

## 4 TYPISCHE SCHÜLERFEHLER UND ANREGUNGEN ZU DEREN ÜBERWINDUNG

Eine Möglichkeit, die Ergebnisse von Vergleichsarbeiten zielgerichtet zur Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler zu nutzen, besteht darin, die Schülerantworten genauer hinsichtlich folgender Fragen zu untersuchen:

- Welche Fehler traten bei Bearbeitung der Aufgaben gehäuft auf (typische Fehler)?
- Welche Überlegungen/Fehlvorstellungen können diese Fehler verursacht haben?
- Durch welche Aufgaben kann an der Überwindung dieser Fehler gearbeitet werden?

Durch auffällig niedrige Landesmittelwerte und die Analyse von Originalarbeiten von Schülerinnen und Schülern wurden typische Schülerfehler erkennbar, die auf Probleme

hinsichtlich der Ausprägung folgender Kompetenzen aufmerksam machen:

- (1) Beschreiben und Erklären von Phänomenen aus Natur und Technik
- (2) Erstellen und Interpretieren von Diagrammen
- (3) Nutzen von Modellen zur Beschreibung und Erklärung
- (4) Planen von Untersuchungen, Messungen und Experimenten
- (5) Auswerten von Untersuchungen, Messungen und Experimenten
- (6) Erschließen von Sachtexten
- (7) Bewerten der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse

**Aufgabe 1: Metalle und Nichtmetalle**

a) Die Eigenschaften eines Metalls und eines Nichtmetalls sollen in einer Tabelle gegenüber gestellt werden.

Fülle die Lücken in der Tabelle aus. Nutze auch das Tafelwerk.

Eigenschaft	Metall	Nichtmetall
Aggregatzustand bei Zimmertemperatur		
Farbe		hell
Glanz		hell
Schmelztemperatur		
Gewicht		
elektrisch leitend		
ausgewählter Vertreter		

*AP*

**Aufgabe 2: Lebensweisen und deren Folgen**

In zahlreichen medizinischen Studien zwischen 2000 und 2010 wurde die Lebensweise von Müttern während der Schwangerschaft untersucht. Die Ergebnisse dieser Studien sind in der folgenden Grafik zusammengefasst:

■ Anzahl geschädigter Kinder

rauchen während der Schwangerschaft    Alkohol trinken während der Schwangerschaft    gesunde Lebensweise

a) Beschreibe die Aussagen des Diagramms.

*Sehr viele Frauen trinken Alkohol während der Schwangerschaft. Ein paar Prozent weniger Rauchen. Aber nur sehr wenige haben gesunde*

Im Folgenden werden zu jedem dieser sieben Punkte an Beispielen aus den Vergleichsarbeiten der letzten Jahre die typischen Fehler einschließlich möglicher Ursachen

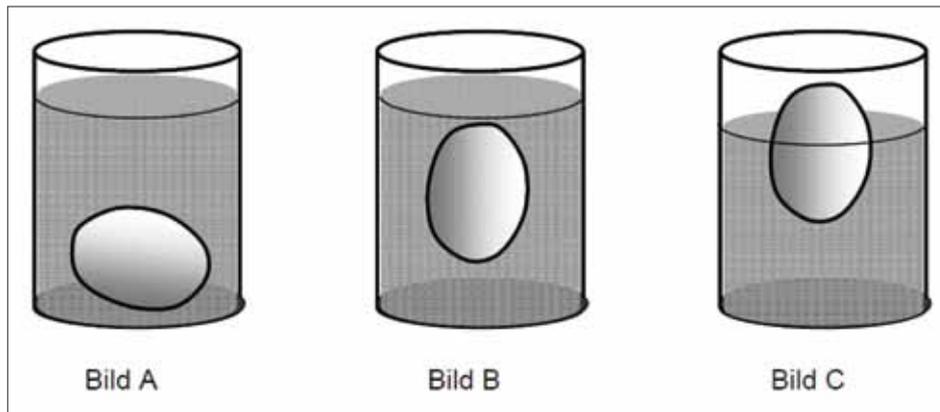
verdeutlicht und anschließend eine Serie von Aufgaben zur Überwindung dieser Fehler dargestellt.

## 4.1 BESCHREIBEN UND ERKLÄREN VON PHÄNOMENEN AUS NATUR UND TECHNIK

### SCHWIMMEN UND SINKEN (AUFGABE 1 VERGLEICH SARBEIT 2007)

Bei einem Experiment wird ein gekochtes Ei ins Wasser gelegt (Bild A). Anschließend wird ein wenig Kochsalz dazugegeben (Bild B). Zum Schluss wird noch mehr Salz im Wasser aufgelöst (Bild C). In den abgebildeten Situationen ist das Ei jeweils in Ruhe.

Beschreibe deine Beobachtungen.



#### Typische Schülerfehler

Da das Vorgehen bei diesem Experiment erläutert und die eintretenden Zustände durch Zeichnungen wiedergegeben wurden, ist die Beschreibung der dargestellten Veränderungen eine einfache Aufgabe.

Diese Beschreibung erfordert

- eine richtige Verwendung der Fachbegriffe,
- eine genaue Analyse der Zeichnungen.

Dieser Auftrag wurde nur von ca. 65 % der Schülerinnen und Schüler an den Sekundarschulen und ca. 80 % am Gymnasium erfüllt. Insbesondere haben nur 4 % aller Schülerinnen und Schüler (unabhängig von der Schulform) bemerkt, dass sich im Bild C der Wasserspiegel im

Vergleich zu den Bildern A und B abgesenkt hat. Das ist umso erstaunlicher, da diese Erscheinung zu den alltäglichen Erfahrungen gehört und in diesem Zusammenhang auch nicht nebensächlich ist.

Auffallend ist, dass nur ein Teil der Schülerinnen und Schüler zur Beschreibung Fachbegriffe (hier Schweben und Schwimmen) korrekt verwendet.

Den Schülerinnen und Schülern sollten im Unterricht vielfältige Möglichkeiten geboten werden, physikalische Phänomene zu beobachten und ihre Beobachtungen sowohl mündlich als auch schriftlich darzustellen. Nur so lässt sich diese Teilkompetenz zielgerichtet entwickeln.

#### Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler

##### AUFGABE 1.1: LICHT GEHT DURCH EIN PRISMA

Bei einem Experiment wurde ein schmaler Lichtstrahl auf ein Glasprisma gerichtet. Dabei trat das abgebildete Phänomen auf.

Beschreibe, was bei diesem Experiment beobachtet werden kann.



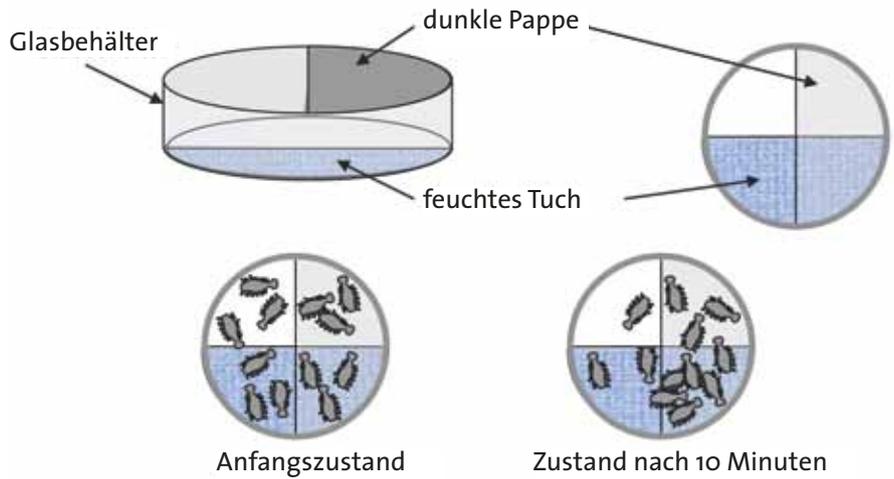
#### HINWEISE ZU DIESER AUFGABE

Die Schülerinnen und Schüler sollten dazu angehalten werden, ihre Beschreibung mithilfe von Fachbegriffen (z. B.: Lot, Einfallswinkel, Brechungswinkel, Spektralfarben, Wellenlänge) anzufertigen. Diese könnten als Wortleiste auch vorgegeben werden.

Sie sollten bei ihrer Beschreibung auch darauf eingehen, dass die Dispersion schon im Innern des Prismas zu beobachten ist.

**AUFGABE 1.2: VERHALTEN VON ASSELN**

Nadja hat in den abgebildeten Behälter Asseln gesetzt. Beschreibe die Veränderungen zwischen dem Anfangszustand und dem Zustand nach 10 Minuten.



**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Schülerinnen und Schüler müssen erkennen, dass es zur genauen Beschreibung notwendig ist,

- die Anzahl der Asseln in allen vier Sektoren des Glasbehälters zu Beginn und nach 10 Minuten zu ermitteln und
- die Bedingungen in den einzelnen Sektoren zu beschreiben.

Für diese Art der Beschreibung bietet sich eine Tabelle an, z. B.:

Umgebungsbedingungen	Anzahl der Tiere	
hell und trocken	3	1
hell und feucht	3	2
dunkel und trocken	3	3
dunkel und feucht	3	6

**AUFGABE 1.3: REGENWÜRMER**

Die folgende Tabelle erfasst die biologische Aktivität einer bestimmten Anzahl von Regenwürmern mithilfe der gefundenen Kotmenge.

Beschreibe die Veränderungen der biologischen Aktivität im Verlaufe eines Jahres.

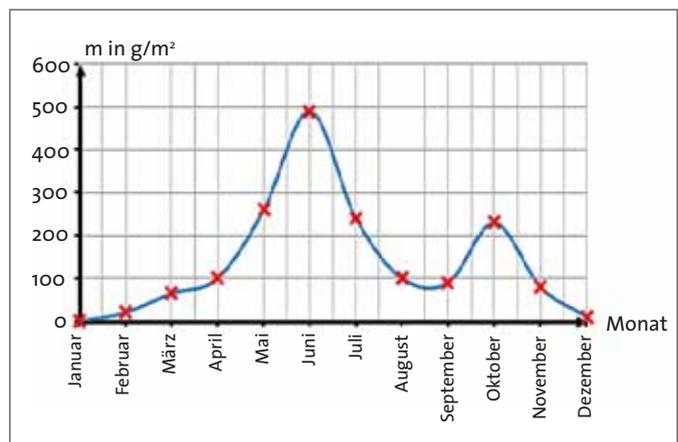
Monat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Kot in g/m <sup>2</sup>	0	20	65	100	260	490	240	100	90	230	80	10

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Schülerinnen und Schüler sollten Tätigkeiten üben, wie:

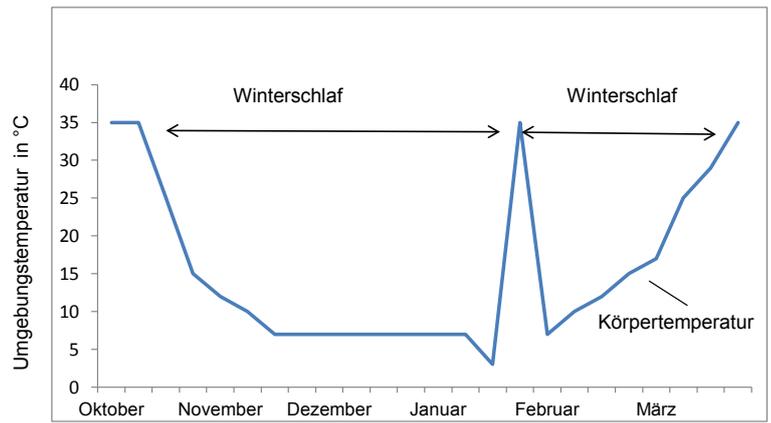
- Finden von auffälligen Werten (z. B. Maxima, Minima).
- Erkennen von Entwicklungen (Zunahme, Abnahme, Schwankungen, Periodizitäten, Sprünge).

Die Beschreibung der Veränderungen wird (insbesondere bei solchen wenig kontinuierlichen Vorgängen) erleichtert, wenn erst das entsprechende Diagramm gezeichnet wird.



**AUFGABE 1.4: KÖRPERTEMPERATUR DES IGELS**

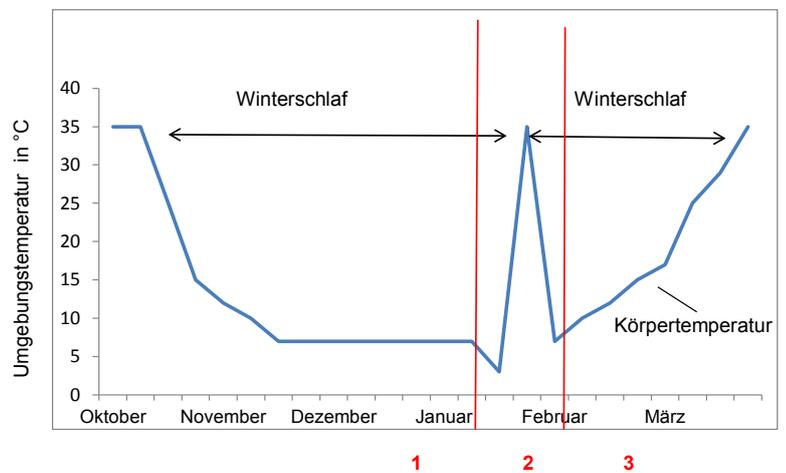
Bei mehreren Igeln wurde mithilfe eines Sensors über ein halbes Jahr ständig die Körpertemperatur erfasst. Die Werte sind in dem Diagramm dargestellt. Beschreibe die Körpertemperatur des Igels in Abhängigkeit von der Jahreszeit.



**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Mit den Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht sollte eine Schrittfolge geübt werden.

