismen erzeugt wurde**, also Organismen, die nicht auf die Aufnahme organischer Stoffe zur Energiegewinnung angewiesen sind. Meistens handelt es sich um **photoautotrophe Organismen**, also Organismen, die Energie aus Licht gewinnen können (insbesondere Pflanzen, aber auch Cyanobakterien oder Algen). **Die Sonne ist also die primäre Energiequelle auf der Erde**, und die heterotrophen Organismen nutzen die Sonnenenergie indem sie sich von autotrophe Organismen ernähren.

Energie durch Verdauung bekommen

Heterotrophe Organismen erhalten Energie und Baustoffe durch Verdauung. Sie leben von der Biomasse, die von photoautotrophen Organismen produziert wird. Heterotrophe Organismen werden aus dieser Perspektive **Verbraucher** genannt, weil sie das konsumieren, was die **Produzenten** geschaffen haben. Wir teilen die Verbraucher ein in **Pflanzenfresser (Herbivoren)**, **Fleischfresser (Carnivoren)** und **Allesfresser (Omnivoren)** auf. Pflanzenfresser nehmen ausschließlich pflanzliche Nahrung auf, Fleischfresser Fleisch und Allesfresser beide Nahrungsformen.

Mensch

Menschen gehören zu den Allesfressern, es ist natürlich für uns, pflanzliche und tierische Nahrung sowie verschiedene Produkte daraus zu konsumieren. In diesem Zusammenhang werden vegetarische und vegane Ernährung oft als alternative Ernährungsstile diskutiert. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass tierische Produkte bestimmte Substanzen (Omega-3-Fettsäuren, Vitamin B12, Eisen, Zink) enthalten, die nicht vollständig durch eine Pflanzenkost ersetzt werden können. Daher empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. von einer rein vegetarischen Ernährungsweise für Kinder und Jugendliche Abstand zu nehmen um Mangelernährung zu vermeiden. Eine vegane Ernährung ist noch kritischer zu sehen. In jedem Fall bedarf es besonderer Kenntnisse und einer großen Aufmerksamkeit der Eltern bei der Zusammenstellung einer vegetarischen Ernährung für Kinder.

Essstörungen

Im Hinblick auf die Ernährung bei Kindern werden derzeit Essstörungen wie Übergewicht, Anorexie, Bulimie und andere diskutiert. Eine der Ursachen ist der Umgang und die Einstellung zum Essen in Familien. In einigen Familien ist die Bedeutung, die dem Essen beigemessen wird, zu groß, in anderen wird zu wenig Wert daraufgelegt. Beide Extreme können dann dazu führen, dass das Kind nicht ausreichend abwechslungsreich, zu wenig oder zu viel isst. Ein aktuelles Problem ist auch das Essen in Schulkantinen. Wir können auch die Frage nach gesundem Pausenbrot aufnehmen, die Kinder von Zuhause mitbringen oder in der Schule kaufen.

Im Allgemeinen sollte die Ernährung der Kinder so vielfältig wie möglich sein. Sie sollte alle Nährstoffgruppen enthalten – Kohlenhydrate, Proteine und Fette. Als Kohlenhydratquelle werden Vollkornbrot, Gemüse und Obst empfohlen. Die Proteinquellen können z.B. Käse, Joghurt, hochwertiges Fleisch oder Hülsenfrüchte sein. Als Fettquelle kommen sowohl pflanzliche als auch tierische Fette in Frage. Kinder haben normalerweise keinen erhöhten Cholesterinspiegel, daher ist es kein Problem, ihnen das Pausenbrot mit Butter anstelle von gehärteten Pflanzenfetten zu bestreichen. Die Quelle für Vitamine und Mineralien sind Obst und Gemüse, Vollkornprodukte und bei fettlöslichen Vitaminen insbesondere die pflanzlichen Fette.

Im Allgemeinen sollte die Ernährung der Kinder so vielfältig wie möglich sein. Sie sollte alle Nährstoffgruppen enthalten – Kohlenhydrate, Proteine und Fette. Als Kohlenhydratquelle werden Vollkornbrot, Gemüse und Obst empfohlen. Die Proteinquellen können z.B. Käse, Joghurt, hochwertiges Fleisch oder Hülsenfrüchte sein. Als Fettquelle kommen sowohl pflanzliche als auch tierische Fette in Frage. Kinder haben normalerweise keinen erhöhten Cholesterinspiegel, daher ist es kein Problem, ihnen das Pausenbrot mit Butter anstelle von gehärteten Pflanzenfetten zu bestreichen. Die Quelle für Vitamine und Mineralien sind Obst und Gemüse, Vollkornprodukte und bei fettlöslichen Vitaminen insbesondere die pflanzlichen Fette.

1. THEORETISCHER TEIL DES KAPITELS

Um die Existenz von Klimazonen und die Ursachen des gegenwärtigen Klimas auf der Erde zu verstehen, müssen einige scheinbar unzusammenhängende Fakten miteinander verknüpft werden. **Die Sonne ist die wichtigste Energiequelle für das Leben auf der Erde.** Der Transfer dieser Sonnenenergie findet über Luft und Wasser der Erde (Atmosphäre, Hydrosphäre) statt. Diese Energieübertragung bewirkt, dass sich Wasser auf der Erde weitgehend im flüssigen Zustand befindet.

Wasser im flüssigen Zustand ist eine Grundvoraussetzung für das Leben auf der Erde. Die „große Idee" lautet also: ohne Sonnenenergie und der Verteilung dieser Energie an der Erdoberfläche, die die Existenz von Wasser im flüssigen Zustand ermöglicht, könnte es auf der Erde kein Leben geben. Die Erde ist insofern einzigartig, als sie von der Sonne genau die Menge an Energie erhält, die das Vorhandensein des flüssigen Wassers und damit die Existenz des Lebens, wie wir es kennen, erlaubt.

1.1 Was ist für Grundschülerinnen und Grundschüler bereits erfahrbar?

Schüler der Grundschule im Alter von 7 bis 11 Jahren kennen die grundlegenden Bedingungen des Lebens auf der Erde. Dazu gehören unter anderem Daten zu Klima und Klimavariabilität als Einflussfaktoren auf Lebewesen sowie Informationen zur Anpassung von Organismen an spezifische Umgebungen. In diesem Kapitel wird der Wasserkreislauf, die Position der Erde im Universum und die Bedeutung der Sonne für lebende Organismen behandelt.

Atmosphäre und Hydrosphäre stehen seit 3 Milliarden Jahren in ständiger Wechselwirkung mit lebenden Organismen. Luft, Wasser und Erdboden enthalten große Mengen Stoffe, die von Organismen abgegeben wurden. Die jeweils produzierten und abgegebenen Mengen organischer Stoffe hängen von der Energie der Sonne ab, die jedoch auf der Erdoberfläche ungleichmäßig wirkt. Die durch den unterschiedlich starken Einfall von Sonnenlicht hervorgerufene Ungleichverteilung wird durch die unregelmäßige Verteilung von Land und Ozeanen auf der Erdoberfläche weiter verstärkt. Änderungen in der Position von Landmassen in der geologischen Vergangenheit und die sich daraus ergebenden Änderungen in den Luft- und Meeresströmung waren Ursache langfristiger Veränderungen des Klimas. **Das Klima hat sich in der geologischen Geschichte verändert und wird sich in der Zukunft ändern. Der Klimawandel spiegelt sich in der Entwicklung von Organismen auf der ganzen Erde und in ihrer Anpassung an bestimmte klimatische Bedingungen wider.** Die gegenwärtige biogeographische Ausdehnung, unterschiedliche Formen und verschiedene physiologische Anpassungen von Pflanzen, Tieren und anderen Organismen sind auch durch das Klima und klimatische Veränderungen in der Erdgeschichte zurückzuführen.

Schlüsselwörter:

Klima
Wasser
Sonne
Biogeographie
Evolution

2. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

2.1 Klima

Klima ist Langzeitwetter. Es wird durch die Energiebilanz eines bestimmten Ortes auf der Erdoberfläche (d. h. durch die von der Sonne kommende Energie), die Zirkulation der Atmosphäre und des Ozeanwassers, die Beschaffenheit der Erdoberfläche, die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und derzeit auch durch menschliche Aktivitäten, bestimmt.

Energie und ihr Fluss

Niedrige Breiten gewinnen mehr Energie von der Sonne als der Bereich um die Pole herum. Dieser Effekt wird durch die Neigung der Erdachse verstärkt. **Übermäßige Energie im Äquatorbereich und der Energiemangel im Polbereich führen zur Übertragung thermischer Energie** (nachstehend Wärme) vom Äquator zu den Polen. Die Wärmeübertragung vermittelt die Atmosphäre und die Ozeane. Es gibt einen regelmäßigen Luftstrom. Die warme Luft ist leichter als kalte Luft. sie steigt auf und die kalte Luft strömt nach unten, zur Erdoberfläche. Das Ergebnis ist die Zirkulation von Luftmassen. Die Luftströmungen werden aufgrund der Erdrotation gedreht und bilden Tiefdruckwirbel (Zyklone) und rotierende Hochdruckgebiete (Antizyklone). **In der Atmosphäre gibt es Temperatur- und Niederschlagsänderungen, dies ist das, was wir das Wetter nennen. Ähnliche Prozesse laufen in den Ozeanen ab.** Das Wasser an der Oberfläche wird erwärmt und es **treten warme Meeresströmungen** vom Äquator in die höheren Breiten auf. Tiefe Meeresströmungen bringen ausnahmslos kaltes Wasser in äquatoriale Bereiche. Warme Oberflächenströme bringen die Wärme langsamer zu Polen als die Atmosphäre. Ein Beispiel für warme Meeresströmungen im Atlantik ist der Golfstrom. Meeresströmungen sind stabiler als die Luftströmungen in der Atmosphäre.

Um die Strömung in der Atmosphäre zu erklären, ist es notwendig, **das allgemeine Muster der Zirkulation von Meer zu Land** zu erkennen. Im Sommer über dem Festland hat die schnell erhitzte Luft eine geringere Dichte und wird durch das kältere und somit die dichtere Luft vom Meer verdrängt. Im Winter kühlt sich die Oberfläche des Landes schneller ab, und die dichtere Luft strömt vom Festland Richtung Meer. **Ein Beispiel für typische wiederholte Luftströmungen sind Monsune.**

Charakter der Erdoberfläche

Wenn die Sonne auf die dunklen Oberflächen scheint, absorbieren diese mehr Energie als eine helle Oberfläche. Wenn sich Schnee und Eis in den Polarregionen befinden, erwärmt sich die Erdoberfläche kaum. Der Ozean ist im Vergleich zum Land relativ dunkel und absorbiert mehr Energie. Der Ozean hat auch eine höhere thermische Trägheit als das Festland. Deshalb gleichen Meere und Ozeane thermische Schwankungen aus und das Meeresklima ist tendenziell thermisch ausgeglichener als das Kontinentalklima.

Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre

Einige Gase in der Atmosphäre, insbesondere Kohlendioxid und Methan, haben einen großen Einfluss darauf, wie viel Sonnenenergie in der Atmosphäre bleibt bzw. wieder in den Weltraum abgestrahlt wird. Ein hoher Anteil dieser Gase in der Atmosphäre erzeugt einen so genannten **Treibhauseffekt, der zu einer Erhöhung der durchschnittlichen Oberflächentemperatur führt**.

Klima- (Wetter-) Zonen

Auf der Erde werden verschiedene Klimazonen unterschieden: **tropisch, subtropisch, gemäßigt, subpolar und polar**. Jede Zone hat bestimmte klimatischen Charakteristika: Temperatur, Niederschlag, Sonnenschein. Diese Faktoren, insbesondere die Temperatur und die Wassermenge, beeinflussen das Pflanzenwachstum und damit direkt und indirekt die Größe und das Aussehen der Tiere.