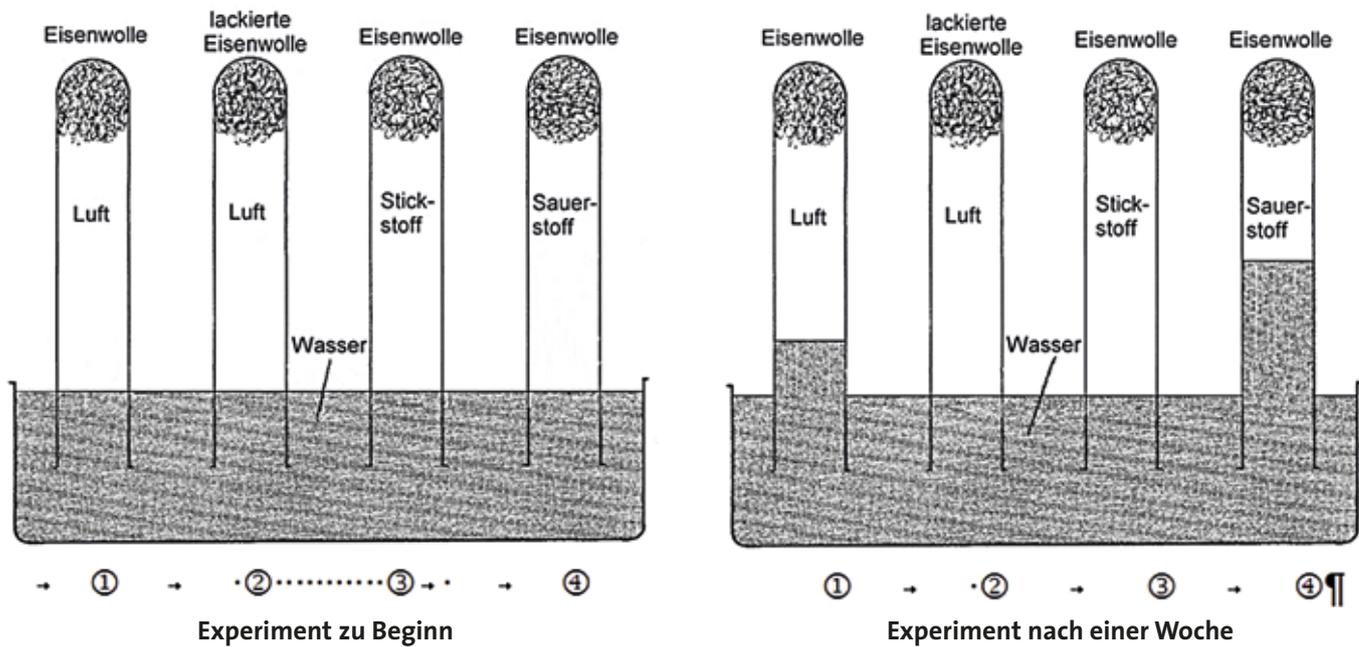
- 1 Erfassen der dargestellten unabhängigen (auf Abszisse abgetragen) und abhängigen Größen (auf Ordinate abgetragen)
- 2 Ermitteln der Quelle (einschließlich des Erfassungszeitraumes) der dargestellten Daten
- 3 Analyse des Verlaufs des Graphen (Abschnitte, markante Punkte, meist beginnend im Ursprung und dann nach rechts fortschreitend)
- 4 Beschreiben des Kurvenverlaufs mit naturwissenschaftlichen Fachbegriffen



Abschnitt	Beschreibung
1	Oktober bis Mitte Januar - bis Mitte Oktober liegt die Körpertemperatur (KT) bei ca. 35 °C - fällt dann sehr schnell auf etwa 15 °C bis Ende Oktober - dann langsames Absinken der KT bis Anfang Dezember (ca. 7 °C) - Stagnation bis Mitte Januar
2	Mitte bis Ende Januar - kurzzeitiger Abfall der KT auf 3 °C, dann sprunghafter Anstieg auf ca. 35 °C - erneuter Abfall auf ca. 7 °C
3	Februar bis Ende März - langsamer Anstieg der KT auf etwa 15 °C (Ende März) - Anfang April: Erreichen der KT von etwa 35 °C

**ROSTEN VON EISEN (AUFGABE 3C VERGLEICH SARBEIT 2008)**

Folgendes Experiment zum Thema Oxidation wurde von Schülern durchgeführt:



c) Notiere jeweils die Ursache für die Experimentierergebnisse.

**Typische Schülerfehler**

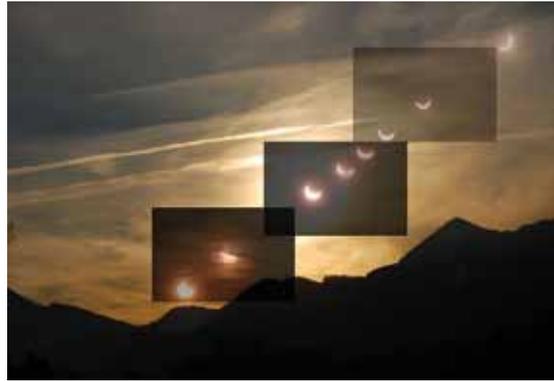
Die Schülerinnen und Schüler beobachteten oft unvollständig (vorangehende Teilaufgabe b) und stellten diese Beobachtung auch nicht klar dar. Das und häufig fehlende Fachkenntnisse zur Oxidation, insbesondere an den Sekundarschulen, verhinderten bessere Ergebnisse. Es gelang, auch an den Gymnasien, nur wenigen Schülerinnen und Schülern sprachlich gut formulierte Beschreibungen der Ursachen als Schlussketten anzufertigen, wie folgende Beispiele zeigen:

- „Sauerstoff verbindet sich mit Eisen, mehr Platz für Wasser“, „die große Menge Sauerstoff reagiert mit der Eisenwolle, es entsteht Eisenoxid. Die Oxidation verursacht den Anstieg des Wassers.“
- „Sauerstoff entweicht und das Wasser steigt.“
- „Durch den Sauerstoff wurde das Wasser nach oben gezogen.“
- „Durch den Druck der Luft ist das Wasser nach oben gestiegen“.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 1.5: SONNEN- UND MONDFINSTERNISSE**

Sonnen- und Mondfinsternisse sind sehr spektakuläre Ereignisse.

- Skizziere die richtige Lage der Himmelskörper und die Schatten bei einer Mondfinsternis. Beschrifte deine Skizze.
- Mondfinsternisse treten häufiger auf als Sonnenfinsternisse.  
Begründe, warum das so ist.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Durch die anzufertigende Skizze wird die Erklärung wesentlich erleichtert, da die Lagebeziehungen nicht mehr beschrieben werden müssen.

Bei der Teilaufgabe b ist darauf einzugehen, dass das in der Aufgabenformulierung verwendete Wort „häufiger“ in zweierlei Hinsicht interpretiert werden kann:

- subjektiv  
Der einzelne Mensch nimmt weniger Sonnenfinsternisse wahr als Mondfinsternisse. Das kann damit begründet werden, dass von jedem Punkt der Erde, von dem aus der Vollmond sichtbar ist, auch die Mondfinsternis sichtbar ist.  
Dagegen kann eine Sonnenfinsternis nur an den wenigen Orten auf der Erde beobachtet werden, die gerade von Mondschatten getroffen werden.

- objektiv  
Aufgrund der Verhältnisse der Größe des Erdschattens und des Mondschattens (ca. 16 : 1) ist das Eintreten des Mondes in den Erdschatten viel häufiger als das Eintreten der Erde in den Mondschatten. Das ist insbesondere dann in der Argumentation zu berücksichtigen, wenn das Problem nicht auf die Ebene reduziert wird (z. B. im Schuljahrgang 6 innerhalb der Optik), sondern die Bahnneigung des Mondes mit berücksichtigt wird (z. B. in Astronomie).

**AUFGABE 1.6: CD WIRD GESCHOSS**

Bei einer Vollbremsung aus 50 Stundenkilometern wird aus einer CD ein Gegenstand, der mit beträchtlicher Wucht auftrifft. Aus einem durchschnittlichen Buch wird ein 30 Kilo schweres Geschoss. Deshalb müssen Gegenstände im Auto gut verstaut werden. Bleibt das eine oder andere kaum zu sichernde Ding zu Hause, bringt das nicht nur etwas in Sachen Sicherheit: Es hat auch Einfluss auf den Spritverbrauch. dpa

(Quelle: Mitteldeutsche Zeitung. – Halle, 16.07.07, S. 23)

- Erläutere, was der Autor mit dem folgenden Satz physikalisch aussagen wollte: „Aus einem durchschnittlichen Buch wird ein 30 Kilo schweres Geschoss.“
- Nenne Annahmen, welche der Autor seiner Aussage zugrunde gelegt haben könnte und überprüfe damit die Aussage durch eine Rechnung.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Aufgabe kann am Ende der Sekundarstufe I als selbstständige Schülerarbeit in Gruppen zur Anwendung der entsprechenden Zusammenhänge eingesetzt werden.

Im Zusammenhang mit dieser Zeitungsmeldung könnte allgemein über das sicherheitsgerechte Verhalten in Verkehrsmitteln diskutiert werden, z. B. über:

- Verstauen von Gepäck in Bus, Eisenbahn, Straßenbahn und Flugzeug,
- Anschnallpflicht in PKW und Bus.

zu a)

An dieser Aufgabe wird besonders deutlich, wie in der Alltagssprache Begriffe und Einheiten verwendet werden,

die nicht denen der Fachwissenschaft entsprechen. Deshalb ist oft ein Wechsel der Sprachebene notwendig und sollte mit den Schülerinnen und Schülern besprochen und geübt werden.

Das Buch entspricht beim Aufprall einem 30 Kilo schweren Geschoss, d. h. es wird eine Kraft ausgeübt, die dem Gewicht eines Körpers von  $m = 30 \text{ kg}$  entspricht. Unter einem durchschnittlichen Buch ist offensichtlich die durchschnittliche Masse aller gebräuchlichen Bücher und nicht ihr künstlerischer Gehalt gemeint.

zu b)

Unter der Annahme, dass ein „durchschnittliches“ Buch eine Masse  $m_{\text{Buch}} = 0,5 \text{ kg}$  hat, ihm durch den Bremsvorgang (bezogen auf die Insassen) eine maximale Beschleunigung von

$$a = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

erteilt wird (Vollbremsung mit ABS auf trockener Straße) und der Abstand zwischen dem Ausgangsort und dem Auftreffort des Buches eine Entfernung von  $s = 1,5 \text{ m}$  liegt, folgt für die Auftreffgeschwindigkeit des Buches:

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = 5,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Mit dieser Geschwindigkeit trifft das Buch z. B. den Hinterkopf des Fahrers und wird dort innerhalb einer relativ kurzen Strecke (z. B. Dicke der Kopfhaut) von  $s = 0,01 \text{ m}$  zum Stillstand gebracht. Der dabei hervorgerufene Kraftstoß verursacht die im Artikel beschriebene Wirkung:

$$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ mit } \Delta t = \frac{2s}{\Delta v}, \text{ daraus folgt } F = m \cdot \frac{(\Delta v)^2}{2s} = 810 \text{ N}$$

Dieser Wert ist rund dreimal so groß, wie der im Artikel angegebene (290 N). Das kann u. a. daran liegen, dass bei den obigen Betrachtungen die Reibung nicht berücksichtigt wurde, der das Buch beim „Start“ unterliegt.

#### AUFGABE 1.7: PRÄGUNG UND FEHLPRÄGUNG

Das Verhalten von Tieren ist nicht immer nur angeboren, vieles muss erworben werden, wie der Verhaltensforscher Konrad Lorenz schon um 1930 erforscht hat.

Auf der Abbildung ist ein gemeinsamer Flug von Wildgänsen mit einem Menschen als Resultat einer Nachfolgeprägung erkennbar.

Beschreibe, wie tierisches Verhalten geprägt wird, und erläutere, wie es zu Fehlprägungen kommen kann.



#### HINWEISE ZU DIESER AUFGABE

Bei dieser Aufgabe wurde nicht der Operator (Signalwort) „Erkläre“ sondern „Beschreibe“ gewählt, da die Schülerinnen und Schüler nur angeben können, was unter Prägung verstanden wird, unter welchen Bedingungen sie stattfindet und welche Arten von Prägungen es gibt.

Sie können dagegen nicht erklären, warum das so und nicht anders ist.

Mögliche Schülerantwort:

Lernen durch Prägung findet statt, ohne dass Belohnung oder Bestrafung eine Rolle spielen. Lernen durch Prägung unterscheidet sich daher fundamental von einer Lernform wie dem Lernen durch Erfahrung, wie z.B. durch Versuch und Irrtum.

Prägung ist dadurch gekennzeichnet, dass sie nur in einer

bestimmten Zeitspanne stattfinden kann, die daher als sensible Lebensphase bezeichnet wird. Prägung ist also nicht nachholbar. In welchem Alter diese Phase nachweisbar ist und wie lange sie dauert, kann je nach Tierart sehr unterschiedlich sein.

Prägung ist unwiderruflich, das durch sie Gelernte wird besonders schnell und effektiv gelernt und auf Lebenszeit behalten; zumindest werden die durch Prägung erworbenen Auslöser („Schlüsselreize“) auf Dauer bevorzugt.

Durch Prägung werden stets nur eng begrenzte Inhalte gelernt, also zum Beispiel eine bestimmte Reaktion auf ein bestimmtes Objekt der Umwelt oder eine bestimmte, klar gegen andere Verhaltensweisen abgrenzbare Verhaltensweise.

Varianten von Prägungslernen:

Es gibt grundsätzlich zwei Prägungsformen: Bei der **Objektprägung** wird das Tier auf ein bestimmtes Objekt geprägt, etwa auf einen Artgenossen. Bei der **motorischen Prägung** eignet sich das Tier bestimmte Bewegungsabfolgen („Handlungen“) an, zum Beispiel bei manchen Vogelarten den Gesang. Unterscheiden lassen sich ferner u. a. Nachfolgeprägung, sexuelle Prägung, Ortsprägung (Biotop-Prägung) und Nahrungsprägung.

Da das Auftreten von Fehlprägungen nur erläutert werden soll, genügt die Ausführung eines Beispiels,

z. B.:

Kurz nach der Geburt beleckt beispielsweise eine Ziegenmutter intensiv ihr Junges und ist Experimenten zufolge ca. eine Stunde lang besonders aufnahmebereit für den individuellen Geruch des Jungtiers. In dieser sensiblen Phase genügt ein fünfminütiger Kontakt der Ziegenmutter mit irgendeinem Jungtier, um dieses später am Gesäuge zu dulden. Kommt ein solcher Kontakt kurz nach der Geburt nicht zustande, werden alle Jungtiere abgewehrt und am Trinken gehindert.

(Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A4gung\\_%28Verhalten%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A4gung_%28Verhalten%29))

### AUFGABE 1.8: DER SCHNELLKOCHTOPF

Bei einem Schnellkochtopf werden die Speisen in einem dicht verschlossenen Topf viel schneller gegart als in einem normalen Topf.

Erkläre diese Erscheinung.

Nutze dazu die Begriffe der Wortleiste:

Druck, Siedetemperatur, Wärme, Wasserdampf



### HINWEISE ZU DIESER AUFGABE

Die eigentliche Schwierigkeit dieser Aufgabe besteht darin, dass die Schülerinnen und Schüler argumentativ eine Schlusskette darstellen müssen, z. B.:

Beim Schnellkochtopf ist das eigentliche Kochgefäß mit dem Deckel und einer Dichtung luft- und wasserdicht verschlossen. Wenn dem Topf Wärme zugeführt wird, fängt die Flüssigkeit an zu sieden, ein Teil davon verdampft. Da dieser Wasserdampf – im Gegensatz zu einem normalen Topf – nicht entweichen kann, erhöht sich im Schnellkochtopf der Druck. Die Siedetemperatur erhöht sich (auf ca. 116 °C). Dadurch erhöht sich die Reaktionsgeschwindigkeit beim Garprozess.

Anmerkung:

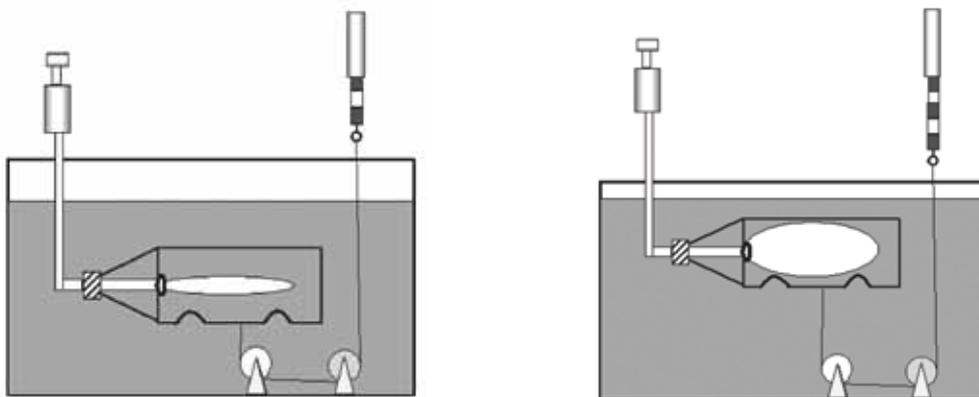
Nach der RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel) erhöht sich die Reaktionsgeschwindigkeit ungefähr auf das Vierfache. Die RGT-Regel ist eine Näherungsregel für die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen und erlaubt die Abschätzung vieler Phänomene der Chemie, Biochemie und Ökologie. Sie besagt, dass chemische Reaktionen bei einer um 10 K erhöhten Temperatur doppelt bis viermal so schnell ablaufen.

## 4.2 ERSTELLEN UND INTERPRETIEREN VON DIAGRAMMEN

### KÖRPER IM WASSER (AUFGABE 3A VERGLEICH SARBEIT 2011)

Zur Untersuchung des Auftriebes von Körpern im Wasser haben Schüler einer Physik-AG ein „Flaschen-U-Boot“ aus einer Plastikflasche, einer Luftpumpe und einem Luftballon gebaut.

Mithilfe einer Konstruktion können sie die zusätzliche Auftriebskraft direkt in einem quaderförmigen Aquarium messen. Die Tabelle zeigt die Messwerte.



Volumen des Luftballons	V in cm <sup>3</sup>	o	40	60	70	80	100	120	140
zusätzliche Auftriebskraft	F in N	o	0,3	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4

a) Stelle die Messwerte in einem F(V)-Diagramm dar.

#### Typische Schülerfehler

Im Gegensatz zu den Gymnasien gelang an den Sekundarschulen weniger als der Hälfte der Schülerinnen und Schüler die richtige Zuordnung der Achsen, deren lineare Einteilung und Beschriftung mit Formelzeichen und Einheit.

Nur einem Drittel der Schülerinnen und Schüler an den Sekundarschulen (der Hälfte an Gymnasien) war bewusst,

dass Messwerte (im Gegensatz zu mathematischen Größen) Abweichungen aufweisen, die in der Darstellung durch eine Gerade ausgeglichen werden. Diese Gerade war aber die Voraussetzung für das Erkennen der direkten Proportionalität.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 2.1: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN KÖRPERGRÖÖE UND MASSE**

In einer siebenten Klasse wurden bei einigen Mädchen ihre Körpergröße und ihre Masse gemessen. Dabei wurden folgende Werte ermittelt:

	Antonia	Claudia	Dora	Emilia	Flora	Gerda
Größe h in m	1,62	1,75	1,58	1,67	1,48	1,54
Masse m in kg	52	71	57	61	47	54

Stelle die Messwerte in einem m(h)-Diagramm dar.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Zur grundlegenden Fähigkeit, in Tabellen gegebene Daten in Diagrammen darzustellen, gehört als wesentlicher Aspekt eine zweckmäßige Einteilung und korrekte Beschriftung der Achsen. Damit diese Fähigkeit entwickelt wird, sollten die Vor- und Nachteile verschiedener Varianten

der graphischen Darstellung ein und desselben Sachverhaltes besprochen werden. So sind z. B. für den oben beschriebenen Zusammenhang u. a. folgende Diagramme möglich.

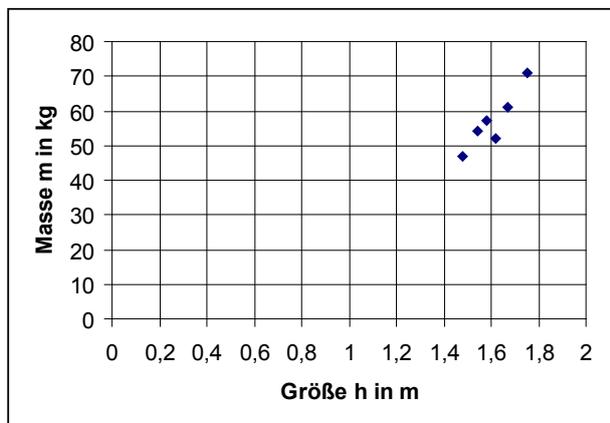


Diagramm 1

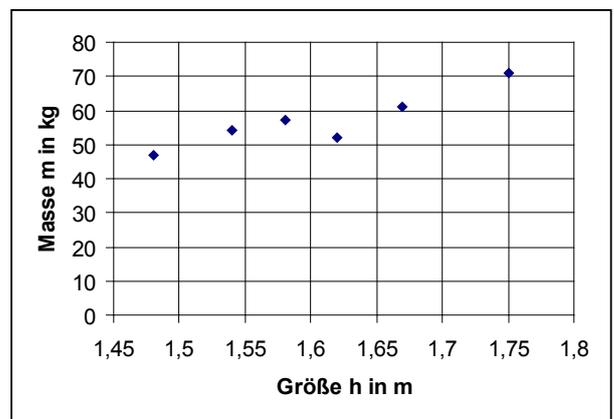


Diagramm 2

**AUFGABE 2.2: GESUNDE ERNÄHRUNG**

Kohlenhydrate und Fette dienen hauptsächlich der Energiebereitstellung für die Bewegung und Erzeugung der Körperwärme. Eiweiße dagegen braucht der Körper vorwiegend für den Aufbau und den Ersatz von Zellen sowie für die Erzeugung von Enzymen.

Eine richtig zusammengestellte Kost sollte (in Energiewerten gemessen) etwa 60 % aus Kohlenhydraten, 25 % Fette und zu 15 % aus Eiweißen bestehen.

Stelle die Zusammensetzung einer gesunden Kost in einem geeigneten Diagramm dar.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Schülerinnen und Schüler könnten (in Gruppen) den Sachverhalt in verschiedene Arten von Diagrammen (Kreisdiagramm Streifendiagramm, Säulendiagramm) darstellen. Anschließend können sie darüber diskutieren,

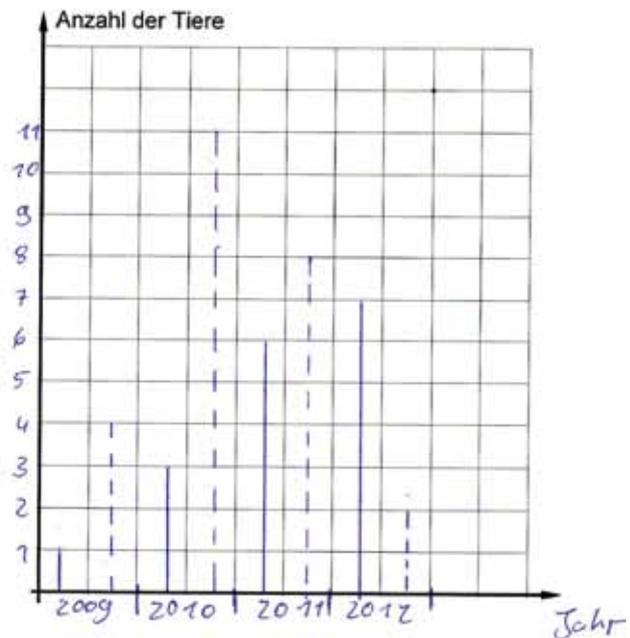
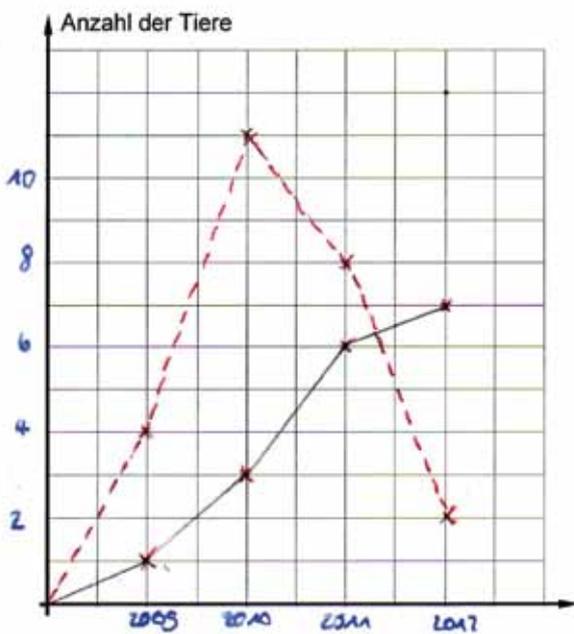
was in diesem Zusammenhang geeignet heißt (z. B. übersichtlich, leicht lesbar, gut interpretierbar) und welches Diagramm diesen Kriterien am besten entspricht.

**AUFGABE 2.3: RAUBVÖGEL UND NAGER**

Für ein ausgewähltes Gebiet wurden über mehrere Jahre die Anzahl der Raubvögel und die der Nager gezählt. Die Ergebnisse wurden in folgender Tabelle festgehalten:

	2009	2010	2011	2012
Anzahl der Raubvögel	1	3	6	7
Anzahl der Nager	4	11	8	2

Schülerinnen und Schüler einer 8. Klasse wurden beauftragt, diese Ergebnisse in einem Diagramm darzustellen. Zwei dieser Schülerarbeiten hier sind abgebildet.



Vergleiche die Diagramme hinsichtlich ihrer jeweiligen Vorteile miteinander.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

**Vorbemerkung**

Die Schülerinnen und Schüler sind unbedingt darauf hinzuweisen, dass die im Physikunterricht oft übliche Ergänzung des Wertepaares (o/o) ohne Messung in diesem

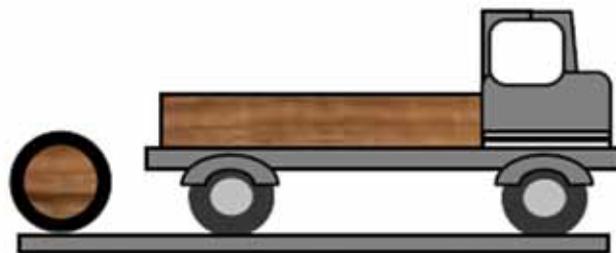
Kontext aber falsch ist, da das nicht dem biologischen Sachverhalt entsprechen kann.

Möglicher Vergleich:

	Vorteil	Nachteil
Liniendiagramm (Polygonzug)	Die Entwicklungen (Tendenzen) und das Maximum sind leicht erkennbar.	Die Verbindung der einzelnen Werte suggeriert, dass die Population sich in jeweils einem Jahr kontinuierlich (linear) entwickelt. Diese Verbindungen sind ansich nur bei großen Stückzahlen als Näherung sicherlich sinnvoll.
Liniendiagramm (Säulendiagramm)	Die Einzelwerte sind insbesondere im Vergleich für jeden Jahrgang überschaubar.	Die Entwicklungen sind auf den ersten Blick nur schwer erkennbar.

**BELADEN EINES LASTWAGENS (AUFGABE 3C VERGLEICHSARBEIT 2007)**

Der Fahrer eines Lastwagens soll allein ein schweres Fass verladen. Die Ladefläche seines Lastwagens ist  $h = 0,75$  m hoch. Wenn er es anheben und auf den LKW legen will, muss er eine Kraft von  $F = 1200$  N aufwenden. Das Fass ist für ihn aber zu schwer. Er hat jedoch drei starke Bretter unterschiedlicher Länge zur Verfügung.



Brett 1: 1,5 m lang

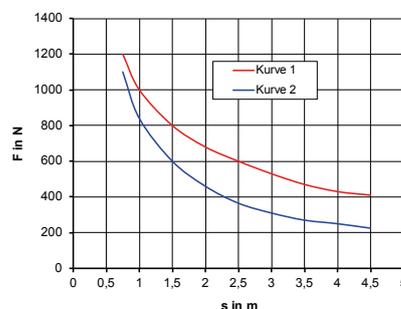


Brett 2: 3 m lang



Brett 3: 4 m lang

- c) Im folgenden Diagramm sind sowohl der berechnete als auch der gemessene Zusammenhang zwischen notwendiger Kraft und Brettlänge graphisch dargestellt. Entscheide, welche Kurve den gemessenen Zusammenhang wiedergibt und begründe die Abweichung zwischen beiden Kurven.

**Typische Schülerfehler**

Die Aufgabe forderte eine Entscheidung darüber, welche Kurve im Diagramm die idealisierten (berechneten) und welche die realen (gemessenen) Verhältnisse widerspiegelt. Das Diagramm muss dahingehend interpretiert werden, dass aus der Lage der beiden Kurven zueinander der richtige Schluss gezogen wird.

Die übergroße Mehrheit der Schülerinnen und Schüler scheiterte an dieser Aufgabe (Erfüllung: 3 % an der Sekundarschule, 11 % am Gymnasium).

Die Analyse von Originalarbeiten zeigt, dass

- nur sehr wenige Schülerinnen und Schüler die Reibung als Gründe für die größeren Kraftwerte bei der Messung (Kurve 1) erkannten,

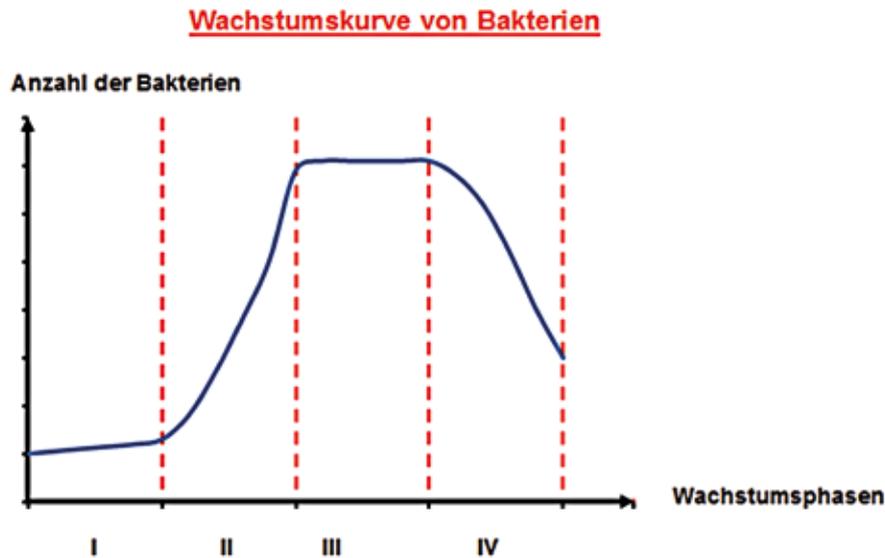
- die meisten der Schülerinnen und Schüler, die überhaupt sich an eine Begründung wagten, die Abweichung beider Kurven auf Messfehler zurückführen.

Als Ursachen für diese Versagen sind

- die mangelnde Kenntnis über Idealisierung (z. B. der Reibung bei kraftumformenden Einrichtungen) oder
- die mangelnden Fähigkeiten zur Interpretation eines unbekanntes Diagramms zu benennen.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 2.4: BAKTERIENWACHSTUM**

In einem Labor wird in eine Petrischale eine Bakterienkultur eingebracht und dann sich selbst überlassen. In bestimmten Zeitabständen wird die Anzahl der Bakterien mikroskopisch bestimmt.



Interpretiere den Kurvenverlauf indem du den folgenden Beschreibungen und Erklärungen die richtigen Wachstumsphasen zuordnest:

Phase	Beschreibung
	Die Anzahl der Bakterien bleibt annähernd gleich.
	Die Anzahl der Bakterien nimmt schnell ab.
	Die Anzahl der Bakterien wächst sehr schnell (exponential).
	Es ist nur ein geringes Wachstum der Bakterienanzahl zu beobachten.

Phase	Erklärung
	Die Bakterien haben sich an die neuen Lebensbedingungen gewöhnt und können sich optimal vermehren.
	Durch die notwendige Eingewöhnung an die neuen Lebensbedingungen vermehren sich die Bakterien kaum.
	Die Zunahme der Stoffwechselprodukte führt dazu, dass die vorher optimale Umwelt jetzt zu einer für die Bakterien ungeeigneten, giftigen Umwelt wurde. Die Bakterien sterben ab.
	Eine Verknappung der Nahrung und Zunahme der Stoffwechselprodukte verhindern ein weiteres Wachstum, da trotz weiterer Teilung jetzt auch Bakterien absterben.