3. METHODISCHE LEITLINIEN FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER

3.1 Heilpflanzen

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1 Herbarium der Heilpflanzen	1 Monat	Hoch (selbständige Arbeit der Schüler)	7 – 11 Jahre	A4-Papier (10 Stück), transparentes Klebeband, saugfähige Zeitungen, Schaufel, Stift, Kleber, Schere Bindungsplatten, Bestimmungsschlüssel	Schüler lernen 10 ausgewählte Heilpflanzen kennen. Sie erwerben eine wissenschaftliche Methode zur Dokumentation botanischer Funde – Herbarium
Arbeitsauftrag 2 Exkursion zu ausgewählten Orten und Vorführung von Heilpflanzen	45 Minuten – 4 Stunden	mittel	7 – 11 Jahre	Arbeitsblätter, Lupe, Bestimmungsschlüssel Pflanzenbücher	Schüler probieren, Pflanzen anhand eines Bestimmungsschlüssels zu bestimmen, Beobachtung mittels einer Lupe, Einteilung der Pflanzen in eine Familie mit Hilfe einer Lehrkraft.

Übung	Erwartete Dauer	Schwierig-keitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 3 Hagebuttentee	45 Minuten	niedrig	7 – 11 Jahre	2 große Becher (0,5 l), Wasserkocher, getrocknete Hagebutten, Wasser	Die Schüler erfahren unterschiedliche Inhaltsstoffe in Pflanzen.
Arbeitsauftrag 4 Aromatische Kräuter	10 Minuten	mittel	7 – 11 Jahre	5 Arten aromatischer Kräuter, Internet	Schüler untersuchen den Gehalt an ätherischen Ölen und können benennen, in welchen Pflanzenteilen die ätherischen Öle gefunden werden.
Arbeitsauftrag 5 Im Haushalt verwendete Öle	1 Stunde	mittel (Hausar-beit)	7 – 11 Jahre	Öle, Arbeitsblatt, Internet	Die Schüler lernen die Ölpflanzen kennen. Sie suchen aktiv nach im Internet.
Arbeitsauftrag 6 Analyse der Packungsbeilage eines Kräuter-mittels	10 Minuten	mittel	7 – 11 Jahre	Packungsbeilage eines pflanzlichen Arzneimittels, z.B. Nasentropfen, Kräutertee aus einer Apotheke, Arbeitsblatt, Internet oder Fremdwörterbuch	Die Schüler werden mit der Fachterminologie vertraut gemacht. Sie versuchen, die pharmazeutischen Namen von Pflanzenteilen und die botanischen Namen von Pflanzen zu verstehen.
Arbeitsauftrag 7 Ein Kräuterbeet anlegen	3 Stunden	hoch	7 – 11 Jahre	Samen oder Setzlinge von Heilpflanzen, Gartensubstrat, Hacke, Klinge, Gießkanne, Wasser	Schüler arbeiten praktisch mit Heilpflanzen, lernen ihre Namen kennen und verwenden sie.

Arbeitsauftrag 1: Herbarium der Heilpflanzen

Hilfsmittel:

- A4-Papier, verschiedene Pflanzen

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer erklärt den Schülerinnen und Schülern, wie sie ein Herbarium herstellen. Die Lehrerin oder der Lehrer bereitet anhand des theoretischen Teils eine Auswahl geeigneter Pflanzen vor, vorzugsweise in Form einer Ausstellung von Fotografien oder Präsentationen, die den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung stehen, wobei die Pflanze abgebildet ist und der deutsche und botanische Name der Pflanze enthalten ist. Die Lehrerin oder der Lehrer stellt ein Beispiel für ein fertiges Herbariumsblatt bereit. Das Herbariumsblatt muss aus folgenden Teilen bestehen: A4-Papier mit aufgeklebter Pflanze (wir sammeln auch die Wurzel, wenn sie nicht in das Papierformat passt, teilen wir die Pflanze in zwei Teile und kleben sie getrennt auf), einem Etikett in der rechten unteren Ecke des Papiers mit folgenden Angaben: deutscher und botanischer Name der Pflanze, Name der Familie, Datum der Sammlung, Name des Sammlers, genaue Fundstelle (wenn der Schüler zum Beispiel auch GPS verwenden will: die meisten Mobiltelefone verfügen über diese Funktion). Die Schülerinnen und Schüler bereiten innerhalb eines Monats ein Herbarium mit 10 Arten von Heilpflanzen vor und bringen es der Lehrerin oder dem Lehrer zur Überprüfung.

Arbeitsauftrag 2: Exkursion zu ausgewählten Orten und Vorführung von Heilpflanzen

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, Pflanzenbücher

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer wählt einen geeigneten Ort für Ausflüge entsprechend der verfügbaren Zeit und Entfernung. Es sollte nach Möglichkeit ein nahegelegener Ort gesucht werden. Die Lehrerin/der Lehrer druckt die Arbeitsblätter und erklärt den Schülerinnen und Schülern, dass sich der botanische Name von Pflanzen aus einem Gattungsnamen und einer Zusatzbezeichnung für die jeweilige Art (Art-Epitheton) zusammensetzt, ähnlich wie Schüler einen Familiennamen und einen Vornamen haben.

Die Lehrerin oder der Lehrer nimmt die Bestimmungsschlüssel und Pflanzenbücher mit und teilt die Schülerinnen und Schüler in Gruppen ein. In Gruppen bestimmen die Schülerinnen und Schüler die Pflanze mit Hilfe der Lehrerin oder des Lehrers und im Schlüssel oder im Pflanzenbuch suchen sie nach der botanischen Bezeichnung.

Arbeitsauftrag 3: Hagebuttentee

Hilfsmittel:

- getrocknete Hagebutten, elektrischer Wasserkocher, 2 Becher

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer sammelt und trocknet (oder kauft getrocknete) Hagebutten. Sie/Er setzt die Hagebutten in zwei Becher und füllt nur das erste Becherglas mit dem heißen Wasser aus dem Wasserkocher und lässt es 10 Minuten ziehen (es entsteht ein Aufguss). Sie/Er gießt auch den zweiten Becher mit heißem Wasser auf, aber kocht den Inhalt nun für etwa 25 Minuten in dem Kocher. Die Schülerinnen und Schüler beobachten, wie der Inhalt beider Becher zu Beginn des Experiments und nach 25 Minuten aussieht. Der Inhalt des Bechers, der nicht gekocht wurde, ist klar, leicht gefärbt und enthält Vitamin C. Der Inhalt des zweiten Bechers wird intensiv orange sein, da die Carotin beim Kochen freigesetzt werden, die die Hagebutten orange färben. Bei langem Kochen wird jedoch Vitamin C zerstört. Nach dem Abkühlen kann die Lehrerin/der Lehrer den Schülerinnen und Schülern aus beiden Bechergläsern probieren lassen um den Geschmacksunterschied zu schmecken.

Arbeitsauftrag 4: Aromatische Kräuter

Hilfsmittel:

- 5 Arten von aromatischen Pflanzen, Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin oder der Lehrer bereitet fünf aromatische Pflanzen vor, die üblicherweise angebaut werden (z.B. die Familie Lippenblütengewächse – *Lamiae*: Minzen – *Mentha*, Melissen – *Melissa*, Majoran – *Majorana*, Lavendel – *Lavandula*, Bohnenkräuter – *Satureja*, Dost – *Origanum*, Basilikum – *Basilicum*; Familie Doldengewächse – *Apiaceae*: Petersilie – *Petroselinum*, Liebstöckel – *Levisticum*, Dill – *Anorthum und andere*.) Sie/Er kann sie auch im Supermarkt kaufen. Als Nächstes druckt die Lehrerin/der Lehrer die Arbeitsblätter aus. Die Lehrerin/der Lehrer stellt den Schülerinnen und Schülern das Kraut ohne Namen vor, und die Schülerinnen und Schüler versuchen, die Pflanzen anhand aller verfügbaren Optionen (Internet, Bücher) zu identifizieren.

Arbeitsauftrag 5: Im Haushalt verwendete Öle

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet die Arbeitsblätter im Voraus für die Schülerinnen und Schüler vor und legt die Frist für die Ausfüllung fest. Nach Abschluss der Arbeiten teilt er die Schülerinnen und Schüler in Gruppen ein und sie präsentieren die Ergebnisse ihrer Forschung ihren Klassenkameraden.

Arbeitsauftrag 6: Analyse der Packungsbeilage eines Kräutermittels

Hilfsmittel:

- Packungsbeilage, Farbmarker

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet eine geeignete Packungsbeilage von Kräuterzubereitung vor. Es empfiehlt sich, in Gruppen zu arbeiten und für jede Gruppe eine andere Packungsbeilage zu haben. Die Lehrerin/Der Lehrer kann mit dem Farbmarker Begriffe im Text hervorheben, die die Schülerinnen und Schüler enträtseln sollen. Die Lehrerin/Der Lehrer gibt den Schülern die Aufgabe den Inhalt der Packungsbeilage auf Deutsch zu erläutern, 1. Stunde: Arbeitszeit, 2. Stunde Präsentationen.

Arbeitsauftrag 7: Ein Kräuterbeet anlegen

Hilfsmittel:

- verschiedene Kräuter, ggf. Blumentöpfe/Blumenkästen, Blumen- oder Kräutererde

Arbeitsvorgang:

Wenn Sie Platz in der Nähe der Schule oder im Schulgarten haben, erstellen Sie ein Kräuterbeet mit den Schülern. Wählen Sie ein paar Kräuter aus und pflanzen Sie sie ins Beet. Beschreiben Sie die Kräuter und erzählen Sie den Schülern, wofür das Kraut verwendet wird, ob im Haushalt oder in der Medizin. Wenn Sie keinen passenden Platz haben, pflanzen Sie die Kräuter nur in Blumentöpfen oder -kästen. Beobachten Sie mit den Schülern, wie sich die Kräuter entwickeln, wann sie blühen, mit welcher Farbe usw.

3.2 Ökosysteme – Wald, Wiese, Siedlungen, Teich und Fluss

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1: Ein Waldspaziergang	2 Stunden	mittel	7 – 11 Jahre	Off-Road-Kleidung, Arbeitsblatt, Schreibwaren, Plastiktüte	Die Schüler suchen, beobachten und sammeln die im Wald vorkommenden Arten und organisieren in der Schule eine Moosausstellung.

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 2: Ausstellung von Wiesenkräutern in der Schule	3 Stunden auf dem Feld, 1 Stunde in der Schule	hoch	7 – 11 Jahre	Arbeitsblatt, Schreibwaren, Plastiktüte, Kunststoffflaschen, Filzstift, Papier, Schere, Lokalisier-ungsatlanten und Schlüssel, Lupe	Die Schüler unterscheiden zwischen den Arten, sammeln sie und organisieren eine Ausstellung
Arbeitsauftrag 3: Spurenlesen im Wald	3 Stunden	mittel	7 – 11 Jahre	Papier oder Plastiktüte	Die Schüler lernen in der Natur zu beobachten.
Arbeitsauftrag 4: Der Unterschied zwischen den einkeim- und zweitkeim-blättri-gen Pflanzen	20 Minuten	mittel	7 – 11 Jahre	Proben von Pflanzen, Arbeitsprotokoll	Die Schülerinnen und Schüler suchen Unterschiede Zwischen den Pflanzen, zeichnen sie auf und beschreiben sie.
Arbeitsauftrag 5: Zuordnung von Arten zu Ökosystemen	10 Minuten	mittel	7 – 11 Jahre	Arbeitsblatt	Die Schülerinnen und Schüler wiederholen welche Arten zu welchem Ökosystem gehören.

Arbeitsauftrag 1: Ein Waldspaziergang

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

a) Die Lehrerin/Der Lehrer bereitet einen Spaziergang vor und kopiert die Arbeitsblätter für die Schülerinnen und Schüler. Die Schülerinnen und Schüler können einzeln oder in Gruppen arbeiten. Ideal in den Frühlingsmonaten.

b) Die Lehrerin/Der Lehrer wählt einen Ort für die Ausstellung von Moosen oder ande-ren natürlichen Dingen aus, die die Schülerinnen und Schüler vom Wald mitgebracht haben.