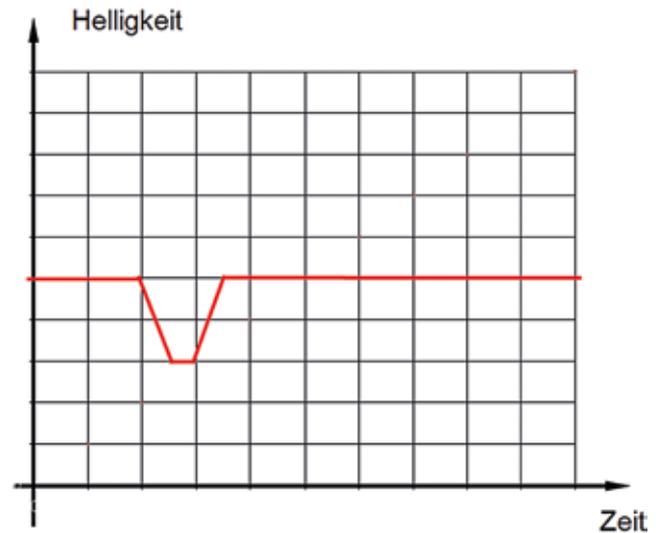
**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Durch die Einteilung in Abschnitte und Vorgabe der Beschreibung des Kurvenverlaufs wird das Lesen von solchen ungewohnten Diagrammen erleichtert. Die Vorgabe der Erklärung ist auch eine große Hilfe, die

dazu führt, dass die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass jeder Kurvenabschnitt eine eigene Erklärung erfordern kann.

**AUFGABE 2.5: EXTRASOLARE PLANETEN**

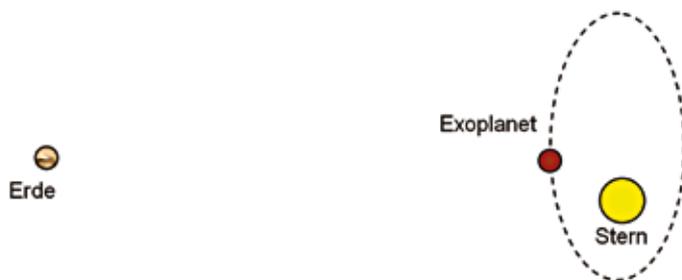
Der erste extrasolare Planet (Exoplanet), also ein Planet außerhalb unseres Sonnensystems, wurde 1989 entdeckt. Inzwischen sind es über 800. Aufgrund der großen Entfernung und ihrer relativ geringen Größe sind sie schwer zu finden. Eine Methode ist die Messung der sich periodisch verändernden Helligkeit des Zentralsterns. Im Diagramm ist eine Periode dargestellt. Interpretiere den Kurvenverlauf.



**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Den Schülerinnen und Schülern kann der Hinweis gegeben werden, für die Bewegung des Exoplaneten um seinen Stern eine Skizze anzufertigen. Für diese soll verein-

facht angenommen werden, dass sich die Erde, der Stern und die Bahn des Exoplaneten in einer Ebene befinden.



Der Kurvenverlauf kann in fünf Helligkeitsphasen geteilt werden:

Phase	Helligkeit	Erklärung
1	maximal	Stern ist unbedeckt
2	nimmt ab	Planet schiebt sich vor den Stern (Eintritt)
3	minimal	Planet bewegt sich vor den Stern
4	nimmt zu	Planet tritt aus der Sternfläche aus
5	maximal	Stern ist unbedeckt

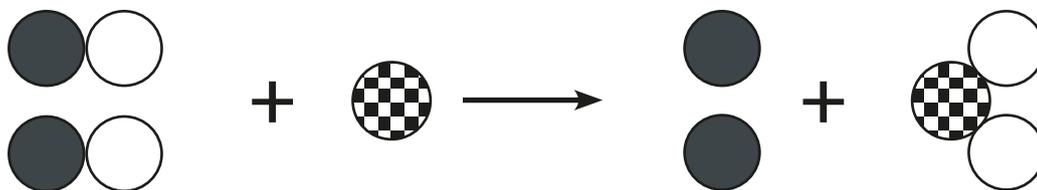
Im Unterricht könnte anknüpfend ein solches Diagramm (mit eingeteilten Achsen) darüber diskutiert werden, wie mit seiner Hilfe die Größe und der Bahnradius des Exopla-

neten bestimmt werden könnte, also festgestellt werden könnte, ob die Bedingungen für Leben günstig sind.

### 4.3 NUTZEN VON MODELLEN ZUR BESCHREIBUNG UND ERKLÄRUNG

#### METALLE UND NICHTMETALLE (AUFGABE 1C VERGLEICH SARBEIT 2013)

Um Kupfer in der Industrie verwenden zu können, muss das im Bergbau gewonnene Kupfererz (Kupfer(II)-oxid) zusammen mit der Kohle (Kohlenstoff) stark erhitzt werden. Die dabei ablaufende Reaktion ist im Teilchenmodell dargestellt:



Dabei bedeuten:



Kupferatom



Sauerstoffatom



Kohlenstoffatom

Schreibe die Reaktionsgleichung mit chemischen Formeln auf.

#### Typische Schülerfehler

Nur 49 % der Schülerinnen und Schüler der Sekundarschule haben das Anliegen der Aufgabe (Reaktionsgleichung aufstellen) verstanden.

Von diesen haben 87 % den Elementen die korrekten Symbole zugeordnet.

Trotzdem haben von den Schülerinnen und Schülern, die eine Reaktionsgleichung aufgestellt haben, 65 % mindestens eine Molekülstruktur nicht richtig erkannt und ebenso viele die Anzahl der Atome bzw. Moleküle falsch angegeben.

Während fast alle Schülerinnen und Schüler wussten, was es heißt, eine Reaktionsgleichung aufzustellen, konnten nur 22 % diese korrekt entwickeln.

Diese für die meisten Schülerinnen und Schüler ungewöhnliche Aufgabe offenbart Probleme beim Umgang mit unterschiedlichen Modellen für chemische Reaktionen, insbesondere bez. der Struktur und Umstrukturierung auf der Teilchenebene.

Dieser für einige Schülerinnen und Schüler schwierige gedankliche Übergang von der Makroebene (Stoff) in die Mikroebene (Teilchen) könnte durch das Hantieren mit gegenständlichen Modellen erleichtert werden.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 3.1: ZUSAMMENSETZUNG DER LUFT**

Die Schüler der 7. Klasse der Heine-Sekundarschule erhalten den Auftrag, in Gruppen Plakate über die Hauptbestandteile der Luft anzufertigen, die in ihrem Chemieraum aufgehängt werden sollen.

Neben Informationen in Textform und Bildmaterial zu Vorkommen und Verwendung der beiden Hauptbestandteile soll auch deren prozentualer Anteil veranschaulicht werden. Der Klasse stehen folgende Diagramme zur Verfügung:

Diagramm 1



Diagramm 2

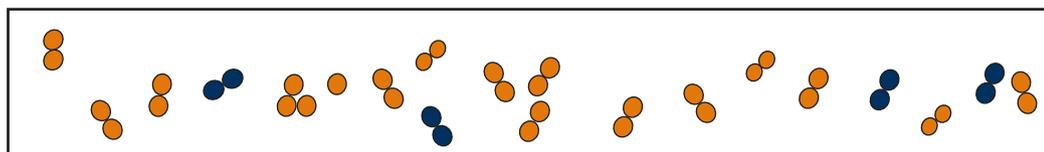
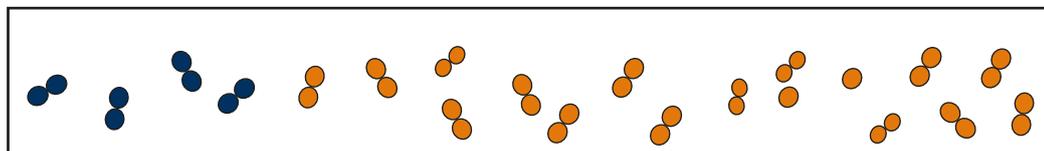


Diagramm 3



Wähle ein Diagramm für dein Plakat aus. Begründe deine Auswahl.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Mit dieser Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler über Vor- und Nachteile verschiedener Modelle nachdenken und zugleich die geistige Tätigkeit „Begründen“ üben. Die dazu auszuführenden Schritte sollten explizit formuliert werden:

1. Angeben der zu begründenden Entscheidung
  2. Angeben von Gründen (Argumenten), die für und die gegen diese Entscheidung sprechen
  3. Abwägen der Gründe
  4. Darstellen der Begründung
- Auf diese Aufgabe bezogen, könnten die Schülerinnen und Schüler folgende Tabelle aufstellen und dann auswerten:

Diagramm (Modell)	Vorteile	Nachteile
1	Anteile sofort erkennbar	Darstellung legt Kontinuum nahe
2	Teilchenstruktur und Durcheinander durch Wärmebewegung ist sichtbar	Anteile nur durch genaues Abzählen erkennbar
3	Teilchenstruktur sichtbar und Anteile leicht erkennbar	Ordnung der Teilchen wird nahegelegt

**AUFGABE 3.2: MODELL MASSEPUNKT**

Entscheide für jeden der abgebildeten Vorgänge, ob er mit dem Modell Massepunkt beschrieben werden kann. Begründe jeweils deine Entscheidung.



Die Trommel einer Waschmaschine dreht sich.



Ein Junge fährt mit seinem Skateboard.



Ein Junge fährt mit einem Kettenkarussell.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Aufgabe ist schwerer als auf den ersten Blick ersichtlich. Es ist über die Gültigkeit (Sinnhaftigkeit) der Anwendung von Modellen zu entscheiden:

- Das Modell Massepunkt ist dann sinnvoll zur Beschreibung von Bewegungen von Körpern, wenn alle Punkte des Körpers (zumindest annähernd) die gleiche Bahn beschreiben. Das ist bei allen geradlinigen Bewegungen der Fall und bei Kreisbewegungen, wenn der Bahnradius groß gegen die Körperausdehnung ist.
- Das Modell Massepunkt ist nicht mehr sinnvoll, wenn die einzelnen Punkte des Körpers wesentlich verschiedene Bewegungen (Art und/oder Form) ausführen.

Damit wird eine gewisse Unsicherheit deutlich, die zu unterschiedlichen Entscheidungen führen kann, die durchaus akzeptabel sein können:

- Wenn der Junge auf dem Skateboard nur stehend geradeaus fährt, ist das Modell anwendbar, aber bei Loopings, Sprüngen, Wendungen nicht mehr.
- Ob eine Person auf dem Sitz eines Kettenkarussells gegenüber dem Karussell als so klein angesehen werden kann, dass die Bewegung des Kopfes und der Füße als übereinstimmend angesehen werden kann (die Radien der Kreisbahnen unterscheiden sich mehr als einen Meter), ist zumindest strittig. Eindeutig dagegen ist die Unzulässigkeit des Modells zur Beschreibung der Wäschetrommel. Mit den Schülerinnen und Schülern könnte eine Tabelle mit eigenen Beispielen ergänzt werden. Die Eignung des Modells Massepunkt soll in folgender Tabelle ergänzt werden.

Vorgang	sinnvoll	nicht sinnvoll	Begründung
Satellit bewegt sich um Erde.			
Fußball wird ins Tor geschossen.			
...			

## WASSERTHERMOMETER (AUFGABE 3E VERGLEICH SARBEIT 2013 – GYMNASIUM)

Erkläre die Funktionsweise eines Thermometers.

Verwende dazu die Begriffe der Wortleiste.

Wortleiste: Teilchengeschwindigkeit, thermische Energie, Volumen, Wärme

### Typische Schülerfehler

Nur 28 % der Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums konnten diese Aufgabe sowohl fachlich als auch sprachlich korrekt bearbeiten.

Sehr viele benutzten bei ihren Darstellungen die Begriffe „thermische Energie“ und „Wärme“ synonym. Einige erklärten die Volumenzunahme der Flüssigkeit mit einer Volumenvergrößerung der Teilchen.

Das in den Auswertungshinweisen beschriebene Mindestniveau der Erklärung wurde nur von ganz wenigen Schülerinnen und Schülern dahingehend überschritten, dass sie auf einen Temperatenausgleich durch Wärmeleitung zwischen dem Stoff, dessen Temperatur ermittelt werden soll, und dem Thermometer (der Thermometerflüssigkeit) eingegangen sind.

### Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler

#### AUFGABE 3.3: OPTISCHE VORGÄNGE IM AUGE

Vergleiche das abgebildete Modell eines Auges mit einem richtigen Auge.

Erläutere, welche Vorgänge des Sehens mit diesem Modell erklärt werden können und welche nicht.



#### HINWEISE ZU DIESER AUFGABE

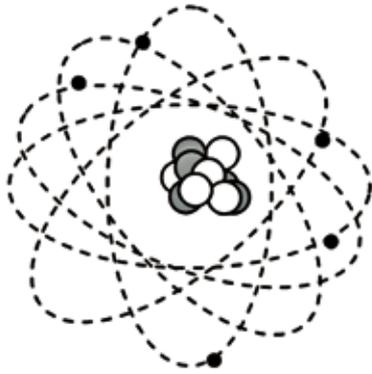
Dieses Schnittmodell gibt die Lage, die Größe und Form und andeutungsweise Eigenschaften des „Materials“ (durchsichtig, fest) wesentlicher Bestandteile des Auges wieder. Der Feinaufbau der Netzhaut aus Zäpfchen und Stäbchen wird aber nicht dargestellt.

Damit lassen sich viele physikalische und biologische Phänomene erklären, z. B.:

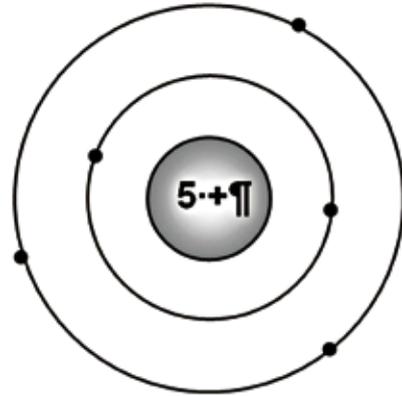
- die Entstehung eines reellen, seitenverkehrten Bildes auf der Netzhaut,
  - die Veränderung der Linsenkrümmung zur Veränderung der Brennweite und damit der Sehschärfe,
  - die Veränderung des Lichteinfalls mithilfe der Pupille,
  - die Fehlsichtigkeit durch Veränderungen der Abmessungen des Glaskörpers,
  - die Altersfehlsichtigkeit aufgrund der Erschlaffung der Zirkulärmuskeln,
  - die Folgen einer Trübung der Linse (grauer Star).
- Durch die vereinfachte Darstellung der Netzhaut können einige physikalische und biologische Phänomene nicht erklärt werden, z. B.:
- die maximale Auflösung des Auges aufgrund des Abstandes der Zäpfchen und Stäbchen,
  - das Farbsehen und die Farbfehlsichtigkeit,
  - das räumliche Sehen,
  - die Verarbeitung der Lichtreize zu Konstrukten im Gehirn (Wiedererkennung von Gesichtern, Ergänzungen).
  - die Empfindlichkeitsgrenzen des Auges (nach oben und unten).

**AUFGABE 3.4: ATOMMODELL**

Im Unterricht werden bis zum Schuljahrgang 10 häufig folgende zwei Atommodelle benutzt:



Kern-Hülle-Modell (1)



Schalenmodell (2)

Entscheide jeweils, mit welchem der beiden Modelle folgende Phänomene erklärt werden können.