Arbeitsauftrag 2: Ausstellung von Wiesenkräutern in der Schule

Hilfsmittel:

- Plastikflaschen/-gläser, Schere, Papier, Filzstift, Atlanten, Lupe

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer bereitet Plastikflaschen vor, oder Gläser mit Wasser, vorzugsweise auf einer Fensterbank oder einem freien Tisch, so dass die Schülerinnen und Schüler die Ausstellung sehen können, Schere für Tischkarten, Papier, Filzstift, Bestimmungsatlanten und -schlüsseln, Lupe. Idealerweise während der Frühlingsmonate organisieren.

Arbeitsauftrag 3: Spurenlesen im Wald

Hilfsmittel:

- Wanderwege und Spuren von Tieren, Plastiktüte

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer motiviert die Kinder, die Tiere im Wald anhand der Wildwechsel (z.B. Spuren, Hecken usw.) aufzuspüren. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Gruppen und versuchen, Spuren zu finden und auf Papier zu zeichnen oder Hinterlassenschaften (z.B. Gewöll) in eine Plastiktüte zu nehmen. Dies kann auch im Herbst oder Winter erfolgen.

Arbeitsauftrag 4: Der Unterschied zwischen den einkeimblättrigen und zweitkeimblättrigen Pflanzen

Hilfsmittel:

- Flaschen, Pflanzen, Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/Der Lehrer bereitet für jede Gruppe eine monokotyle Pflanze (am einfachsten Gras, z.B. Gewöhnliche Knäuelgras – *Dactylis glomerata*) und eine dikotyle Pflanze (typisches Kraut, z.B. Hahnenfuß – Ranunculus, Gänseblümchen – *Bellis perennis* usw.) vor. Kräuter werden auch mit Wurzeln geerntet. Dann kopiert sie/er das Arbeitsprotokoll und motiviert die Schülerinnen und Schüler, es auszufüllen. Idealerweise in den Frühlingsmonaten.

Arbeitsauftrag 5: Zuordnung von Arten zu Ökosystemen

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer kann die Konzepte und Diagramme drucken, laminieren und dann zerschneiden. Die Schülerinnen und Schüler ordnen die Informationen dann nur noch den richtigen Stellen zu.

3.3 Jahreszeiten

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauert der Übung	Schwierig-keitsgrad	Alters-stufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1	7 – 10 Minuten	niedrig	8 – 9 Jahre	Buntstifte, Arbeitsblatt	Erinnern an Konzepte, Verstehen der Beziehung zwischen Jahreszeiten u. Monaten.
Arbeitsauftrag 2	15 – 20 Minuten	niedrig	8 – 9 Jahre	Arbeitsblatt, Computer, Kalender, Bleistift	Informationen zur Jahreszeit finden. Bezeichnungen der astronomischen Anfänge der Jahreszeiten.
Arbeitsauftrag 3	30 Minuten	hoch	9 (10) Jahre	Arbeitsblatt, Computer, Kalender, Bleistift	Informationen suchen und verarbeiten. Ordnen und analysieren der Ereignisse während des ganzen Jahres.
Arbeitsauftrag 4	20 – 30 Minuten	mittel	8 – 9 Jahre	Arbeitsblatt, kleine Karten Kleber, Bleistift	Übernehmen, vergleichen und bewerten typischer Merkmale für jede Jahreszeit.
Arbeitsauftrag 5	30 – 40 Minuten	hoch	9 (10) Jahre	Arbeitsblatt, Kalender, Bleistift	Analyse und Auswertung einer Jahreszeit mit persönlichem Bezug.
Arbeitsauftrag 6	40 Minuten	mittel	9 (10) Jahre	Arbeitsblatt, Computer, Bleistift, Gesangbücher, Kinderreime usw.	Suche und Verarbeitung von Informationen, Analyse, Bewertung für die Jahreszeiten.
Arbeitsauftrag 7	15 – 20 Minuten	mittel	8 – 9 Jahre	Arbeitsblatt, Bleistift	Jahreszeitliche Naturphänomene und deren Wirkung auf die Arbeitsaktivitäten der Menschen.

Übung	Erwartete Dauert der Übung	Schwierig-keitsgrad	Alters-stufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 8	45 Minuten	hoch	9 (10) Jahre	Arbeitsblatt, Bleistift, Computer, Künstlerwerkzeuge, Broschüre	Planung und Erstellung (Einladung,), (Wetter je nach Jahreszeit).
Arbeitsauftrag 9	Langfristige Aufgabe	hoch	9 (10) Jahre	Arbeitsblatt, Kalender, Thermometer, Beobachtungsprotokoll, Bleistift	Beobachtung meteorologischer Phänomene, ihre Bewertung.
Arbeitsauftrag 10	Langfristige Aufgabe	hoch	9 (10) Jahre	Arbeitsblatt, Heft, Bleistift, Naturalien	Anwendung des Wissens über Pflanzen in Bezug auf die Jahreszeit und deren Bewertung. Einschließlich Beobachtungsplanung.
Arbeitsauftrag 11	30 – 40 Minuten	hoch	8 – 9 (10) Jahre	Arbeitsblatt, Papier, Bleistift	Analyse der Jahreszeiten in Bezug auf wilde und Kulturpflanzen, ihre Bewertung und kreative Anwendung.
Arbeitsauftrag 12	10 – 15 Minuten	niedrig	8 – 9 Jahre	Arbeitsblatt, Bleistift	Analyse des Auftretens von Tieren in den einzelnen Jahreszeiten.

Ein Teil der Aktivitäten ist in unterschiedlichen Jahreszeiten möglich. Die Aktivitäten (Aufgaben) in den Arbeitsblättern beziehen sich auf das Wetter und die Merkmale der einzelnen Jahreszeiten (Aktivitäten 1, 2, 4, 8, 9), auf Pflanzen und Tiere in den einzelnen Perioden, auf die Aktivitäten von Menschen (Aktivitäten Nr. 5, 6, 7, 10, 11, 12) und auf bedeutende Feiertage (Aktivität 3). Die Lernziele (kognitiven Zielen) können an den Stand der Schüler angepasst werden. Zur Bewertung können Schülerportfolios angelegt werden. Aktivitäten des Sachunterrichts sind mit anderen Fächern (Deutsch, Musik, Informationstechnologie, Kunst) verknüpft.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer gibt den Schülerinnen und Schülern die Aufgabe, im Arbeitsblatt die Monate je nach Jahreszeit anzukreuzen, erklärt das Verfahren und veranschaulicht das Beispiel (Winter – Januar – blau angekreuzt).

Gemeinsam überprüfen sie die Aufgaben. Feedback Bewertung.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten individuell mit gemeinsamer Kontrolle.

Lösung:

Frühling: *März, April, Mai*

Sommer: *Juni, Juli, August*

Herbst: *September, Oktober, November*

Winter: *Dezember, Januar, Februar*

Die Aufgabe kann durch eine Gruppendiskussion während der Überprüfung ergänzt werden – *Welchen Monat mögen die Schülerinnen und Schüler besonders gern und warum? In welchem Monat wachsen bestimmte Pflanzen (die Wahl hängt vom Lehrer ab), wie ist das Wetter usw.?*

Schüler mit größerem Vorwissen/ältere Schüler kreuzen nicht nur die Monate an, sie sagen zum Beispiel: Was ist typisch für den Monat, was sind die Feiertage, Feiern, Bräuche, Wetter. Oder die Lehrerin/der Lehrer bereitet die Fragen schriftlich für sie vor (z. B.: *In welchem Monat haben Eltern, Geschwister, Verwandte Namenstage oder wie viele Tage haben verschiedene Monate, wie viele Werktage gibt es? usw.*).

Die Aufgabe kann für Schüler mit BPB vereinfacht werden, so dass die Schülerinnen und Schüler paarweise arbeiten oder nur 1-2 Jahreszeiten ihrer Wahl kreuzen.

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- Kalender, Internet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrerin/der Lehrer erklärt die Aufgabe: „*Sucht im Kalender oder im Internet nach den astronomischen Anfängen der Jahreszeiten. Weist diesen Bezeichnungen immer Datumsangaben in der Tabelle zu.*“, sie/er überprüft die erforderlichen Werkzeuge (Kalender) oder stellt einen Computerraum zur Verfügung.

Die Aufgabe kann separat gehandhabt werden, mit gemeinsamer Kontrolle. Oder es ist möglich, sie als Hausaufgabe mit einer Kontrolle in der Schule zu geben.

Lösung – Beispiel:

Festgelegte Daten des Beginns von Jahreszeiten	Richtige Markierung des Anfangs
20. – 21. März	Frühling-Tagundnachtgleiche
21. – 22. Juni	Sommersonnenwende
21. – 23. September	Herbst-Tagundnachtgleiche
21. – 23. Dezember	Wintersonnenwende

Die Aufgabe kann bei der Kontrolle durch Fragen ergänzt werden: *Wie versteht ihr den astronomischen Beginn der Jahreszeiten? Was ist der Unterschied zum meteorologischen Beginn?* usw. Ältere Schüler fügen die Tabelle mit Tages- und Nachtlängenangaben in jeder Jahreszeit hinzu. Die Aufgabe kann vereinfacht werden, indem sie paarweise arbeiten oder nur nach den Anfängen von 2 Jahreszeiten suchen.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Kalender, Internet

Arbeitsvorgang:

„Schreibt für einzelne Jahreszeiten wichtige Tage/Feiertage. Ihr können auch traditionelle Bräuche hinzufügen (Familie, Dorf, Region usw.).“ Die Lehrkraft erklärt die Vorgehensweise, illustriert das Beispiel (Sommer – Johannisfest, Geburtstagsfest „Johannes des Täufers“, Bräuche). Gemeinsame Kontrolle der Aufgabe. Verbale Bewertung, z. B. nach den Kriterien: die Richtigkeit der Einbeziehung von mindestens zwei bedeutsamen Tagen, Feiertagen und Bräuchen pro Jahreszeit.

Arbeit in Paaren, gefolgt von gemeinsamer Prüfung und Plenardebatte. Oder Sie können einen Teil der Aufgabe als Hausaufgabe geben.

Lösung – Beispiel:

Frühling	1. Mai – Tag der Arbeit
Sommer	24. Juni – Johanni/Johannisfest
Herbst	3. Oktober – Tag der Deutschen Einheit
Winter	24. Dezember – Heiligabend

Die Aufgabe kann während der Kontrolle durch eine Gruppendiskussion ergänzt werden: *Welchem Monat mögen die Schülerinnen und Schüler besonders gern und warum? In welchem Monat wachsen bestimmte Pflanzen (die Wahl hängt vom Lehrer ab), wie ist das Wetter usw.?*

Stärkere Schüler suchen im Internet nach zusätzlichen Informationen für ausgewählte Feiertage und wichtige Tage. Jüngere Schüler wählen ihren Lieblingsfeiertag aus und erzählen, wie sie oder ihre Familie ihn verbringen/feiern.

Arbeitsauftrag 4

Hilfsmittel:

- Karten mit Begriffen

Arbeitsvorgang:

Der Aufgabeneintrag lautet: *Schneide die Karten ab, lies sie sorgfältig durch und ordne sie den Feldern jeder Jahreszeit zu*. Die Lehrkraft erklärt die Vorgehensweise, veranschaulicht das Beispiel (Herbst: Obst und Gemüse ernten usw.). Gemeinsame Kontrolle der Aufgabe mit der Lehrkraft oder gegenseitige Kontrolle der Schülerinnen und Schüler. Verbale Bewertung, z. B. nach Kriterien: Richtigkeit der Zuordnung, Erklärungen.

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Problemlösungsaufgabe oder didaktisches Spiel/Arbeit in Paaren oder kleinen Gruppen, gefolgt von gemeinsamer Kontrolle und Plenardiskussion.

Lösung – Beispiel:

Zeichen der Jahreszeiten:

Frühling	Sommer
• Tage werden länger • der Schnee schmilzt • die Sonne scheint stärker • Vögel kommen zurück • Schneeglöckchen blühen • wir säen Radieschen • die Bäume blühen • Vögel brüten, Jungtiere werden geboren	• Ferienlager • wir Baden in der Natur • Erdbeeren reifen • die Sonne brennt • Getreideernten • wir kleiden uns nur leicht • häufige Gewitter • die langen Ferien sind da
Herbst	**Winter**
• Verkürzung des Tageslänge • häufiger Nebel • Blätter fallen ab • Ernte von Obst und Gemüse • einige Vögel fliegen fort • wir lassen Drachen steigen • Abfischen der Teiche	• Frost, Schnee • Kurze Tage • Fütterung von Vögeln • Schlitten fahren, Eislaufen • warme Kleidung • wir bauen einen Schneemann • wir schmücken den Weihnachtsbaum

Bei knapper Zeit können die Schülerinnen und Schüler zwei ausgewählter Jahreszeiten (ausgewählt von Lehrer oder Schüler) bearbeiten.

Stärkere Schüler können je nach Wissen oder Erfahrung zusätzliche Merkmale für einzelne Jahreszeiten suchen und ergänzen. Schüler mit BPB können unabhängig oder zu zweit arbeiten und nur 1 – 2 ausgewählte Jahreszeiten bearbeiten (oder Zeichen der ausgewählten Jahreszeit zeichnen).

Arbeitsauftrag 5

Hilfsmittel:

- Stift, Papier

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe der Schüler besteht darin, typische Pflanzen, Tiere und menschliche Aktivitäten für den Zeitraum, in dem die Schüler geboren wurden, zu notieren. Die Lehrkraft erklärt die Vorgehensweise an dem Beispiel seines eigenen Geburtstags (Sommer – 16. 6., Reifung von Erdbeeren, Baden in natürlichen Gewässern, Urlaub usw.). Gemeinsame Kontrolle der Aufgabe. Feedback oder mündliche Auswertung.

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Einzelarbeit/Individualunterricht mit anschließender Gruppendiskussion. Oder es ist möglich, Hausaufgaben mit einer Kontrolle und Diskussion in der Schule zu geben.

Lösung – Beispiel:

Winter – 14. 12., Mistel, Weihnachten nähern sich, Tiere füttern, Tiere im Winterschlaf usw.

Die Aufgabe kann durch Wetter, typische Sportarten oder einen Vergleich von Geburtstagsfeiern in Familien, in ihrem Land mit anderen multikulturellen Traditionen, ergänzt werden.

Stärkere Schüler erfragen von ihren Eltern, Großeltern und anderen Verwandten, in welcher Jahreszeit diese geboren wurden und wie der Geburtstag ihrer Vorfahren gefeiert wurde.

Schüler mit BPB zeichnen von der Jahreszeit, in der sie geboren wurden, das, was ihnen gefällt (von den typischen Merkmalen).

Arbeitsauftrag 6

Hilfsmittel:

- Literatur, Internet

Arbeitsvorgang:

„Such in der Literatur oder im Internet nach Kinderreimen, Gedichten und Liedern, die für die jeweilige Jahreszeit geeignet sind, und schreib sie auf ein Arbeitsblatt oder in ein Heft." Die Lehrkraft erklärt, wie sie die gefundenen Informationen aufgezeichnet werden. Sie stellt sicher, dass die Kinder die Bibliothek oder einen Computerraum besuchen oder z.B. durch genügend Literatur Zugang zu Informationen haben. Gemeinsame Kontrolle der Aufgabe. Feedback oder mündliche Auswertung.

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Einzelarbeit/individualisierter Unterricht. Oder es ist möglich, Hausaufgaben mit einer Kontrolle und Diskussion in der Schule zu geben. Sie können auch einen Ausflug planen, eine Bibliothek (in der Schule oder Stadt) besuchen und die Schüler sollen nach Informationen für die zugewiesene Aufgabe suchen.

Die Aufgabe kann auf die Muttersprache, das Fach Musik oder den Fremdsprachenunterricht (für ältere Schüler) ausgedehnt werden.

Ausgewählte Kinderreime, Gedichte oder Lieder werden vom Schüler zusammen mit einer Lehrkraft in Deutsch oder dem Musikunterricht vorgetragen. Oder ist es möglich, ein Gedicht, Lieder szenisch darzustellen. Kulturelle Unterschiede können ebenfalls thematisiert werden.

Stärkere Schülerinnen und Schüler können sich für bestimmte Jahreszeiten ein Gedicht erarbeiten. Schüler mit BPB suchen Lieder, Kinderreime etc. für 1-2 Jahreszeiten, oder sie können ein Lied oder Kinderreim ihrer Wahl lernen.

Arbeitsauftrag 7

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt/Tabelle

Arbeitsvorgang:

Der Lehrer erklärt die Aufgabe: *Schreib in die Tabelle, welche Arbeiten im Garten, Wald, Feld, Wiese und Teich typisch für die einzelnen Jahreszeiten sind.*" Er erläutert das Aufzeichnungsverfahren in der Tabelle (Beispiel: Herbst – Feld – Pflugarbeit). Gemeinsame Kontrolle der Aufgabe. Feedback oder mündliche Auswertung.

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Einzelarbeit/individualisierter Unterricht. Oder es ist möglich, die Aktivität paarweise mit einer Problemmethode oder als Hausaufgabe mit einer Kontrolle und Diskussion in der Schule einzugeben.

Lösung – Beispiel:

Arbeiten, die für Jahreszeiten typisch sind:

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Garten	Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung	Gras mähen, gießen	Ernte von Obst, Gemüse, Bodenbearbeitung	Pflege der Gartengeräte
Wald	Bäume pflanzen	Beeren sammeln	Pilze sammeln	Wildtiere füttern
Feld	Aussaat von Getreide, Kartoffeln, Düngung	Bewässerung, Getreideernte	Ernte von Kartoffeln, Zuckerrüben, Aussaat von Getreide	Reparatur von landwirtschaftlichen Maschinen, Sprießen von Pflanzen
Wiese	Düngung, Mähen, Reinigen	Mähen, Heuernte	Mähen und Düngung	geschützt durch Schnee
Teich	Behandlung der Vegetation an Ufern, Fischfutter	Maßnahmen gegen Blaualgen, Wasseraufbereitung	Abfischung, Teichfreigabe und Reinigung	Eislöcher schlagen (Sauerstoffversorgung des Wassers)

Es ist möglich, einen Spaziergang nach Jahreszeit und Ort (Feld, Wald, Wiese) oder einen Ausflug zum Bauernhof (Vorführung von Maschinen) zu planen. Oder es ist im Rahmen des Arbeitsunterrichts möglich, dass Schülerinnen und Schüler bestimmte Arbeiten zu einem bestimmten Jahreszeitraum auf dem Schulgelände ausprobieren.

Stärkere Schülerinnen und Schüler können zusammen mit der Lehrkraft einen Ausflug planen. Schülerinnen und Schüler mit BPB bearbeiten nach Anleitung durch die Lehrkraft nur einen Teil der Aufgabe.

Arbeitsauftrag 8

Hilfsmittel:

- Stift, Papier, Buntstifte

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft teilt die Schülerinnen und Schüler in kleine Gruppen (oder Paare) entsprechend den für den Erfolg der Aufgabe erforderlichen Kenntnissen (je nach den Fähigkeiten des Schülers) auf. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, eine Einladung zu einer Diskussion mit einem Meteorologen zum Thema „*Das Wetter ändert sich*

in den einzelnen Jahreszeiten" vorzuschlagen Die Lehrkraft erläutert die Einladungsdetails und gibt Beispiele der Interview-Fragen. Er gibt die Anzahl der Fragen entsprechend den Fähigkeiten der Schüler vor (z. B. ältere Schüler 5 Fragen, Schüler mit BPB 1 – 2 Fragen). Gemeinsame Kontrolle der Aufgabe. verbale Bewertung (Originalität und Artwork, Sprachgenauigkeit, Einladung, Interviewfragen zum Thema).

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Praktische Methode/Gruppenarbeit. Weiter Problemlösen/paarweise arbeiten.

Lösung – Beispiel:

Einladungsdetails: Adresse, einladende Organisation (Schule, Klasse), Name der Veranstaltung und Thema, wann und wo, Ort oder Raum, Programm, weitere Informationen gemäß den Vorgaben der Lehrkraft.

Beispiel für Interviewfragen: Entsprechend den Ergebnissen der Schüler können folgende Fragen hinzugefügt werden: Wie gefällt Ihnen die Arbeit eines Meteorologen? Was alles wird bezüglich Wetter beobachtet? Wie ist es mit der Wettervorhersage? Welche Geräte verwenden Sie, um das Wetter zu erkennen?

Die Lehrkraft kann einen Ausflug zu einem meteorologischen Institut oder einer Wetterstation organisieren. Oder empfehlen Sie den Schülerinnen und Schülern, die Wetterberichte und die Aufzeichnung der Ereignisse je nach Jahreszeit zu verfolgen.

Begabte Schülerinnen und Schüler können eine Einladung grafisch am Computer erstellen. Sie können mit der Lehrkraft einen Ausflug planen. Schülerinnen und Schüler mit BPB engagieren sich in Gruppen mit begabten Schülerinnen und Schüler. Sie verfügen möglicherweise bereits über die vorab vereinbarten Einladungsmaterialien der Lehrkraft (oder der begabten Schülerinnen und Schüler) und ergänzen nur die relevanten Daten.

Arbeitsauftrag 9

Hilfsmittel:

- Naturkalender

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft erklärt die Aufgabe (*Fülle den Naturkalender entsprechend dem Muster aus. Wähle eine Woche im Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Beobachte und notiere diese Merkmale: Temperatur, Niederschlag und Länge von Tag und Nacht.*), und zeigt, dass Wochen oder Tage zu Beginn der Jahreszeit oder am Ende der Jahreszeit ausgewählt werden müssen, um die Temperatur, die Art des Niederschlags, Länge von Tag und Nacht zu vergleichen. Da dies eine langfristige Aufgabe ist, ist kontinuierliche Überwachung und Motivation der Schülerinnen und Schüler notwendig!!! Sobald die Aufgabe abgeschlossen ist, werden der gemeinsame Datenaustausch und die Kontrolle sowie die verbale Bewertung der Aufgabe durchgeführt.

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Untersuchungsmethode – Beobachtung, Arbeit mit dem Naturkalender, individuelle Arbeit/individuelle Form.

Naturkalender werden in der Schule angezeigt und können in der Besprechung mit dem Meteorologen verwendet werden (alle Aktivitäten müssen zeitlich geplant werden, d. h. zuerst Kalender, dann Diskussion).

Ältere Schülerinnen und Schüler können einen Naturkalender am Computer erstellen und andere Phänomene aus der ausgewählten Jahreszeit nach eigenem Ermessen (oder nach Rücksprache mit der Lehrkraft) aufzeichnen. Schüler mit BPB können nur ein Phänomen beobachten.

Arbeitsauftrag 10

Hilfsmittel:

- Protokollblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft erklärt die Aufgabe *(Vergleiche anhand deiner eigenen Beobachtung, was in den Jahreszeiten mit Nadel- und Laubbäumen geschieht. Wähle einen Nadelbaum und einen Laubbaum vor deiner Schule oder deinem Zuhause aus und beobachte, was im Laufe des Jahres mit ihm passiert. Schreib deine Beobachtungen in das Beobachtungsprotokoll (Notizbuch). Am Ende der Beobachtung vergleiche deine Aufzeichnungen mit deinen Klassenkameraden.)*, die Methode zum Füllen des Beobachtungsprotokolls (oder sie bereitet das Aufzeichnungsmuster für die Schüller vor). Da dies eine langfristige Aufgabe ist, ist kontinuierliche Überwachung und Motivation der Schüler notwendig!!! Sobald die Aufgabe abgeschlossen ist, werden der gemeinsame Datenaustausch und die Kontrolle sowie die verbale Bewertung der Aufgabe durchgeführt.

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Untersuchungsmethode – Beobachtung, selbstständige Arbeit, Gruppendiskussion/individualisierte Form, frontalindividuell.

Lösung – Beispiel:

Nach den Erkenntnissen der Schüler.

Es ist zu erwarten, dass die Schülerinnen und Schüler Fichten als Nadelbäumen auswählen können, und dann muss man den Schülerinnen und Schüler die Unterschiede zu den Nadelbäumen, deren Zapfen nicht abfallen, erläutern!