Phänomen	Modell 1	Modell 2
Atome können ionisiert werden		
Verhalten bei chemischen Reaktionen		
Die Entstehung eines Linienspektrums		
Einige Atome sind radioaktiv		
Atome sind nicht unteilbar		

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE:**

Die Atome unterscheiden sich im Wesentlichen durch

- eine energetische Charakterisierung der Hüllenelektronen im Modell 2,
- eine differenzierte Darstellung des Atomkerns im Modell 1.

Mit dieser Erkenntnis können die Schülerinnen und Schüler zu folgender Einteilung kommen:

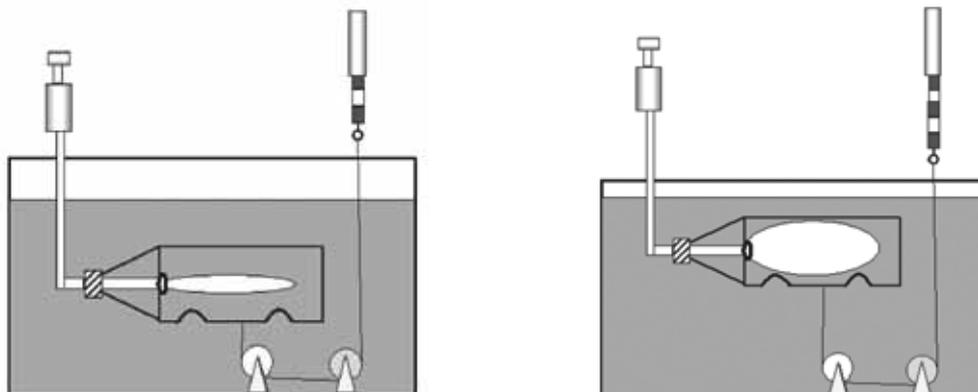
Phänomen	Modell 1	Modell 2
Atome können ionisiert werden	+	+
Verhalten bei chemischen Reaktionen.		+
Die Entstehung eines Linienspektrums		+
Einige Atome sind radioaktiv	+	
Atome sind nicht unteilbar	+	+

## 4.4 PLANEN VON UNTERSUCHUNGEN, MESSUNGEN UND EXPERIMENTEN

### KÖRPER IM WASSER (AUFGABE 3B VERGLEICH SARBEIT 2011)

Zur Untersuchung des Auftriebes von Körpern im Wasser haben Schüler einer Physik-AG ein „Flaschen-U-Boot“ aus einer Plastikflasche, einer Luftpumpe und einem Luftballon gebaut.

Mithilfe einer Rollenkonstruktion können sie die Auftriebskraft direkt in einem wassergefüllten, quaderförmigen Aquarium messen. Der Kraftmesser wird so eingestellt, dass dieser die Auftriebskraft des „U-Bootes“ bei nicht gefülltem Luftballon mit „0“ anzeigt. Dies bedeutet, dass die Schüler die zusätzliche Auftriebskraft in Abhängigkeit vom Volumen des Luftballons messen. Die Tabelle zeigt die Messwerte.



Volumen des Luftballons	V in cm <sup>3</sup>	0	40	60	70	80	100	120	140
zusätzliche Auftriebskraft	F in N	0	0,3	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4

- b) Beschreibe, wie die Schülerinnen und Schüler mithilfe des Wasserstandes im Aquarium die Volumenänderung ermitteln können.

#### Typische Schülerfehler

Die niedrige Erfüllung (33 % Gymnasium, 13 % Sekundarschule) täuscht darüber hinweg, dass mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler Ideen entwickelt haben. Diese wurden aber meist nicht bis zum Ende notiert, beruhen auf einem Zirkelschluss oder beachteten die Vorgaben in der Aufgabenstellung nicht.

Schülerideen

- Wasserstand mehrmals markieren und dann rechnen (Schluss von Höhendifferenz auf Volumen fehlt)
- Federkraftmesser verwenden (Zirkelschluss, da Zusammenhang zwischen F und V ja erst ermittelt werden soll)
- Überlaufmethode

Die Beschreibungen der Messvorschrift waren bei etlichen Schülerinnen und Schülern trotz richtiger Gedanken ausschweifend oder nicht stringent formuliert, z. B.: „Der Luftballon verdrängt Wasser, wenn er aufgepumpt wird, weil er sich ausdehnt. Das Wasser geht in das Aquarium und der Wasserstand steigt. Wenn sie bevor das geschieht den Wasserstand am Aquarium markieren und den nächsten dann auch können sie das Volumen ganz leicht berechnen. (Um wie viel cm angestiegen mal Breite und Länge des Aquariums.)“

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 4.1: BESTIMMUNG DER MASSE VON GROSSEN OBJEKTEN**

In einem Bericht über die südenglische Kultstätte Stonehenge kann man lesen, dass die stehenden Steine eine Masse von 50 t und die kleineren Decksteine eine von 25 t haben.



Beschreibe eine Möglichkeit, wie die Archäologen diese Masse ermitteln konnten.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Diese Aufgabe ist eine typische Fermi-Aufgabe<sup>16</sup>: Die Schülerinnen und Schüler sollen durch Betrachten des Bildes und ihr Vorwissen eine Näherungslösung für diese Aufgabe finden.

Folgender Gedankengang ist dabei möglich:

- Ermitteln der Länge, Breite und Höhe eines Decksteines. Die ist z. B. mit den Menschen am rechten Bildrand möglich.
- Berechnen seines Volumens.
- Nachschlagen/Abschätzen der Dichte für Stein und Berechnen der Masse mit  $m = \rho \cdot V$ .

Die abgebildeten Steine bestehen aus Blaustein (Dolerit), einer Basaltart mit einer Dichte von  $3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Dazu könnte als Lernhilfe einigen Schülergruppen der Hinweis gegeben werden: „Denkt an die Dichte.“

Mit den Schülerinnen und Schülern ist unbedingt zu diskutieren, welche Vor- und Nachteile das verwendete mathematische Modell (Quader) für den Stein hat. In die Decksteine wurden z. B. Vertiefungen eingehauen, um die Zapfen der stehenden Steine aufzunehmen. Auch enthalten die Steine Einschlüsse aus leichterem Material.

Dieses Vorgehen ist für die stehenden Steine nicht möglich, da aus dem Bild nicht ersichtlich ist, welcher Anteil der Steine im Erdboden eingegraben wurde, um die notwendige Standsicherheit zu gewährleisten. Die Archäologen haben das aber ermitteln können.

<sup>16</sup> Enrico Fermi (1901–1954, Nobelpreisträger für Physik) nutzte als ein Mittel, wissenschaftliche Talente zu entdecken und auszuwählen, Aufgaben, die als Fermi-Aufgaben schnell berühmt wurden. Zur Bearbeitung dieser Aufgaben standen den Studenten nur einige Blatt Papier und Schreibzeug zur Verfügung.

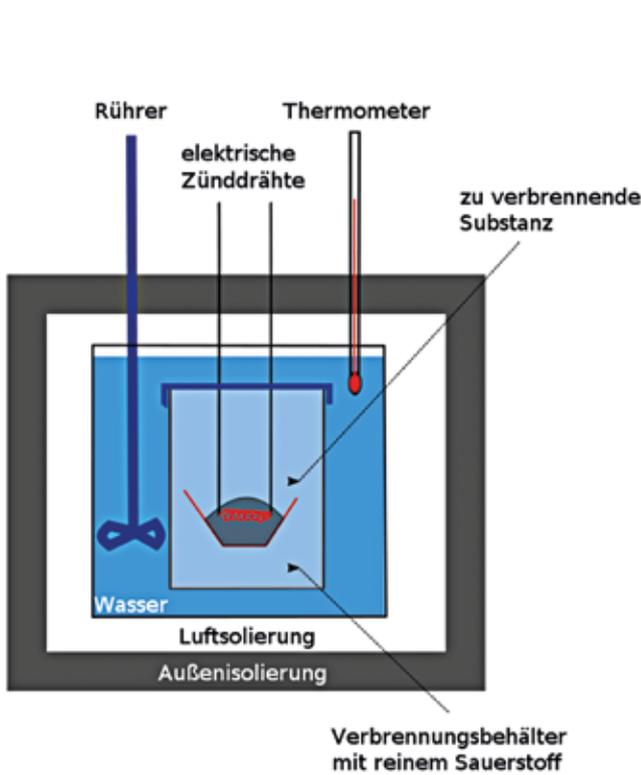
Einige Originalaufgaben von Fermi sind:

- Wie weit kann eine Krähe fliegen?
- Wie lange könnten Studenten in einem vollbesetzten, luftdicht verschlossenen Hörsaal überleben?
- Wie viele Klavierstimmer leben in Chicago?

Fermi selbst hat die Leistungsfähigkeit dieser Methode, Probleme näherungsweise zu bearbeiten, erfolgreich beim Test der Atombombe (Kernspaltungsbombe) demonstriert. Um die Sprengkraft der Bombe zu ermitteln, warf er Papierschnipsel in die Luft und beobachtete, wie weit diese durch die Druckwelle weggeschleudert wurden. Der so geschätzte Wert stimmte gut mit den durch umfangreiche Messungen und Rechnungen ermittelten Wert überein.

**AUFGABE 4.2: BESTIMMUNG DES NÄHRWERTES VON LEBENSMITTELN**

Zur Bestimmung des Nährwertes (Brennwertes) von Lebensmitteln wird das abgebildete Gerät benutzt.



Durchschnittliche Nährwerte/Valeurs nutritionnelles moyennes/Gemiddelde voedingswaarden/Næringsindhold/Næringsinnehå	Pro/par/ per/pr./ per. 100g	Pro Stück/ par pièce/ per stuk/ pr. styk/ per. styck (12,5g)	% GDA* (12,5g)
Energiewert/Valeur énergétique/Energetische waarde/Energi	2301 kJ/ 552 kcal	288 kJ/ 69 kcal	3%*
Eiweiß/Protéines/Ewitten/Protein	7,0 g	0,9 g	2%*
Kohlenhydrate/Glucides/ Koolhydraten/Kulhydrat/ Kolhydrat	49,8 g	6,2 g	2%*
davon Zucker/dont sucres/ waarvan suikers/heraf sukkerarter/varav socker	47,6 g	6,0 g	7%*
Fett/Lipides/Vet/Fedt davon gesättigte Fettsäuren/dont saturés/ waarvan verzadigd vet/ heraf mættede fedtsyrer/ varav mættede fettsyrer	34,7 g	4,3 g	6%*
Ballaststoffe/ Fibres alimentaires/ Voedingsvezels/Kostfibre/ Kostfibrer	6,4 g	0,8 g	3%*
Natrium/Sodium	0,05 g	<0,01 g	<1%*

Erläutere, wie man damit den Nährwert ermitteln kann.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Im Vorgespräch könnte mit den Schülerinnen und Schülern besprochen werden, warum der Nährwert auf Verpackungen in zwei Einheiten angegeben wird (die gebräuchliche, aber auf der falschen Wärmestofftheorie fußende Kalorie und die SI-Einheit Joule).

Die Schülerinnen und Schüler sollten zuerst beschreiben, welche Vorgänge in diesem Gerät (ein sogenanntes Bombenkalorimeter) stattfinden, z. B.:

- Das zu untersuchende Lebensmittel wird verbrannt. Dazu sollte es vorher getrocknet sein.
- Das Anzünden erfolgt elektrisch, um die Einbringung zusätzlicher Wärme zu vermeiden.
- Die bei der Verbrennung freiwerdende Energie erwärmt das Wasser.

Da die Wassermenge  $m_w$  bekannt ist, kann aus dem Temperaturanstieg die durch das Verbrennen erzeugte Wärme  $Q$  errechnet werden: Damit weiß man, welche

Energie  $E$  in dem Lebensmittel der Masse  $m_L$  enthalten war. Damit kann man den Brennwert berechnen: Es ist für die Europäische Union festgelegt, den Brennwert für feste Lebensmittel in kJ pro 100 g und für Flüssigkeiten in kJ pro 100 ml anzugeben.

Mit den Schülerinnen und Schülern könnte diskutiert werden, ob diese so ermittelte Energie den Menschen bei Verzehr dieses Lebensmittel vollständig zur Verfügung steht. Es ist dabei darauf einzugehen, dass z. B.

- zur Zerkleinerung der Nahrung auch Energie notwendig ist,
- die Verdauung einen Wirkungsgrad hat,
- die verdauten Reste der Nahrung auch noch einen Brennwert besitzen.

**AUFGABE 4.3: BESTIMMUNG DER NIEDERSCHLAGSMENGE**

Auszug aus einem Wetterbericht:

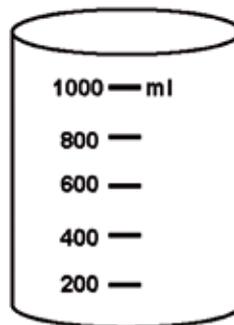
„Kräftige Regenfälle haben besonders im Norden, in der Mitte und im Südosten Deutschlands Landwirte, Gartenfreunde und Pollenallergiker etwas aufatmen lassen. Von Donnerstag bis Freitag früh fielen gebietsweise bis zu 40 Liter Regen pro Quadratmeter. Verbreitet kamen über mehrere Stunden hinweg zwischen 10 und 20 Liter zusammen. Kaum gelindert wurde die Trockenheit dagegen im Nordosten, wo besonders die Ostseeküste vom Regen ausgespart wurde. Auch im Südwesten blieb es in einigen Regionen trocken.“



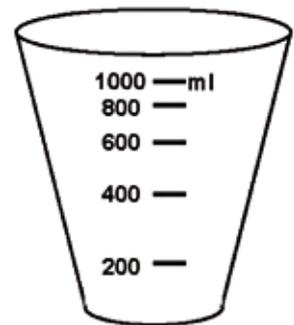
(Quelle: <http://www.wetteronline.de>, 27.11.2012)

- Beschreibe, wie die Meteorologen diese Niederschlagsmengen bestimmen konnten.
- Caroline möchte für ein Projekt die tägliche Niederschlagsmenge für ihr Dorf ermitteln. Da sie kein professionelles Gerät hat, will sie einen Messbecher verwenden. In der Küche findet sie zwei verschiedene.

Entscheide, welcher für diesen Zweck besser geeignet ist. Begründe deine Entscheidung.



Messbecher A



Messbecher B

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

zu a)

Der Niederschlag kann prinzipiell mit Messbechern, die in Millimetern geeicht sind, gemessen werden. Ein Millimeter Niederschlag entspricht einem Liter pro Quadratmeter (vgl. Abbildung rechts).

Für Wetterbeobachtungen und -vorhersagen ist dieses Gerät aber wenig geeignet, u. a. weil ein Teil des Niederschlages wieder verdunsten kann, das Fassungsvermögen begrenzt ist, es regelmäßig kontrolliert werden muss. Die Messabweichung beträgt ca. 20 %. Es ist auch zu berücksichtigen, dass die Messstationen z. T. einen Abstand von 20 km haben und damit keine ortsgenaue Vorhersage möglich ist.

Niederschlagsmengen lassen sich auch mit Echoradar und Ultraschall bestimmen.

zu b)

Prinzipiell sind beide geeignet, da man das aufgefangene Wasservolumen nur durch die (zuvor ermittelte) Öffnungsfläche teilen muss. Allerdings ist das Ablesen von Zwischenwerten bei Messbecher B aufgrund der nicht linearen Teilung schwieriger.