Beispiel für Schlussfolgerungen:

Bei Laubbäumen ist es möglich, Knospensprossen, Beginn der Blüte, komplette Belaubung, Fruchtbildung usw. zu beobachten.

Bei Nadelbäumen kann man der Beginn der Blüte, das Wachstum neuer Blätter (Nadeln), das Wachstum der Zapfen, die Reifung der Zapfen und dergleichen beobachten. Die Beobachtung kann sich auch auf andere, mit der Jahreszeit verbundene Phänomene (Pilze, Kräuter, Früchte usw.) beziehen.

Stärkere Schülerinnen und Schüler können eine Diskussion für jüngere Klassenkameradinnen und -kameraden arrangieren und die Ergebnisse ihrer Beobachtungen bekannt geben. Oder sie finden Informationen über ungewöhnliche Arten von Nadel- und Laubbäumen außerhalb ihres Landes. Es ist angebracht, ein strukturiertes Beobachtungsprotokoll für Schülerinnen und Schüler mit BPB anzufertigen und gegebenenfalls nur zwei Jahreszeiten auszuwählen. (Geeignet sind Frühling und Sommer, wo Veränderungen der Bäume in den Jahreszeiten besser wahrnehmbar sind).

Arbeitsauftrag 11

Hilfsmittel:

- Stift, Papier

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft teilt die Schülerinnen und Schüler in kleine Gruppen oder Paare ein und erläutert die Aufgabe (*Mach ein interessantes Rezept für das Getränk, den Salat, die Aufstriche, die Suppe aus Pflanzen und ihren Teilen (Kräuter und Bäume), Pilzen und landwirtschaftlichen Produkten, die in der jeweiligen Jahreszeit am häufigsten vorkommen*) und gibt ein Beispiel für ein Rezept aus ausgewählten Zutaten entsprechend der Jahreszeit. Sobald die Aufgabe abgeschlossen ist, werden der gemeinsame Austausch und die Kontrolle sowie die verbale Bewertung der Aufgabe durchgeführt. Die Schüler werden zusammen mit der Lehrkraft nachdenken, ob die Rezepte zum Bereich der gesunden Ernährung gehören.

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Problemmethode/Gruppenarbeit (oder paarweise arbeiten). Wir empfehlen eine praktische Methode für den Aufgabewechsel.

Lösung – Beispiel:

Laut Kindern z. B.:

Frühling: Brennnesseln – Suppe + Rezept. Oder Tee aus diesen Kräutern.

Zubereitung von Mahlzeiten in einer Schulkantine nach einem von den Kindern ausgewählten Rezept oder Erstellung eines Kochbuchs nach Jahreszeit (gedruckt oder elektronisch), unterteilt in: Getränke, Aufstriche, Suppen oder Hauptmahlzeiten, Desserts – dies ist eine gute Zusammenarbeit mit Schülerinnen und Schüler höherer Klassen. Begabte Schülerinnen und Schüler können je nach Jahreszeit ein wöchentliches Menü erstellen (je nach der Aufgabe). Schülerinnen und Schüler mit BPB können nur eine Jahreszeit und eine Mahlzeit wählen.

Arbeitsauftrag 12

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, ein Tier zu identifizieren, das sie im Winter nicht sehen oder hören können. Die Lehrkraft erklärt die Aufgabenstellung und gibt ein Beispiel (Winter – wir hören nicht die Feldlerchen). Sobald die Aufgabe abgeschlossen ist, folgt eine gemeinsame Überprüfung und verbale Bewertung der Aufgabe (Genauigkeit).

Empfohlene Lehrmethode/Organisationsform: Arbeit mit dem Arbeitsblatt oder (Fehlerbehebung) individualisiert (oder Arbeit in Paaren).

Lösung – Beispiel:

Im Winter können wir diese Tiere nicht treffen, sehen oder hören: Europäischer Laubfrosch, Rauchschwalbe, Kreuzotter, Gemeiner Holzbock, Honigbiene, Großer Kohlweißling, Weißstorch, Feldhamster, Blindschleiche, Feldlerche, Weinbergschnecke, Gemeiner Regenwurm).

Die Lehrkraft kann ein Gespräch mit einem Zoologen oder Gärtner vereinbaren. Begabte Schülerinnen und Schüler können sich ein Tier aussuchen und Details dazu finden (in der Literatur, im Internet usw.). Schülerinnen und Schüler mit BPB können ein ausgewähltes Tier zeichnen oder szenisch gestalten.

3.4 Naturschutz

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierig-keitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1: Nationalparks und Natur-schutzgebiete	15 Minuten	mittel	7 – 11 Jahre	Internet oder Karte von NP und NSG	Die Position von NP und NSG in Deutschland kennen lernen.
Arbeitsauftrag 2: Ausflug in ein Naturschutz-gebiet	einen halben oder ganzen Tag	hoch	7 – 11 Jahre	Arbeitsblatt, Buntstifte, Stift	Die Schüler beobachten Pflanzen und Tiere und überprüfen die Eigenschaften des Schutzgebiets.
Arbeitsauftrag 3: Geschützter Baum	Vorbereitung zu Hause oder in der Schule Stunde) (1 Stunde) in der Schule 15 Minuten	mittel	7 – 11 Jahre	Arbeitsblatt	Schüler besuchen den Standort des geschützten Baums und machen sich mit dem Etikett Vertraut. Sie finden heraus, was unter Schutz steht.

Arbeitsauftrag 1: Nationalparks und Naturschutzgebiete

Hilfsmittel:

- Internet, Tablet

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft wiederholt lediglich den wissenschaftlichen Hintergrund des Themas und ermöglicht den Schülerinnen und Schülern den Zugang zum Internet.

Die Schüler versuchen, auf der Karte die großen Schutzgebiete Deutschlands richtig zu finden. Die Anwendung enthält auch Tests, die mit Schülerinnen und Schülern ausgefüllt werden können. Ein wesentlicher Bestandteil der Anwendung sind das Wörterbuch und die Notizen für die Lehrkraft.

Wenn die Lehrkraft keine Internetanwendung verwenden möchte, erstellt er eine Blindkarte von NP und NSB, kopiert sie für jeden Schüler, und die Schüler finden dann einzelne großflächige Schutzgebiete.

Arbeitsauftrag 2: Ausflug in das Schutzgebiet

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt, Stift, Buntstifte, Schreibblock

Arbeitsvorgang:

Besuchen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern den nächstgelegenen Schutzbereich zu Ihrer Schule. Nun, erklären Sie ihnen, was Gegenstand des Schutzes ist, welche Pflanzen hier wachsen, welche Tiere hier leben. Die Lehrkraft druckt Bilder von Tieren in dem Standort, die er laminiert, damit er sie seinen Schülerinnen und Schülern im Feld zeigen kann. Die Lehrkraft wird erklären, ob es sich um ein großes oder kleines Schutzgebiet handelt. Die Lehrkraft bereitet die Arbeitsblätter für die Schülerinnen und Schüler im Voraus vor und verteilt sie dann vor Ort. Die Lehrkraft weist die Schülerinnen und Schüler vor der Exkursion an, einen Schreibblock, Buntstifte und einen Stift mitzunehmen.

Arbeitsauftrag 3: Geschützter Baum

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft kopiert das Arbeitsblatt für die Schülerinnen und Schüler und erklärt ihnen, was ein geschützter Baum ist. Die Schülerinnen und Schüler finden dann selbst (mit ihren Eltern oder Verwandten) den nächsten geschützten Baum.

3.5 Abfall und Recycling, Abfall sortieren

! **Das gesamte Studienmaterial ist als Diskussionsblock mit mehreren Produkten konzipiert.** Im Diskussionsbereich gibt es immer Fragen, die wir den Kindern stellen können, und es gibt mögliche Antworten auf die Antworten. Wir müssen zuerst zwei erste Themen besprechen. Die Arbeitsergebnisse sind hauptsächlich auf Upcycling fokussiert, die Reihenfolge der Aufgaben ist austauschbar. Für die Arbeiten stellen wir nur ein kurzes Verfahren und notwendige Werkzeuge bereit. Die Zeit kann je nach Alter der Kinder und Umfang der Aufgabenstellung variieren. Zu Beginn können wir die Kinder auch an neue Konzepte wie Downcycling und Upcycling erinnern. Wir erklären dies anhand einfacher Beispiele. **Da nicht mehr Abfall produziert werden soll, enthält dieses Material keinen zu druckenden Teil.** In den meisten Fällen verwenden wir Abfallmaterial.

- **Der Weg einer PET-Flasche** – konzentriert sich in erster Linie auf die Idee der Abfallsortierung.
- **Sortierung-Quiz** – wir können es jederzeit ausprobieren, wir gehen davon aus, dass Kinder bereits wissen, wie Materialien sortiert werden. Erstellung von Collage aus sortierten Abfällen.
- **Papierstadt** – **Upcycling** – Erstellen eines Modells einer Stadt aus Abfallmaterial. Die Aufgabe dient nicht nur zur Verwendung von Abfallmaterial, sondern auch zur Verbesserung der Feinmotorik und der räumlichen Vorstellungskraft. Sie kann in Bezug zu anderen Umweltproblemen in Ihrer Stadt gesetzt werden.
- **Upcycling** – **Malerpalette** – ein Spezialprodukt für Upcycling. Wie machen wir eine Farbpalette aus Abfallmaterial, damit wir sie nicht kaufen müssen?
- **Upcycling** – **Werkzeughalter** – ein Spezialprodukt für Upcycling.
- **Upcycling** – **Mein Haus** – ein Spezialprodukt für Upcycling und Förderung der Kreativität.
- **Upcycling** – **Blumendekoration** – ein Spezialprodukt für Upcycling- und Frühlingsdekorationen.
- **Upcycling** – **Deckelbilder/Mosaik** – ein Spezialprodukt für Upcycling, Kreation von Dekoration und Förderung der Kreativität.
- **Zur Vermeidung von Abfall** – ein Diskussionsblock, der unnötige Abfall-Erzeugung zum Thema hat.

Arbeitsauftrag 1: Erzählung – Der Weg einer PET-Flasche

Hilfsmittel:

- Kunststoffmuster, Kasten, farbiges Papier

Arbeitsvorgang:

Es ist ratsam, einige Plastikproben zur Erzählung mitzubringen. Es wird empfohlen, einen größeren Karton zu verwenden, in den verschiedene Kunststoffe gelegt werden können. Für eine bessere Übersichtlichkeit ist ein gelber Kasten (in Anlehnung an gelben Sack/gelbe Tonne) angebracht. Wir wickeln in gelbes Papier oder malen ihn an. Wir packen verschiedene Plastikartikel in den Kasten: PET-Flasche, Plastiktüten, Beutel, Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff, Folie. Bevorzugen Sie diejenigen, die den grünen Punkt des Dualen Systems haben.

- **Frage 1:** *Wie viel Abfall wirf eine Familie in einer Woche zu Hause weg?*
- **Frage 2:** *Was macht ihr mit dem Abfall?*
- **Frage 3:** *Was alles ist in einer Plastikfolie verpackt?*

  Wir besprechen mit Kindern, wie viel Müll sie zu Hause haben und wohin sie ihn tragen. Er endet oft in gelben Behältern, wenn auch nicht in allen Fällen.

- **Frage 4:** *Was ist mit Plastikmüll dann los? Wohin ist er gefahren?*

  Plastikmüll wird in die Sortierstelle transportiert. Dort werden Kunststoffabfälle auf einem Band transportiert und nach Typ sortiert (z.B. Folien, Flaschen, Styropor, Mischkunststoffe). Teilweise ist das noch Handarbeit durch angelernte Arbeiter (ist sehr unhygienisch). Moderne Technik ermöglich inzwischen auch eine automatische

Sortierung (z.B. magnetische und optische Verfahren, Trennung nach Dichte). Wir können die Sortierung nachahmen indem wir den Abfall auf dem Boden ausschütten und anfangen, mit den Kindern zu sortieren. Wir sortieren zum Beispiel PET-Flaschen, Kunststoffverpackungen und andere. Dabei machen wir darauf aufmerksam, dass obwohl alles aus Kunststoff ist, sich die Verpackungen voneinander unterscheiden. Wir werden den Kindern die Kennzeichnungen auf den Verpackungen zeigen. Obwohl der Name nicht angezeigt wird, unterscheiden sich die Recycling-Nummern in Zahlen und Buchstaben. Wir trennen einige PET-Flaschen vom Rest.