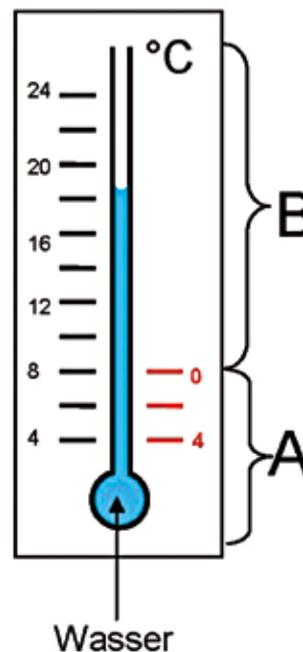
**WASSER UND SEINE BESONDERHEIT (AUFGABE 3C VERGLEICHSARBEIT 2013)**

Sven baut ein „Wasserthermometer“. Dazu füllt er ein oben offenes Glasröhrchen, welches am unteren Ende einen Vorratsbehälter aufweist, mit Wasser.

Die Abbildung zeigt Svens Skala für sein „Wasserthermometer“.

Er hat sie in die Abschnitte A und B eingeteilt.

- c) Beschreibe, wie Sven die Skaleneinteilung durch ein Experiment ermitteln konnte.  
Unter anderem stand Sven Folgendes zur Verfügung: Thermometer, Becherglas, Heizplatte, farbige Folienstifte, Eiswürfel.

**Typische Schülerfehler**

47 % der Schülerinnen und Schüler der Sekundarschule (30 % am Gymnasium) haben diese Aufgabe nicht bearbeitet und weitere 23 % (20 % am Gymnasium) haben offensichtlich das Anliegen des Experimentes nicht verstanden.

Die Schülerinnen und Schüler, die das Ziel des Experimentes erfasst haben, erkannten, dass

- mit der Heizplatte bzw. den Eiswürfeln unterschiedliche Temperaturen erzeugt werden konnten (24 % richtige Angaben an der Sekundarschule und 48 % am Gymnasium) und
- mit dem Vergleichsthermometer die Skala erzeugt werden kann (24 % richtige Angaben an der Sekundarschule und 18 % am Gymnasium).

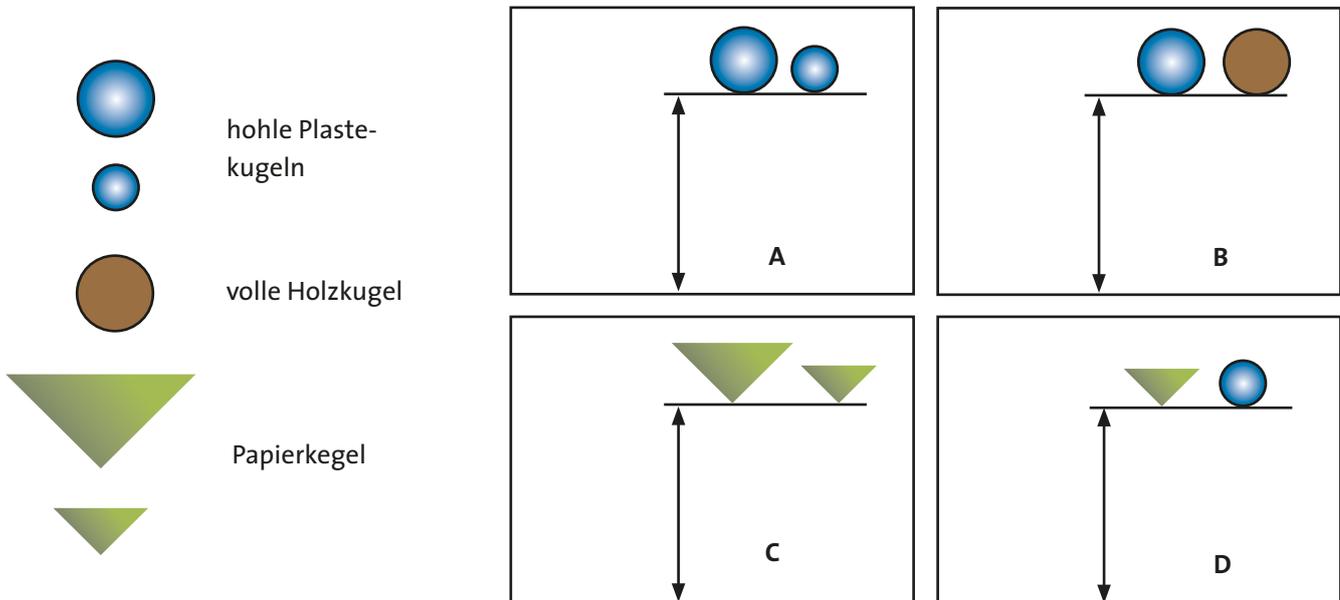
**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 4.4: FALLEN VON KÖRPERN**

Holger und Josephine haben im Physikunterricht gehört, dass im Vakuum alle Körper gleich schnell fallen. Aber wie fallen Körper in der Luft?

Sie vermuten, dass schwere Körper schneller fallen als leichte.

Bei allen Experimenten werden Gegenstände gleichzeitig, immer aus der gleichen Höhe losgelassen.

Es wird ermittelt, welcher Gegenstand zuerst auftrifft. Der war der schnellere.



Welches der vier in den Bildern dargestellten Experimente sollten sie durchführen, um ihre Vermutung zu überprüfen? Begründe deine Auswahl.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Schülerinnen und Schüler müssen erkennen, dass bei diesem Experiment nur eine Körpereigenschaft – die Masse – verändert werden soll („Kontrolle der Variablen“), während alle anderen Eigenschaften, die den Fall irgendwie beeinflussen könnten (Form, Größe) konstant gehalten werden müssen. Dagegen können Körpereigenschaften, die den Fall nicht (Farbe) oder fast nicht (Oberflächenbeschaffenheit, Material), variiert werden.

Nach diesen Überlegungen bleibt nur Experiment B als geeignet übrig.

Variation des Experiments

Soll dieses Experiment real durchgeführt werden, könnte auch ein Papierkegel verwendet werden, der nach und nach mit Büroklammern gefüllt wird. Auch hier wird nur die Masse systematisch verändert.

**AUFGABE 4.5: WIE FINDEN SCHWEINE IHRE NAHRUNG?**

Pia hat sich in der Ökostation die dort lebenden Hauschweine genauer angeschaut. Dabei bemerkte sie, dass diese Schweine zwar große Rüssel, aber nur sehr kleine Augen haben.

Sie vermutet, dass Schweine ihre Nahrung eher durch Riechen als durch Sehen finden.

Beschreibe ein Experiment, mit dem Pia ihre Vermutung prüfen könnte.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Das Experiment muss zu einer Entscheidung führen: Entweder Riechen oder Sehen. Deshalb müssen zwei Experimente durchgeführt werden:

- Telexperiment 1:  
Es wird nur Riechen geprüft und das Sehen der Nahrung wird unterbunden. Das könnte realisiert werden, indem man Nahrung mit einer Decke und in etwa zwei Meter Entfernung einen gleichgroßen Ersatzkörper mit einer zweiten Decke zudeckt.
- Telexperiment 2:  
Es wird nur Sehen geprüft und das Riechen wird unterbunden. Das könnte realisiert werden, indem man Nahrung in einem Glasgefäß und einen nicht essbaren Ersatzkörper (z. B. aus Holz) in ein zweites verschlossenes Glasgefäß verschließt.

Das Schwein wird mehrmals aus einer Entfernung von drei oder vier Metern losgelassen. Jedes Mal wird registriert, wohin sich das Schwein wendet.

Erwartung:

Es müsste im ersten Experiment sehr häufig zur Decke mit der versteckten Nahrung laufen. Im zweiten Versuch müsste sich die Häufigkeit nahezu ausgleichen. Damit wäre nachgewiesen: Schweine erriechen ihre Nahrung. Man könnte den Schülerinnen und Schülern auch folgendes Datenmaterial zur Verfügung stellen und auswerten lassen:

	auf Nahrung zugelaufen	nicht auf Nahrung zugelaufen
Experiment 1	8	2
Experiment 2	6	4

**AUFGABE 4.6: HAUSAUFGABEN MIT MUSIK?**

Die Schülerinnen und Schüler der Klasse 7b der Humboldt-Gemeinschaftsschule untersuchen im Rahmen eines Projektes, ob man mit Musik bei der Erledigung der Hausaufgaben besser oder schlechter lernt. Dazu wollen sie wissen, ob die Wirkung von der Lautstärke und der Art der Musik abhängt. Sie interessiert auch, ob Mädchen anders reagieren als Jungen. Plant eine Untersuchung, mit deren Ergebnissen diese Fragen beantwortet werden können.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Da es bei dieser Untersuchung drei Einflussgrößen auf das Lernen gibt, darf immer nur eine variiert werden:

Lautstärke	Art der Musik	Geschlecht	Wirkung auf das Lernen
laut	Klassik	weiblich	
leise	Klassik	weiblich	
laut	Klassik	männlich	
leise	Klassik	männlich	
laut	POP	weiblich	
leise	POP	weiblich	
laut	POP	männlich	
leise	POP	männlich	

Dazu ist im Vorfeld eine Vergleichsmessung ohne Musik notwendig.

Mit den Schülerinnen und Schülern sollte im Zusammenhang mit der Planung einer solchen Untersuchung u. a. über Folgendes diskutiert werden:

- Die Wirkung von Musik kann auf Menschen sehr unterschiedlich sein. Deshalb sollte eine größere Gruppe (Stichprobe) untersucht werden. Bei der Formulierung der Schlussfolgerungen muss man entsprechend vorsichtig sein, z. B. „in der Regel ...“

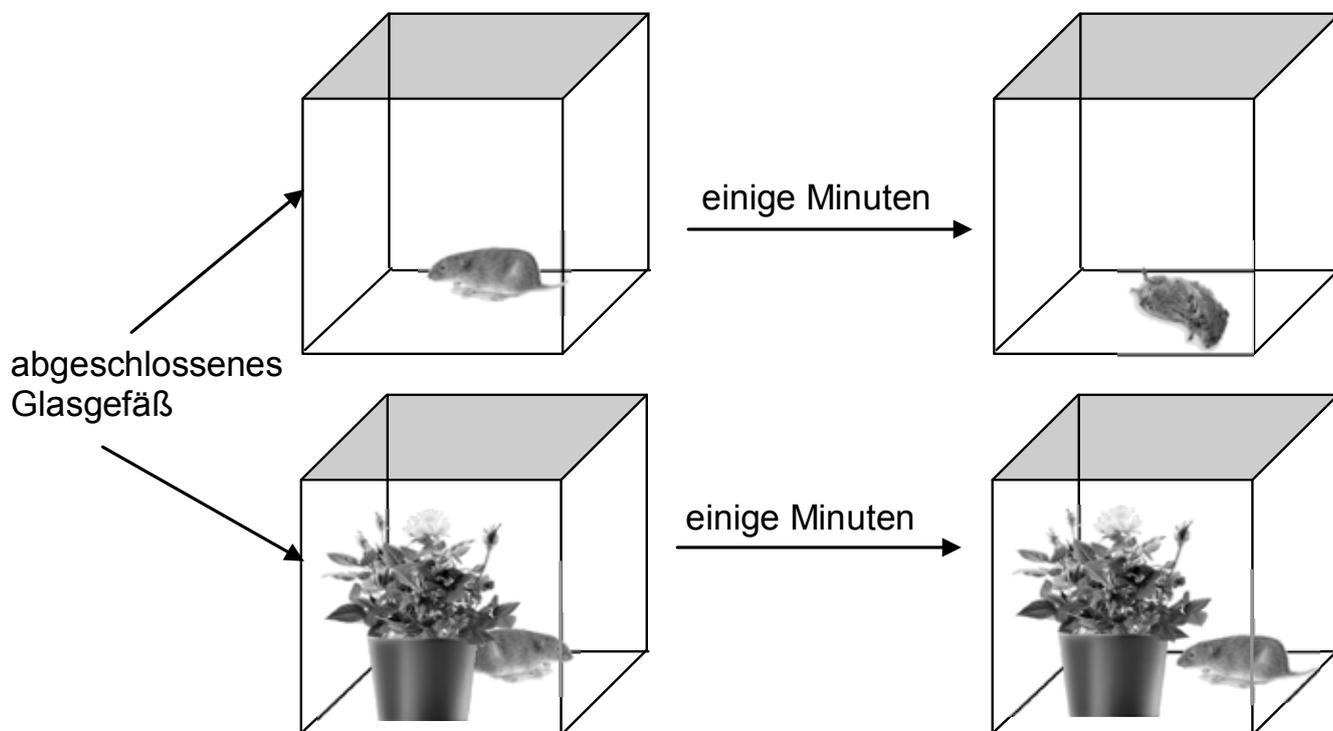
- Bei der Ermittlung der Wirkung auf das Lernen sollte man sich auf Konzentration oder Merkfähigkeit beschränken, da die unterschiedlichen Vorleistungen der Schülerinnen und Schüler das Ergebnis erheblich beeinflussen können, z. B.:  
Finde in den beiden Bildern alle Unterschiede und kennzeichne sie.



**Lösung:** Im linken Bild fehlen: Wasserflöhe zwischen der linken Wasserpflanze, kleiner Fisch in der Bildmitte. Im rechten Bild fehlen: kleiner Fisch links unterhalb der Bildmitte, kleine Fische am unteren Bildrand. Vier der großen sowie drei der kleineren Fische weisen deutliche Unterschiede in Form und Musterung auf. Die Zahl der Luftblasen und ihre Anordnung sind auf beiden Bildern verschieden.

**SAUERSTOFF, TIERE UND PFLANZEN (AUFGABE 4.2 A DER VERGLEICH SARBEIT 2013)**

Der englische Naturforscher Joseph Priestley hat vor 200 Jahren das abgebildete Experiment unter sonst gleichen Bedingungen einmal ohne und einmal mit Grünpflanzen durchgeführt:



Die Erkenntnisse aus diesem Experiment werden heute zum Beispiel in der bemannten Raumfahrt genutzt.

a) Formuliere eine Vermutung über einen Sachverhalt, der mit diesem Experiment untersucht werden kann.

**Typische Schülerfehler**

Diese Antworten auf diese Aufgabe wurden von 67 % der Schülerinnen und Schüler, die eine Sekundarschule besuchen, und von 80 % der Lernenden vom Gymnasium als richtig bewertet.

Allerdings stellte ca. die Hälfte der Schülerinnen und Schüler beider Schulformen, denen die Bewertungseinheit zuerkannt wurde, keine Vermutung auf, die experimentell geprüft werden konnte, sondern gab eine Erklärung für ihre Beobachtungen an.

Der Unterschied zwischen beiden Aussagen ist erkenntnistheoretisch bedeutsam und sollte zumindest am

Gymnasium an verschiedenen Beispielen diskutiert werden. Dieser Unterschied muss auch sprachlich deutlich werden, z. B.:

- Vermutung: Wenn Tiere einen Bestandteil der Luft (Sauerstoff) verbrauchen und Pflanzen diesen Bestandteil erzeugen, dann müssten Tiere in einem abgeschlossenen Gefäß mit Pflanzen länger leben können als ohne.
- Erklärung: Da die Pflanze Sauerstoff produziert, den die Mäuse zum Atmen brauchen, kann die zweite Maus in diesem Gefäß länger leben als die erste.

**AUFGABE 4.7: AKTIVITÄT VERSCHIEDENER TIERE**

Tiere sind manchmal sehr aktiv und dann wieder bewegen sie sich kaum.

Stelle drei Vermutungen darüber auf, wovon die Aktivität von Tieren abhängen könnte. Begründe deine Vermutungen.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Vermutungen stützen sich immer auf Vorwissen (Erfahrungen) der Person, die die Vermutungen aufstellt. Sie unterscheiden sich damit grundlegend vom Raten.

Die Aktivitäten dieser Tiere könnten abhängig sein von

- der Umgebungstemperatur bzw. Sonneneinstrahlung (entgegengesetztes Verhalten von wechswarmen und gleichwarmen Tieren),

- der Nahrungssuche,
- den Nahrungskonkurrenten,
- den Feinden (in der Nahrungspyramide höherstehende Tiere).

Im Anschluss könnten die Schülerinnen und Schüler Experimente entwickeln, mit denen sie ihre Vermutungen prüfen könnten.

**AUFGABE 4.8: AUFLÖSEN VON ZUCKER**

Frank hat festgestellt, dass sich Zucker mal schneller und mal langsamer in einer Flüssigkeit auflöst.

- a) Stelle zwei Vermutungen darüber auf, was Einfluss auf die Auflöszeit haben könnte.
- b) Beschreibe für jede Vermutung ein Experiment zu ihrer Überprüfung.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

zu a)

Das Auflösen geht umso schneller, je

- (1) kleiner die Zuckerteilchen sind (wirksame Oberfläche ist größer),
- (2) heißer die Flüssigkeit ist (Energie zum Auflösen der Kristallstruktur ist größer),
- (3) kleiner der Sättigungsgrad der Flüssigkeit ist.

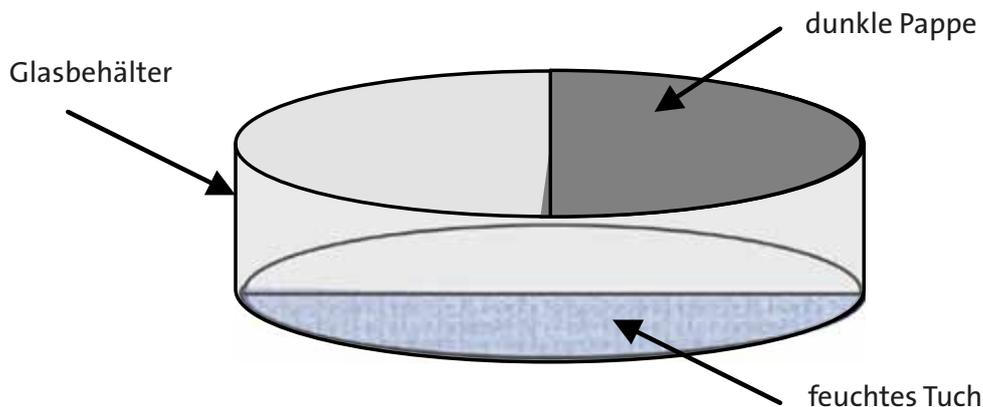
zu b)

- (1) Zuckerwürfel in verschiedenen Stufen zerkleinern. Immer die gleiche Menge Zucker in jeweils die gleiche Menge Wasser mit konstanter Temperatur geben und Zeit bis zur vollständigen Auflösung messen.

- (2) Jeweils ein Stück Würfelzucker in drei Behälter mit gleich viel, aber unterschiedlich warmen Wassers geben und die Zeit bis zum vollständigen Auflösen messen.
- (3) In einem Behälter mit Wasser wird ein Teelöffel Zucker verrührt, in einem zweiten Behälter zwei Teelöffel Würfelzucker und das dritte Glas bleibt vorerst ohne Zucker. Jetzt wird in jedem der drei Gläser ein weiterer Teelöffel Zucker eingerührt.

**AUFGABE 4.9: VERHALTEN VON ASSELN**

In den abgebildeten, geschlossenen Behälter werden Asseln gesetzt.



Nenne Vermutungen, die damit untersucht werden können.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Mögliche Vermutungen, die untersucht werden können:

- Asseln bevorzugen Dunkelheit.
- Asseln bevorzugen eine feuchte Umgebung.
- Asseln bevorzugen Dunkelheit und eine feuchte Umgebung.
- Asseln bevorzugen entweder Dunkelheit oder eine feuchte Umgebung.

**AUFGABE 4.10: EISSCHMELZE IN DER ARKTIS**

Klimaforscher vermuten, dass aufgrund der Erderwärmung das Eis der Arktis schon in 40 Jahren vollständig geschmolzen sein wird.

Stelle begründete Vermutungen über mögliche Folgen auf.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Ziel dieser Aufgabe ist es, dass die Schülerinnen und Schüler eine möglichst breite Problemsicht entwickeln.

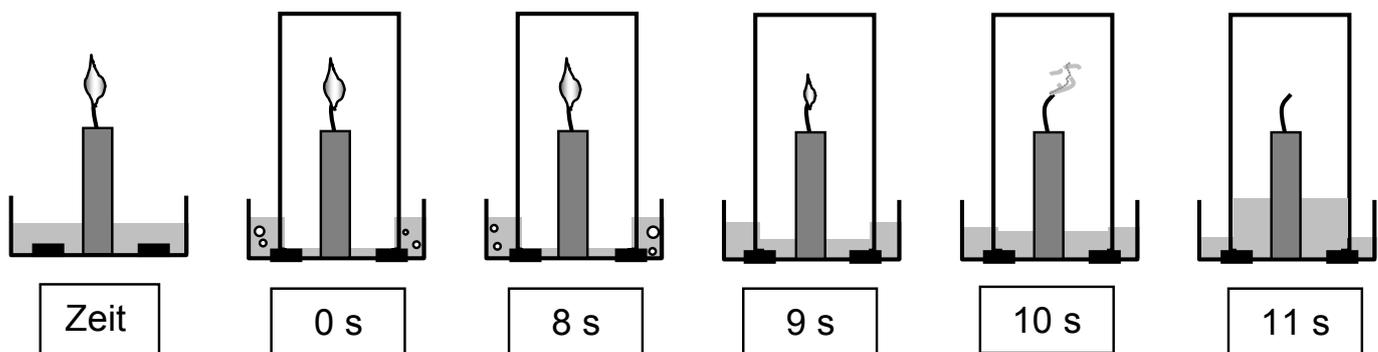
Denkbare Folgen wären z. B.:

- Zunehmende Erwärmung der polaren Meere, dadurch größere Wolkenbildung und Niederschlagsmengen (allerdings in der Südhalbkugel).
- Verringerung der Anzahl der Eisbären, da ihr Lebensraum begrenzt wird. Abnahme der Wale, da im wärmeren Wasser die Nahrungsgrundlage (Grill) abnimmt.
- Verlangsamung der Umwälzbewegung des Golfstromes. Abnahme der Jahresmitteltemperatur in Westeuropa.
- Verlagerung der Seefahrt nach Fernost über das Nordpolarmeer.

## 4.5 AUSWERTEN VON UNTERSUCHUNGEN, MESSUNGEN UND EXPERIMENTEN

### UNTERSUCHUNG DER ATEMLUFT (AUFGABE 4.1 B DER VERGLEICH SARBEIT GYMNASIUM 2013)

Zur Untersuchung der Zusammensetzung der Atemluft haben Frieda und Jonas zuerst ein Becherglas mit Raumluft gefüllt. Dann haben sie damit das in den Abbildungen dargestellte Experiment durchgeführt.



- b) Nach einer längeren Ruhephase hat Frieda die von ihr ausgeatmete Luft mit einem Schlauch in das Glas gepustet. Dann haben Frieda und Jonas das oben beschriebene Experiment wiederholt. Zum Schluss hat Jonas drei Minuten lang Liegestütze gemacht. Gleich danach haben sie das Experiment noch ein drittes Mal mit Jonas ausgeatmeter Luft durchgeführt. Dabei haben sie folgende Zeiten bis zum Verlöschen der Kerze gemessen:

Bedingungen	normale Raumluft	ausgeatmete Luft	
		nach Ruhe	nach Sport
t in s	10	8	7

Kreuze an, welche der folgenden Aussagen aus den Messwerten der Tabelle geschlussfolgert werden können:

- |          |  |
|----------|--|
| <b>A</b> | Durch das Atmen verringert sich der Sauerstoffgehalt der Luft. |
| <b>B</b> | Ausgeatmete Luft enthält Sauerstoff.                           |
| <b>C</b> | Ausgeatmete Luft enthält Kohlenstoffdioxid.                    |
| <b>D</b> | Beim Sporttreiben braucht man mehr Sauerstoff als in Ruhe.     |
| <b>E</b> | Luft enthält ca. 20 % Sauerstoff.                              |

### Typische Schülerfehler

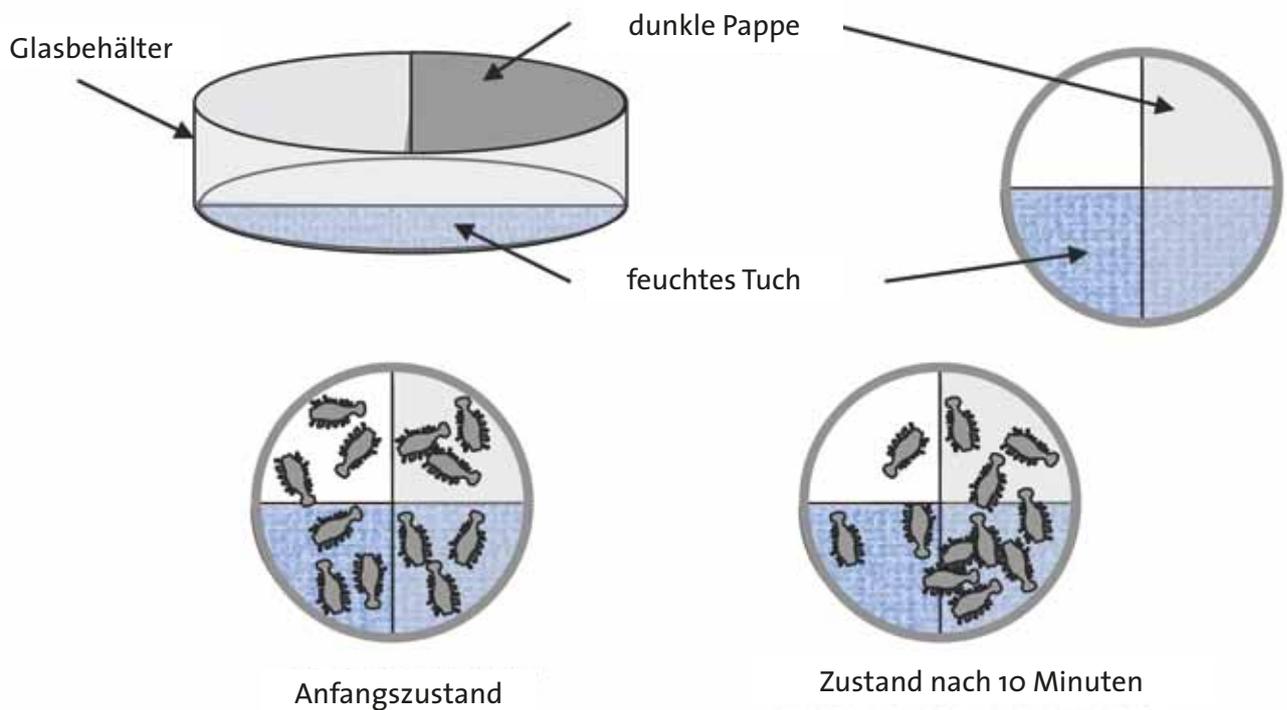
Nur 21 % aller Schülerinnen und Schüler an Gymnasien erkannten die drei Aussagen (A, B und D), die aus den Messwerten geschlussfolgert werden können. Weitere 36 % erkannten nur eine bzw. zwei Aussagen. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe lag im Prüfen, ob die Aussagen aus den Daten folgen. Die Aussagen C und E sind zwar korrekt, lassen sich aber eben nicht aus den Werten ableiten.

Im Unterricht ist bei der Auswertung ermittelter Daten und deren Verallgemeinerung bewusst auf die Begrenztheit der Schlussfolgerungen hinzuweisen. In vielfältigen Übungen sollten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit haben, aus Daten möglichst viele Schlussfolgerungen abzuleiten bzw. die Gültigkeit von gegebenen Schlussfolgerungen bez. dieser Daten zu prüfen.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler**

**AUFGABE 5.1: VERHALTEN VON ASSELN**

Nadja hat in den abgebildeten Behälter Asseln gesetzt.



Beschreibe, welche Schlussfolgerungen Nadja aus diesem Experiment schließen kann.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Das Auszählen der Asseln in den einzelnen Bereichen ergibt:

Umgebungsbedingungen	Anzahl der Tiere
hell und trocken	1
hell und feucht	2
dunkel und trocken	3
dunkel und feucht	6

Daraus lässt sich schließen, dass Asseln helle, trockene Orte meiden und sich an dunklen, feuchten Orten besonders wohlfühlen.

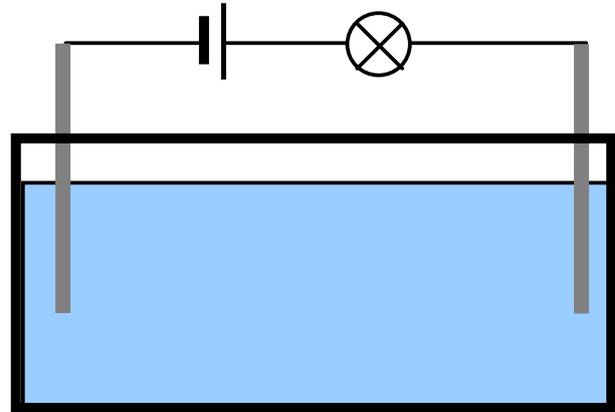
Eine Entscheidung darüber, was sie mehr stört: „Licht“ oder „Trockenheit“, kann aufgrund dieses einen Experiments nicht getroffen werden.

Um die Sicherheit der Aussagen zu vergrößern, sollte das Experiment allerdings mehrmals wiederholt werden.

**AUFGABE 5.2: LEITFÄHIGKEIT**

Martin will untersuchen, ob in Wasser gelöste Stoffe den elektrischen Strom leiten. Dazu hat er in ein Behältnis mit destilliertem Wasser zwei Elektroden getaucht. Diese hat er mit einer Batterie und einer Glühlampe verbunden. Er löst die in der Tabelle aufgeführten Stoffe nacheinander auf und überprüft jedes Mal, ob die Lampe leuchtet. Dann hat er das Wasser ausgewechselt und den nächsten Stoff eingerührt. Seine Beobachtungen hat er in der folgenden Tabelle festgehalten:

Stoff	Lampe leuchtet	Lampe leuchtet nicht
Speisesalz	+	
Zucker		+
Mehl		+
Waschpulver	+	
Gips	+	
Backpulver	+	



Kreuze an, welche Schlussfolgerungen Martin aus seinen Beobachtungen ziehen kann.

<b>A</b>	Es gibt Stoffe, die leiten den elektrischen Strom, wenn sie in Wasser aufgelöst werden.
<b>B</b>	Wenn weißes Pulver in Wasser gelöst wird, leitet es den Strom.
<b>C</b>	Wenn Lebensmittel in Wasser gelöst werden, dann leiten sie den Strom nicht.
<b>D</b>	Nicht alle in Wasser gelöste Stoffe leiten den Strom.
<b>E</b>	Wenn ein Stoff beim Lösen Ionen bildet, dann leitet die Lösung Strom.
<b>F</b>	Zucker ionisiert beim Lösen nicht.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Schülerinnen und Schüler haben bei jeder Aussage zu prüfen, ob die Verallgemeinerung richtig ist. Dabei haben sie darauf zu achten, ob diese Verallgemeinerungen Existenzaussagen (es gibt ...) oder Allaussagen (alle ...) sind.