- **Frage 5:** *Was machen wir jetzt mit der Flasche?*

  Die Plastikflasche wird am besten von den Etiketten getrennt. Als nächstes entfernen wir die Abdeckung, da es sich um einen anderen Kunststoff handelt. Wir beginnen die Flasche in Streifen zu schneiden und aus den Streifen schneiden wir die sogenannten Plastikflocken. Diese können wir irgendwo im Voraus vorbereiten. Diese Flocken werden dann mit Wasser gereinigt und aufgenommen, so dass keine anderen Teile mehr vorhanden sind.

  Die Flocken werden dann in eine andere Verarbeitungsanlage überführt, wo das Regranulat hergestellt wird. Kunststoffflaschen werden mit ursprünglichem oder recyceltem Kunststoffgranulat hergestellt, das erhitzt wird, in Formen gespritzt und zu Vorformlingen geformt wird. Diese Vorformlinge werden erneut erhitzt und eine Plastikflasche wird in der gewünschten Form aufgeblasen.

- **Frage 6:** *Was kann man noch produzieren?*

  Kunststoffflaschen können zu neuem Kunststoff verarbeitet werden. Diese Flocken lassen sich schmelzen und durch Düsen zu Fasern pressen – Kunstfaser. Die Produkte sind gekennzeichnet – 100% Polypropylen, 100% Polyester. Schlafsäcke, Kissenbezüge, T-Shirts, Jacken, Teppiche und anderen Produkte werden daraus hergestellt.

- **Frage 7:** *Wie viele 2-Liter-Flaschen werden benötigt, um ein T-Shirt, einen Schlafsack und 1 m² Teppichboden herzustellen? (5, 35, 60). (Quelle: Denik.cz)*

  Während des gesamten Prozesses sehen Kinder, dass das Sortieren sinnvoll ist.

- **Frage 8:** *Was passiert mit einer schmutzigen PET-Flasche?*

  Die leicht verschmutzten PET-Flaschen und der andere Kunststoff werden später gereinigt. Stark verschmutzter Kunststoff kann jedoch nicht verwendet werden und endet als gemischter Abfall in der Verbrennungsanlage. Kunststoff kann verschmutzt sein, wenn er in die gelbe Tonne/den gelben Sack geworfen wird oder er kann dadurch verschmutzt werden, dass jemand einen anderen Abfall, der nicht in die gelbe Tonne/den gelben Sack gehört dort hineinwirft (z.B. Altöl, klebrige Substanzen).

Arbeitsauftrag 2: Sortierungs-Quiz

Hilfsmittel:

- Buntstifte oder Filzstifte, Papierkleber, Schere, A3-Papier, Werbeprospekte

Arbeitsvorgang:

Die Aufgabe besteht darin, das Grundwissen über Sortierung zu überprüfen. Wir gehen davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler wissen, wie sie den Abfall nach Plastik, Papier, Glas, Bioabfall, Elektroschrott, Restmüll oder anderen Kategorien sortieren können.

Die Aufgabe kann paarweise oder in Gruppen ausgeführt werden. Jede Gruppe schneidet dann eine Anzahl von Bildern – aus dem Werbeflyer, dann passieren sie die zweite Gruppe oder den Klassenkameradinnen und -kameraden. Er hat die Aufgabe, Sammelcontainer in seinem Bereich zu erstellen (zeichnen) und ausgeschnittene Bilder in sie zu kleben.

Bei Gruppenarbeiten können Collagen präsentiert werden, um die Klassifizierung von Abfällen (anhand von Bildern) zu überprüfen und zu diskutieren.

Folgendes beachten: Ein Problem kann bei Verpackungen auftreten, die aus zwei Teilen bestehen – Glas + Kunststoff, oder wenn sich in der Papierverpackung noch ein Kunststoffteil befindet. Wir entscheiden anhand dessen, was wir sehen und geben vor, dass der Kasten leer ist. Bei zwei sichtbaren Teilen können die Abbildungen zerschnitten werden. Das Foto ist eine Vorschau einer unvollendeten Collage. Einige Artikel sind nicht zugeordnet und es gibt auch einen Instantkaffee-Behälter (Plastik und Glas). Die Collage sollte noch fertiggestellt sein.

Abbildung 130: Collagenabfallsortierung – ein Beispiel

Arbeitsauftrag 3: Papierstadt

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, Papierabfälle zu verwenden, um die Stadt (z.B. die Nachbarschaft der Schule) nachzubauen.

Hilfsmittel:

- Papierboxen, Karton, Papierrollen, Dispersionskleber, Klebeband, Farbpapiere, Temperafarben, A4- oder A3-Papier, Pappe

Arbeitsvorgang:

Die Lehrkraft wählt den Bereich der Stadt aus, den die Schüler erstellen werden. Sie druckt Kartenabschnitte aus bzw. kopiert diese. Es ist angebracht, die schulische Umgebung einzubeziehen, da sie für Schülerinnen und Schüler am besten bekannt ist. Wir unterteilen die Kinder in Gruppen. Wir ordnen jeder Gruppe eine bestimmte Anzahl von Häusern oder Straßen, Sektoren (nach Gebäuden) zu.

Wir können eine gedruckte Karte der Stadt oder eine andere Karte in die Klasse bringen, in der bestimmte Straßen gesucht werden, indem in den Sektoren (A5, C3) nachsehen. Wir zeigen den Schülerinnen und Schülern, wie sie in Karten suchen können.

Anschließend setzen die Schülerinnen und Schüler einen Gebäudeblock, der bearbeitet werden soll, aus Einzelgebäuden zusammen. Grundlage hierfür sind A3- oder A4-Papiere, ein Karton, auf dem der Hintergrund gezeichnet werden kann. Wege, Gehwege, Grün. Sie platzieren dann ihre Gebäude auf ausgewiesenen Standorten. Die Gebäude sind getrennt und werden nur auf dem Boden abgelagert, sie werden nicht geklebt. Jeder Teil wird beschriftet. Am Rand der Karte markieren wir auch die Seiten der Welt.

So erstellen die Schülerinnen und Schüler zunächst eine 2D-Karte und dann erstellen sie mit Abfällen eine räumliche Karte ihrer Umgebung. Auf dem Foto befinden sich gut ausgebaute Häuser und die umrissene Landschaft. Die Häuser sind noch nicht fertiggestellt und die Wege müssen auf mehreren Streifen bearbeitet werden, um dem gewählten Maßstab zu entsprechen. Ein Block folgt dem nächsten im Aufbau.

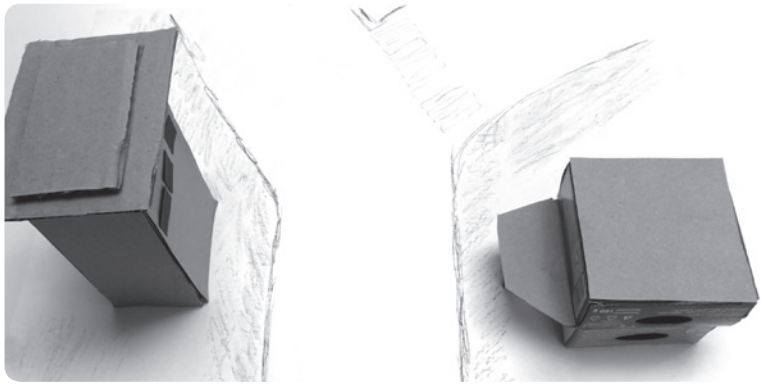


Abbildung 131: Modell einer Papierstadt – ein Beispiel

Nach der Fertigstellung können wir mit den Kindern besprechen, wie sie diesen Teil der Stadt mögen und was sie ändern würden.

Frage 1: *Was ist umweltfreundlich in diesem Bereich?*

Frage 2: *Was sind die Probleme in diesem Bereich?*

Frage 3: *Welche Änderungen würdet Ihr vorschlagen, um das Umfeld in diesem Bereich zu verbessern?*

Änderungen können modelliert oder dokumentiert werden. Es ist erwähnenswert, dass wir mit den verwendeten Verpackungsmaterialien zu fast 90% aus recyceltem Material arbeiten. Der restliche Teil besteht aus farbigen Papieren. Nach Fertigstellung kann das Modell ausgestellt werden. Wir berücksichtigen bei dem Modell, dass alle Papierelemente mit Klebstoff befestigt werden.

Arbeitsauftrag 4: Upcycling – Malerpalette

Wir stellen den Kindern das Konzept des Upcyclings vor und wir können ihnen Produkte aus verschiedenen Materialien zeigen: Holzpalettenmöbel, PET-Flaschen und andere Gebrauchsgegenstände.

Hilfsmittel:

- Vollkarton (aus einem Karton), PET-Flaschenhüllen in verschiedenen Farben, Dispersionskleber oder Klebepistole mit Klebstoff

Arbeitsvorgang:

- Das Grundelement besteht aus einem Karton, der in Form einer Farbpalette geschnitten ist. Hier können wir Kindern die Freiheit geben, ihre eigene Form zu erstellen und nicht die typische Form der Farbpalette zu benutzen. Wir erinnern sie jedoch daran, dass die Farbpalette ein Loch und eine Rundung aufweist, um sie gut zu halten. Das sollte ihre Palette auch aufweisen. Es ist auch möglich, eine Vorlage zu verwenden. Wir beaufsichtigen die Kinder beim Schneiden eines Palettenhaltelochs.
- Nachdem die Form der Palette ausgeschnitten wurde, wird mit dem Klebstoff die erforderliche Anzahl von Deckelchen verklebt. Die Farben der Deckel sollten sich nicht wiederholt werden, außer den klaren Deckeln, die für verschiedene Farben genutzt werden können.
- Nach Fertigstellung kann die Palette noch verziert werden.

Das Foto zeigt eine Grundfarbpalette ohne Dekoration, sie enthält Behälter mehrere Farben und zwei andere Stellen, wo Farben gemischt werden sollen.

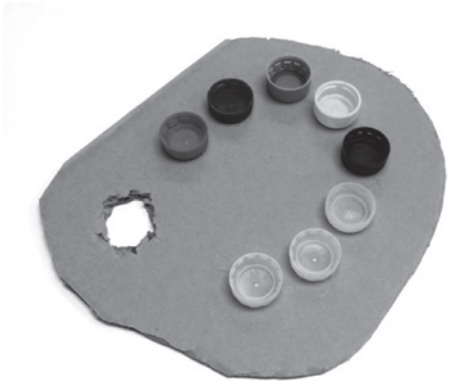


Abbildung 132: Beispiel einer Palette

Nach längerem Gebrauch ist das Produkt nicht recycelbar, da es verschmutzt ist.

Arbeitsauftrag 5: Upcycling – Werkzeughalter

Wenn Sie Pinsel, Scheren und andere Werkzeuge verwenden, die auf dem Tisch abgelegt und nicht nirgends gereinigt werden können, können Sie mit Ihren Kindern einfache Werkzeughalter für Buntstifte, Pinsel, Schere usw. erstellen.

Hilfsmittel:

- Kästen, Toilettenpapier- oder Küchenpapierrollen, Pappe, farbiges Papier und andere Dekorationsmittel

Arbeitsvorgang:

Stellen Sie Toilettenpapierrollen oder durchgeschnittene Küchenpapierrollen in die Kästen. Wir können Rollen und Kästen zuvor mit Farben oder farbigem Papier verschönern.

Auf dem Foto sehen wir die Basis des Halters. Abhängig von der Kartongröße werden Rollen hineingestellt. Wenn die Schachtel nicht exakt mit den eingefügten Rollen übereinstimmt, legen Sie weiteren Karton in die Lücken ein. Wir schaffen damit ein paar Trennwände. Wir verwenden Papier und Klebstoff bei der Herstellung, damit wir es nach Ablauf seiner Lebensdauer problemlos ins Recycling geben können.

Abbildung 133: Basis des Werkzeughalters

Arbeitsauftrag 6: Upcycling – Mein Haus

Kinder schaffen ein dekoratives Raumbild ihres eigenen Traumhauses.

Hilfsmittel:

- Scheren, Kleber, Pappe (Karton), farbige Papiere, Verpackungsmaterialien: Schachteln, PET-Flaschen, Folien usw.

Arbeitsvorgang:

Jedes Kind erhält ein Stück Karton als Grundfläche um Bilder zu erstellen. Die Kinder erstellen dann aus ihren Verpackungsmaterialien ein Traumhaus. Die Verwendung von Schachteln und anderen Verpackungen führt zur Schaffung eines räumlichen Bildes. Die Kinder sind nur durch die Größe des Kartons begrenzt.

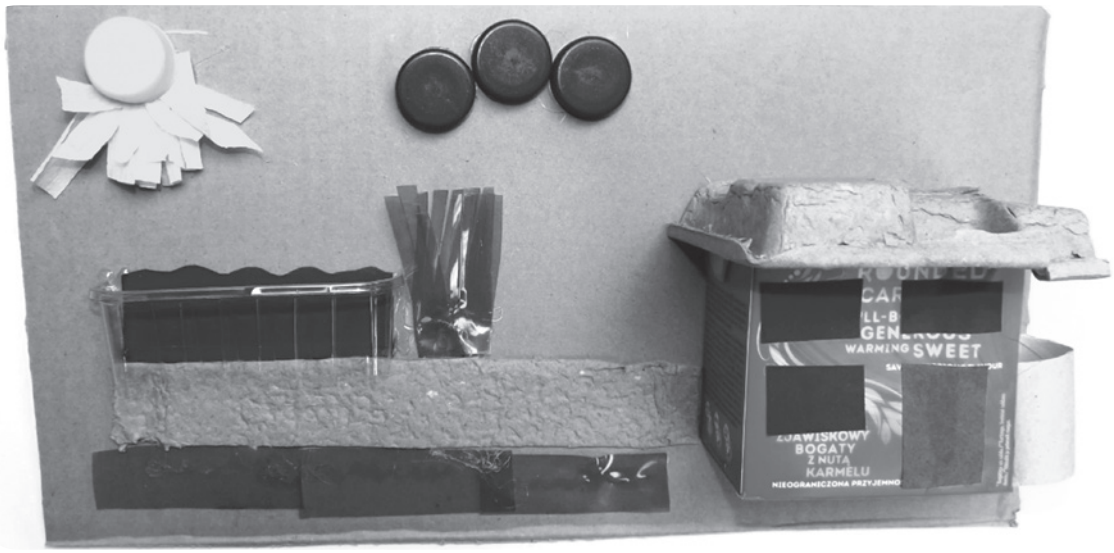


Abbildung 134: Vorführmodell eines Traumhauses

Das Foto zeigt ein Werk. Wir verwenden farbige Papiere zur Dekoration. Wir können den Karton zuvor färben oder mit farbigem Papier verkleben. Mit verschiedenen Materialien bilden wir die Landschaft und das Haus. Fettkleber reicht aus, um die meisten Teile zu verkleben. Für einige Kunststoffteile (das Rohr am Schwimmbad) muss eine Heißklebe-

pistole verwendet werden. Je nach Alter und Fertigkeit arbeiten Kinder an einem bestimmten Ort unter Aufsicht, oder wir können ihnen helfen, einen bestimmten Teil aufzukleben. Die Farben der Materialien werden als Gestaltungselement verwendet.

Frage 1: *Welche Teile des Hauses sind aus recyceltem Material?*

Diskussion: Einige Leute begannen, aus alten Bechern Gewächshäuser zu bauen. Holzabfälle werden auch der Spanplatte hinzugefügt, die dann in Möbeln verbaut wird. Seltener finden wir auch Reifenhäuser, überarbeitete Wagen und andere Variationen von Hausmodifikationen.

Arbeitsauftrag 7: Upcycling – Blumendekoration

Hilfsmittel:

- Schere, Kleber, Papierrollen

Arbeitsvorgang:

Wir drücken die Papierrollen leicht zusammen und schneiden „Streifen" der gleichen Breite. Dann kleben wir die Teile zusammen und wir nähern uns allmählich der Form einer Blume an. Die Blumen können als dekorativer Vorhang verwendet werden. Wenn sie auf einen Karton geklebt werden, kann ein Bild erstellt werden. Sie lassen sich leicht färben und erzeugen durch weitere Verklebung dekorative Blumenoberflächen oder Vorhänge.

Abbildung 135: Beispiel einer Blumendekoration

Arbeitsauftrag 8: Upcycling – Deckelbilder/Mosaik

Hilfsmittel:

- Kleber, Karton, PET-Flaschenabdeckungen

Arbeitsvorgang:

Wir kleben die Flaschenabdeckungen auf Karton-Papiere zu bestimmten Formen oder Mosaiken und Mustern. Die Pappe dient als Basis. Mit dem Karton erstellen wir einen Rahmen und verzieren ihn. Wir können die Oberfläche der Pappe zuvor mit farbigem Papier bekleben.

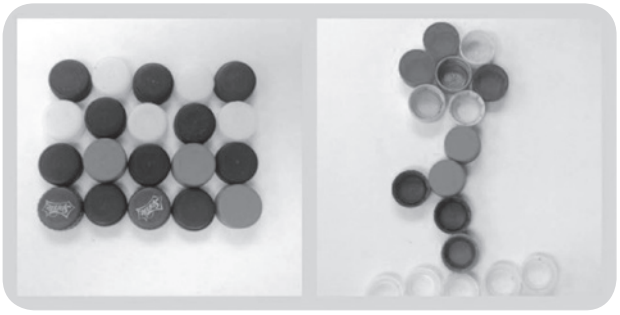


Abbildung 136: Deckelbild – Beispiel

Arbeitsauftrag 9: Erzählung – Zur Vermeidung von Abfall

Wir haben gelernt Abfälle zu sortieren und weiterzuverarbeiten. Aber auf unserem Planeten erzeugen wir immer mehr Müll.

Frage 1: *Warum gibt es immer mehr Müll auf dem Planeten, wenn wir ihn recyceln können?*

- Obwohl viel recycelt wird, findet das Sortieren und Recycling nicht überall statt.
- Ziel ist es, die Sortierung und das Recycling zu erhöhen, aber auch den Verbrauch zu senken.
- Es gibt immer mehr Menschen auf unserer Erde, und der Verbrauch von Produkten, die zunehmend transportiert werden, steigt. Es wächst sowohl die Anzahl der verwendeten Artikel als auch auf die Verpackungsmenge.
- Aufgrund der erhöhten Hygiene steigt die Anzahl der Verpackungsmaterialien (einzeln verpackte Teile).
- Aufgrund der Bequemlichkeit des Menschen steigt die Anzahl der Verpackungsmaterialien (im Extremfall – Verkauf: geschälte Orange in einer Einweg-Plastikbox).

Frage 2: *Wir sprachen über eine größere Anzahl von Verpackungen. Welche mehrfach verpackten Lebensmittel kennt ihr?*

! Verschiedene Bonbons, Schokoladenriegel, Tees usw. Oft kaufen wir im Supermarkt mit dem Produkt auch seine Verpackung ein, wobei mehr als die Hälfte der Verpackung manchmal mit Luft gefüllt ist.

Frage 3: *Kennt ihr auch die Produkte, die, bei denen im Vergleich zur Packungsgröße sehr wenig Inhalt drin war?*

! Es geht oft wieder um Süßigkeiten, Müsli, Waschpulver, Medikamente, Kaffee. Der Grund ist, dass das Produkt leichter verkauft wird, wenn der Kunde wegen der größeren die Verpackung glaubt mehr zu erhalten. Es ist auch möglich, auf große Verpackungen viele Informationen zu schreiben. Einige Medikamente, Multivitamine (eine Pappschachtel, eine Plastikbox und mehrere Tabletten drin) sind Beispiele.

Frage 4: *Wie kann ich helfen?*

Es ist schwer zu vermeiden, auf diese Weise verpackte Lebensmittel zu kaufen. Du kannst anfangen, andere Produkte zu kaufen, die den Planeten nicht mit ihrer Verpackung belasten. Wir dürfen die Sortierung zu Hause nicht vergessen.

Schlussfolgerung: Wir haben auch die Möglichkeit, den Konsum einzuschränken. Mit der Verfügbarkeit von Maschinen und Finanzen steigt die Anzahl der produzierten Dinge und die Anzahl der Leute, die sie kaufen möchten. Oft brauchen die Menschen diese Dinge nicht. Die Lösung ist, nicht unnötige Dinge zu kaufen oder gebrauchte Sachen zu kaufen oder zu verkaufen, die noch genutzt können. (Beginnen Sie eine Diskussion darüber, wie viele Spielzeuge Kinder zu Hause haben und wie viele Spielzeuge Kinder in der 1. und 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts hatten. Fragen Sie sie, ob sie wirklich alles benutzen.)

3.6 Nahrung als Raketentreibstoff von Tieren, einschließlich des Menschen

Übersicht der Aktivitäten

Übung	Erwartete Dauer der Übung	Schwierigkeitsgrad	Altersstufe	Material	Ziel der Übung
Arbeitsauftrag 1: Was isst du?	30 Minuten	mittel	3. – 5. Klasse der Grundschule	Bleistifte, Buntstifte	Die Grundprinzipien einer gesunden Ernährung lernen.
Arbeitsauftrag 2: Weg der Nahrung	30 Minuten	mittel	3. – 5. Klasse der Grundschule	Bleistifte, Buntstifte	Den Aufbau des Verdauungssystems zu lernen und sich ein Bild davon zu machen, wie Essen verdaut wird.

Für das Thema „Lebensmittel als Raketentreibstoff für Tiere einschließlich des Menschen" wurden zwei Aktivitäten geschaffen. Die erste Aktivität heißt „Was isst du?" und die zweite „Weg der Nahrung". Die erste Aktivität ist auf das Thema gesunde Ernährung konzentriert und lässt die Schülerinnen und Schüler darüber nachdenken, was sie essen, ob es gesund ist und was ihnen schmeckt. Die zweite Aktivität widmet sich dem Thema der Verarbeitung von Nahrungsmitteln im Körper in den einzelnen Organen des Verdauungssystems und mit welchen Nahrungsmitteln Menschen mehr Kraft umsetzen können. Beide Aktivitäten sind so konzipiert, dass die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Erfahrungen nutzen können.

Arbeitsauftrag 1: Was isst du?

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die Aktivität umfasst fünf Aufgaben (siehe Arbeitsblatt), mit denen die Schülerinnen und Schüler darüber nachdenken können, was sie als Pausenbrot mitbringen, ob es gesund ist oder ob sie genug Obst und Gemüse essen. Einige Aufgaben dienen dazu, dass die Schülerinnen und Schüler im Unterricht miteinander vergleichen können, wer was isst und wie dies verbessert werden könnte. Es ist wichtig, eine freundliche Atmosphäre im Klassenzimmer zu schaffen, damit sich die Schülerinnen und Schüler im Vergleich nicht unwohl

fühlen, sondern eher motiviert werden, über gesunde Ernährung und über ihr Essen und das Essen ihrer Familie nachzudenken.

! Um die Aufgaben im Arbeitsblatt zu lösen, sollte die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler vorbereiten, indem er sie mit den Grundregeln einer gesunden Ernährung vertraut macht, verschiedene Arten von Lebensmitteln bespricht und ihre Rolle in der menschlichen Ernährung erklärt.

Aufgabe A:

Diese Aufgabe besteht aus einem kleinen Fragebogen. Ziel ist es, eine Diskussion im Klassenzimmer zu starten und die Schülerinnen und Schüler zu ermutigen, darüber nachzudenken, wann und was sie essen.

Aufgabe B:

Eine spielerische und kreative Aufgabe. Der Schwerpunkt liegt auf der Bedeutung und Form eines gesunden Frühstücks.

Aufgabe C:

Diese Aufgabe konzentriert sich wieder auf das Frühstück. Die Schülerinnen und Schüler sollten Lebensmittel auswählen, die für das Frühstück geeignet sind, damit sie bis zum Pausenbrot in der Schule Energie haben.

Aufgabe D und E:

Eines der Gerichte, das Schülerinnen und Schüler in der Schule essen, aber sie bringen es normalerweise von zu Hause mit, ist das Pausenbrot. Die Kinder über ihr Pausenbrot nach und darüber ob es verbessert werden könnte. Für die Schülerinnen und Schüler ist es auch wichtig zu verstehen, was ihnen schmeckt und ob dies gesund ist.

Arbeitsauftrag 2: Weg der Nahrung

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Diese Aktivität dient der Vermittlung der Struktur des Verdauungssystems und hilft den Schülerinnen und Schülern, eine Vorstellung davon zu bekommen, wie wir das Essen verdauen. Der Schwerpunkt liegt auf Joghurt und Ballaststoffen als Nahrungsbestandteile, die die Verdauung verbessern und Verdauungsstörungen vorbeugen. Um Aufgaben im Arbeitsblatt zu lösen, sollte die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler vorbereiten, indem er sie mit den wesentlichen Bestandteilen des Verdauungssystems und dem Verlauf der Nahrungsverdauung vertraut macht.

Aufgabe A:

In dieser Aufgabe malen die Schüler die Organe auf dem Bild farbig an, durch die die Nahrung während der Verdauung fließt.

Aufgabe B:

In dieser Aufgabe erklären wir den Schülern, dass die Nahrung während der Verdauung in immer kleinere Partikel aufgespalten wird, die vom Dünndarm in das Blut aufgenommen werden und dann im Körper verteilt werden. Die Reihenfolge der einzelnen Schritte (Organe) kann von den Schülern nummeriert oder als Schlange dargestellt werden.

Aufgabe C:

Diese Aufgabe widmet sich Joghurt und seiner Position in der gesunden Ernährung. Die Schüler wählen wahrheitsgemäße Behauptungen über Joghurt aus. Sie können sie mit einem Buntstift oder Filzstift unterstreichen oder hervorheben.

Aufgabe D:

In ähnlicher Weise ist diese Aufgabe einem Lebensmittelbestandteil gewidmet, der dazu beiträgt, eine gute Verdauung zu erreichen, eine günstige Umgebung im Darm aufrechtzuerhalten und viele Krankheiten (z. B. Darmkrebs) zu verhindern. Dieser Bestandteil sind die Ballaststoffe.

3.7 Klima

Ziel der Experimente ist es, einige klimabezogene Prozesse aufzuzeigen und Schüler zum Nachdenken anzuregen, was alles das Klima beeinflussen kann, einschließlich der Organismen.

Arbeitsauftrag 1

Hilfsmittel:

- schwarzes und weißes Papier, Lichtquelle

Arbeitsvorgang:

Für die erste Aufgabe bereitet die Lehrkraft für die Schülerinnen und Schüler mehrere Blätter schwarzes und weißes Papier vor, die entweder nebeneinander auf einer sonnenbeschienenen Oberfläche liegen oder von einer Lampe mit einer klassischen oder Halogenlampe beleuchtet werden. Gleichzeitig legen die Schülerinnen und Schüler ihre Handflächen auf schwarzes und weißes Papier, wenn die Lampe ausgeschaltet ist oder die Papiere aus der Sonne genommen wurden und vergleichen die Temperatur der Papierblätter oder der abgestrahlten Wärmeenergie. Die Lehrkraft erklärt dann das Prinzip der Energieaufnahme und seiner Strahlung in Form von langwelliger Strahlung (Infrarot), die wir als Wärme wahrnehmen. Es ist ein Modell der ungleichen Erwärmung der Erdoberfläche, abhängig von der Helligkeit der Oberfläche. Unterschiedliche Wärmestrahlungsmengen verändern die Wärme der Luft über der Oberfläche und führen zum Luftstrom. Die Schülerinnen und Schüler sollten verstehen, dass unterschiedliche Oberflächen eine unterschiedliche Energiemenge aufnehmen (und abgeben).

Arbeitsauftrag 2

Hilfsmittel:

- schwarzes und weißes Papier, Lichtquelle

Arbeitsvorgang:

In einem zweiten Versuch sollten die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass wenn die gleiche Energiemenge auf eine unterschiedlich große Fläche fällt (nur durch einen zweidimensionalen, langen Bogen dargestellt), die Oberfläche unterschiedlich erwärmt wird. Im Äquatorbereich erwärmt sich die Erdoberfläche sehr stark während in der Polarregion niedrige Temperaturen herrschen. Durch die Neigung der Drehachse bleibt ein Teil der Erdoberfläche lange Zeit (bis zu einem halben Jahr) ohne direkten Einstrom von Sonnenenergie. Dieser Mangel an Wärmeenergie wird teilweise durch den Wärmeeintrag aus den bestrahlten Bereichen ausgeglichen.

Arbeitsauftrag 3

Hilfsmittel:

- Arbeitsblatt

Arbeitsvorgang:

Die dritte Aufgabe dient dazu, die Schüler darauf aufmerksam zu machen, dass die Position der Kontinente in der geologischen Vergangenheit eine andere war. Dieses lässt sich anhand der fossilen Lebensformen (z.B. ehemalige tropische Korallenriffe) und geologischen Merkmalen (z.B: Spuren von Festlandgletschern) rekonstruieren. Die Lehrkraft sollte erklären, dass sich die Verteilung der Klimazonen im Bezug zu den Kontinenten geändert hat.

Arbeitsaufträge 4, 5 und 6

Arbeitsvorgang:

Die vierte, fünfte und sechste Aufgabe basiert auf der Vertrautheit mit gewöhnlichen Tieren und Pflanzen. Einige Tiere (Bär, Eidechse, Tiger, Fuchs) leben in mehreren Klimazonen, aber viele Tiere sind auf die eine Klimazone spezialisiert. Tiere haben unterschiedliche Anpassungen (Körpergröße, Fettschicht, Gliedmaßenlänge, Ohrgröße, Fellfarbe, Winterschlaf usw.), die teilweise aus den klimatischen Bedingungen ableiten lassen. In der Aufgabe mit den Pflanzen sollten sich die Schülerinnen und Schüler bewusst sein, dass das Wassermanagement bei verschiedenen Pflanzentypen unterschiedlich ist und nicht immer mit einem bestimmten Klima in Verbindung gebracht werden kann. Oftmals ist nur ein einziger Faktor ausschlaggebend (Kakteen finden sich in mildem, subtropischem

und tropischem Klima, die Bedingung ist ein Mangel an Niederschlag). Ähnliche Bedingungen führen zu der gleichen Anpassung und damit auch zu ähnlichem Aussehen auch bei verschiedenen, nicht näher verwandten Pflanzen Sukkulenten (Kakteen, Wolfsmilch, Hauswurzen) haben kein Problem mit Wasserknappheit. Wasserpflanzen (Seerosengewächse, Gelbe Teichrosen, Victoria, Laichkräuter) können unabhängig vom Klima auftreten, wenn Wasser in Seen und Flüssen vorhanden ist.

Arbeitsaufträge 7 und 8

Arbeitsvorgang:

Die letzten beiden Aufgaben sollen die Prozesse zeigen, die zum Klimawandel führen, und seine Folgen. Nach dem Gesetz von Archimedes ist schwimmendes Eis im Gleichgewicht mit dem Auftrieb des Wassers, so dass das Eis nach dem Auftauen die Höhe des Wasserspiegels (Meeresspiegel, Wasserhöhe in der Schüssel) nicht beeinflusst. Dagegen führt ein Wasserfluss (vom Festland, vom Rand der Schüssel) z einen Ansteigen des Wasserspiegels. Das Schmelzen von Eis im arktischen Ozean beeinflusst die Höhe der Meeresspiegel nicht, während das Schmelzen von Berg- und Festlandgletschern (z. B. in Grönland) die Höhe des Wasserspiegels beeinflusst. Diese so genannte Glazialeustasie, d. h. Schwankungen der Meeresspiegelhöhe durch Bindung von Wasser in den Festlandeismassen und Gebirgsgletschern während der Eiszeit und Freisetzung von Wasser durch Eisschmelze, führte in der geologischen Vergangenheit im Vergleich zum heutigen Stand zu Pegelschwankungen von etwa 100 Metern.

Das letzte Experiment kann die Existenz und Freisetzung von Kohlendioxid in die Atmosphäre zeigen. Wenn wir Kalksteinstücke in ein breiteres Becherglas geben und mit Essig bestreichen (oder verdünnter HCl, wenn das Experiment nur demonstrativ ist und von der Lehrkraft durchgeführt wird, dann ist das Experiment effektiver), entstehen CO2-Blasen. Es ist möglich nachzuweisen, dass es CO2 ist, mit einer kleinen schwimmenden Kerze, die zu Beginn des Experiments brennend an die Oberfläche gelegt wurde. Nach einigen Minuten steigt der CO2-Gehalt über der Oberfläche. Die Kerze sollte erlöschen, da sie zum Verbrennen Sauerstoff benötigt. Aus dem Experiment kann abgeleitet werden, dass Kohlendioxid, das für Treibhausgase wichtig ist, entsteht, wenn etwas Kalkstein zersetzt oder (und auch) die Verbrennung organischer Stoffe (Paraffinkerzen) Sauerstoff umwandelt. Die Lehrkraft sollte den Schülern erklären, dass die Menge an CO2 in der Atmosphäre und deren Aufnahme oder Freisetzung aus der Gesteinsumgebung und der Pflanzendecke einer der wichtigsten Faktoren ist, die das Klima auf der Erde beeinflussen. In der geologischen Vergangenheit gab es Situationen, in denen die Erde bis auf einem schmalen Streifen am Äquator völlig gefroren war („Snowball Model“ – Erde als Schneeball im Prequam). Die zunehmende CO2–Menge fürhte zu Erwärmung, so dass das Klima im Allgemeinen ausgeglichener und wärmer war und der tropische Streifen erheblich breiter war als heute („Greenhouse Model“ – Erde mit mildem Klima und Laubwäldern bis zu den Polen).

REFERENZEN:

- MORAVCOVÁ, J. (2006): *Biologicky aktivní přírodní látky.* Chemisch-technologische Universität in Prag. 107 S.
- dTest: https://www.dtest.cz/kampane/vzduch
- Denik.cz http://pardubicky.denik.cz/podnikani/zpetiplastovychlahvijetrickoz8255.html
- HARLEN, W.: *Assessment and Inquiry-Based Science Education: issues in policy and practice.* Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme. 2013, ISBN: 978-1-291-33214-8. [online]. [zit. 2016-07-07]. Verfügbar online unter: <http://www.interacademies.net/>
- HARLEN, W. (ed.): *Principles and Big Ideas of Science Education.* Herts : Association for Science Education. 2010, ISBN: 9780863574313. [online]. [zit. 2016-07-07]. Verfügbar online unter: <www.ase.org.uk>
- HARLEN, W. (ed.): *Working with Big Ideas of Science Education.* Science Education Programme of IAP: Trieste. 2015, ISBN: 9788894078404. [online]. [zit. 2016-07-07]. Verfügbar online unter: <http://www.interacademies.net/>
- HARLEN, W.: *The Teaching of Science in Primary Schools.* London: David Fulton Pub- lishers Ltd. 2000
- PIAGET, J. – INHELDEROVÁ, B.: *Psychológia dieťaťa.* Bratislava: SOFA. 1997, ISBN: 8085752336.
- THAGARD, P.: *Úvod do kognitívni vědy (Mysl a myšlení).* Prag: Portál. 2001, ISBN: 80-7178-445-1.
- ARCHER, L., DEWITT, J., OSBORNE, J. DILLON, J., WILLIS, B. a WONG, B.: *„Do- ing" science versus „being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity.* Science Education, Vol. 94, No. 4, 07.2010, p. 617-639.