Besondere Fallen sind Aussagen, die zwar richtig sind, aber nicht aus den Daten dieses Experiments geschlossen werden können.

<b>A</b>	richtig	
<b>B</b>	falsch	Mehl und Zucker zeigen, dass diese Aussage nicht stimmt.
<b>C</b>	falsch	Nach der EU-Verordnung VO EG 178/2002 (Lebensmittelbasisverordnung) zählen auch Kochsalz und Backpulver zu den Lebensmitteln.
<b>D</b>	richtig	
<b>E</b>	falsch	Die Aussage ist zwar richtig, folgt aber nicht aus diesen Experimenten.
<b>F</b>	richtig	Wenn man weiß, dass Ionen den Strom leiten, kann diese Aussage aus dem Experiment geschlossen werden.

**Anmerkung:**

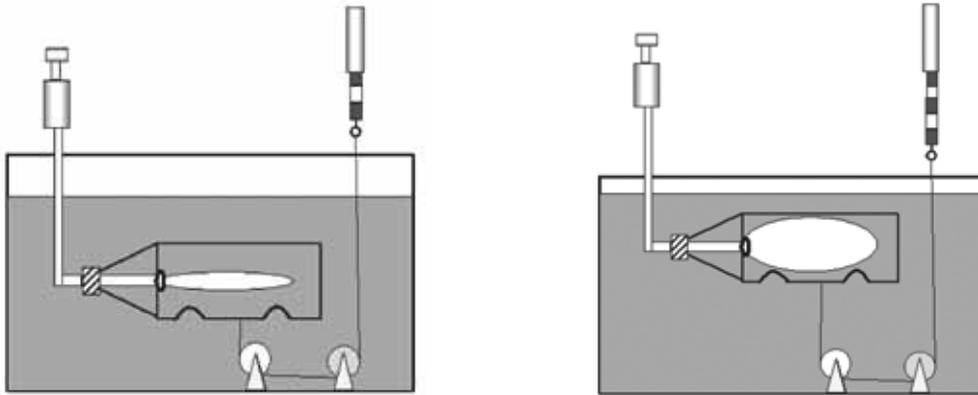
Bei der Formulierung der Aufgabe ist mit „ein Stoff ist gelöst“ eine umgangssprachliche Formulierung verwendet worden. Nicht in jedem Fall tritt beim Mischen eines

Feststoffes mit Wasser wirklich (im chemischen Sinne) eine Lösung auf.

**KÖRPER IM WASSER (AUFGABE 3D VERGLEICH SARBEIT 2011)**

Zur Untersuchung des Auftriebes von Körpern im Wasser haben Schüler einer Physik-AG ein „Flaschen-U-Boot“ aus einer Plastikflasche, einer Luftpumpe und einem Luftballon gebaut.

Mithilfe einer Rollenkonstruktion können sie die Auftriebskraft direkt in einem wassergefüllten, quaderförmigen Aquarium messen. Der Kraftmesser wird so eingestellt, dass dieser die Auftriebskraft des „U-Bootes“ bei nicht gefülltem Luftballon mit „0“ anzeigt. Dies bedeutet, dass die Schüler die zusätzliche Auftriebskraft in Abhängigkeit vom Volumen des Luftballons messen. Die Tabelle zeigt die Messwerte.



Volumen des Luftballons	V in cm <sup>3</sup>	0	40	60	70	80	100	120	140
zusätzliche Auftriebskraft	F in N	0	0,3	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4

- d) Einige Messwerte weisen eine besonders große Messabweichung auf<sup>17</sup>.  
Nenne eine mögliche Ursache dafür.

**typische Schülerfehler**

Ungefähr die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums (an der Sekundarschule musste aus vorgegebenen Ursachen eine ausgewählt werden) gab als Ursachen an, dass ungenau oder falsch gemessen wurde bzw. dass die Messinstrumente ungenau wären. Diese Aussagen treffen jedoch auf jedes Experiment zu und stellen damit keine gedankliche Leistung dar. Ungefähr 20 % haben Ideen entwickelt, die aber nicht das Wesen dieses Experiments treffen, wie

- die Kraft und das Volumen seien nicht proportional,
  - es wäre zu schnell gepumpt worden oder
  - der Ballon dehne sich ungleichmäßig aus.
- Auffallend ist die große Anzahl von Schülerinnen und Schülern, die sehr allgemeine und für dieses Experiment unspezifische Ursachen angaben, wie
- ungenaues Ablesen,
  - Messgeräte nicht genau.

<sup>17</sup> Die Schülerinnen und Schüler sollten in der voran gehenden Aufgabe die Werte grafisch darstellen. Dort weichen zwei Wertepaare deutlich vom linearen Zusammenhang ab.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 5.3: ARBEITSPLATZBELEUCHTUNG**

Cornelia und Sven haben die Beleuchtungsverhältnisse in



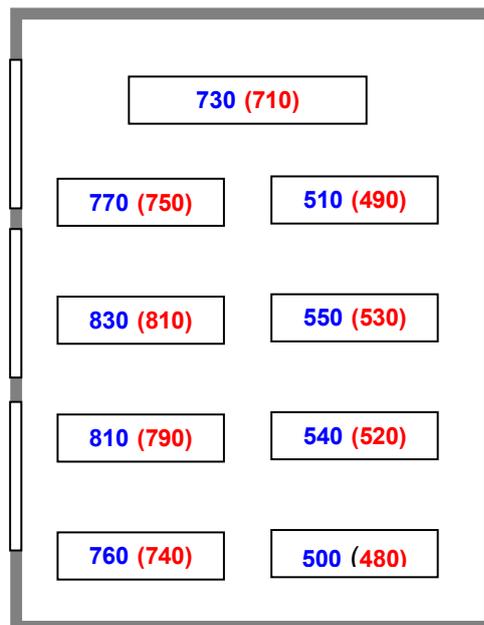
ihrem Physikraum untersucht. Sie haben jeder mit einem Luxmeter die Beleuchtungsstärke an verschiedenen Stellen im Raum gemessen und in die Skizze eingetragen. Die Werte von Cornelia sind blau und

die von Sven rot geschrieben.

Die Einheit ist jeweils Lux.

Begründe, warum die beiden jedes Mal unterschiedliche Werte gemessen haben.

Hilfe: Beachte das Foto von Cornelia und Sven.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE:**

Normen für die Beleuchtung

Im Folgenden sind lichttechnische Normen für alltägliche Beleuchtungssituationen aufgeführt, die entweder international gelten (ISO – internationaler Standard) oder empfohlen werden (CIE – Internationale Beleuchtungskommission) bzw. nur in Deutschland Gültigkeit haben (DIN – Deutsches Institut für Normung). Die in diesem

Zusammenhang wichtigste Norm (DIN 5034) ist die für die sogenannte Nennbeleuchtungsstärke  $E_n$  in Lux. Die Nennbeleuchtungsstärke ist der örtliche Mittelwert der Beleuchtungsstärke, der bei einem mittleren Alterungszustand der Beleuchtungsanlage in einer Höhe von 0,85 m über der Oberfläche des Fußbodens (bei Straßen auf den Boden) erreicht werden muss.

**Nennbeleuchtungsstärke nach ISO (DIN) [CIE] in lx (aus /13/, S. 176)**

Nennbeleuchtungsstärke nach ISO (DIN) [CIE] in lx (aus /13/, S. 176)			
<b>Allgemeiner Bereich</b>	Korridore	ISO	100 (50)
	Treppen	ISO	150 (100)
	Umkleieräume	ISO	100
	Waschräume	ISO	150 (100)
	Toiletten	ISO	150 (100)
<b>Klassenräume</b>	Allgemeinbeleuchtung	ISO	500 (300...500)
	Tafelbeleuchtung	ISO	500
	Experimentiertisch	ISO	750
<b>Wohnungen/häusliche Tätigkeiten</b>	Küche (Arbeitsbereich)	CIE	[300...500]
	Küchentisch	CIE	[100...200]
	Lesen	CIE	[200...300]
	Nähen, Handarbeit	CIE	[300...500]
	Badezimmer	CIE	[100...200]
	Wohnzimmer	CIE	[100]
<b>Straßenbeleuchtung (Kennwerte für Fußgänger)</b>	Gehbahn	DIN	(4)
	Fahrbahn	DIN	(7)

Vergleicht man die Messergebnisse mit dem Normwert, so sind einige Arbeitsplätze schon im kritischen Bereich, wenn die Ergebnisse von Sven zugrunde gelegt werden. Diese sind wahrscheinlich deshalb niedriger, weil durch

den hellen Pullover von Cornelia noch Reflexionslicht auf den Arbeitsplatz fällt und unzulässiger Weise mit gemessen wird.

**AUFGABE 5.4: WÄSCHETROCKNUNG**

Mike und Andrea hängen zuhause immer im Garten die Wäsche zum Trocknen auf.

Sie bemerken dabei, dass bei Wind die Wäsche schneller trocknet. Deshalb wollen sie untersuchen, welcher Zusammenhang zwischen der Windgeschwindigkeit  $v$  und der Zeit zum Trocknen  $t$  besteht.

Also haben sie bei jeder Wäsche Messungen durchgeführt und in einer Tabelle festgehalten:



Datum	02.03.2013	12.03.2013	23.03.2013	06.04.2013	20.04.2013
$v$ in km/h	12	34	5	17	0
$t$ in h	2,75	2,15	2,75	3,15	3,50

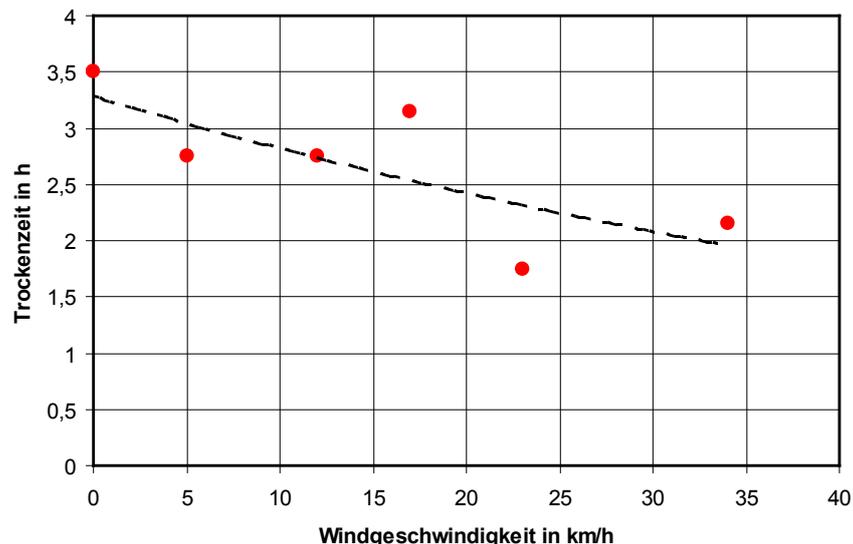
Beschreibe den Zusammenhang zwischen  $v$  und  $t$  als „Je ..., desto-Aussage“.

Beschreibe, welche Größen die Messergebnisse zufällig beeinflusst haben könnten. Beachte dabei die Abbildung.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Stellt man die Messwerte in einem Diagramm dar, so erkennt man, dass es erhebliche Abweichungen von der (eingezeichneten) Trendlinie gibt, die die Annahme „Je

größer die Windgeschwindigkeit, desto schneller trocknet die Wäsche.“ wiedergibt.



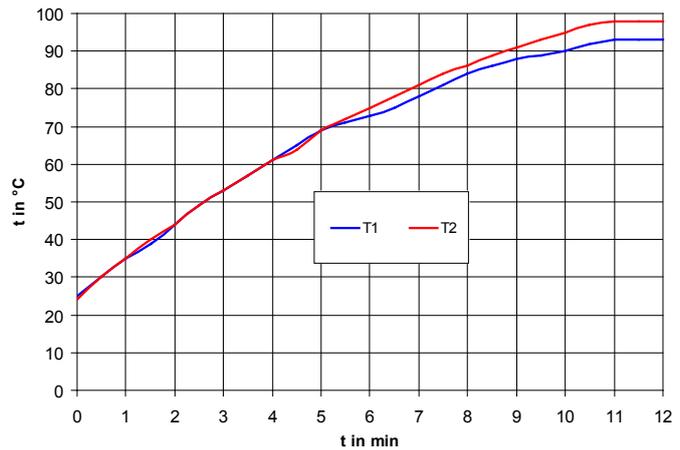
Es müssen also neben dem Wind noch andere Faktoren den Trockenprozess stark beeinflusst haben, z. B.

- der Grad der Bewölkung und damit die wirksame Sonnenstrahlung,
- die relative Luftfeuchtigkeit und damit die Aufnahmefähigkeit der Luft,
- die Lufttemperatur,

- die Beschaffenheit der Wäsche (Oberfläche, Material, Feuchtezustand),
  - die Art des Aufhängens der Wäsche (Abstand).
- Alle diese Einflüsse müssten zur Feststellung des genauen Zusammenhangs  $t(v)$  konstant gehalten werden.

**AUFGABE 5.5: ERWÄRMUNG VON WASSER**

Frieda und Jacob haben in einem Glasbehälter 200 ml Wasser erwärmt und die Temperatur nach jeweils einer halben Minute gemessen. Diese haben sie gleichzeitig mit einem Flüssigkeitsthermometer (T1) und einem elektronischen Thermometer (T2) ermittelt. Diese Werte haben sie in folgendem Diagramm dargestellt:



- Ermittle mithilfe des Diagramms, bei welcher Temperatur das Wasser gekocht hat.
- Vergleiche die Messungen mit beiden Thermometern. Welches Thermometer ist das bessere? Begründe deine Entscheidung.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

zu a)

Wenn Wasser kocht (siedet), also vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht, ändert sich die Temperatur nicht. Das ist im Diagramm an einem waagerechten Kurvenverlauf erkennbar. Nach T1 kocht dieses Wasser bei 93 °C und nach T2 bei 98 °C. Da beide Thermometer auf  $\pm 0,5$  °C genau messen, gibt es für diese große Messabweichung nur folgende Erklärungen:

- Die Temperatur wurde jeweils an unterschiedlichen Stellen des Gefäßes gemessen (nahe am Boden oder am oberen Rand). Das wären grobe Messfehler.
- Eines der Thermometer misst ungenauer als vom Hersteller angegeben, wahrscheinlich das Flüssigkeitsthermometer, weil so ein niedriger Siedepunkt kaum realistisch (Luftdruck 750 hPa).

Es kann für dieses Experiment nicht angegeben werden, bei welcher Temperatur das Wasser gesiedet hat.

zu b)

Im Temperaturintervall  $25$  °C <  $\vartheta$  <  $70$  °C stimmen die mit beiden Thermometern ermittelten Messwerte überein; über 70 °C tritt eine zunehmende Abweichung der Messwerte ein. Das elektronische Thermometer zeigt immer höhere Werte an, die Differenz erreicht schließlich 5 K.

Ein Messgerätevergleich könnte z. B. mit einer Bewertungsmatrix erfolgen:

Kriterium	Wichtung	Thermometer T1	Thermometer T2
Genauigkeit	5	5	10
Handlichkeit	2	4	2
Preis	3	9	0
Gesamt		18	12

Für die Erfüllung der Kriterien gibt es jeweils 0 (gar nicht erfüllt), 1 oder 2 Punkte (erfüllt).

## 4.6 ERSCHLIESSEN VON SACHTEXTEN

### (AUFGABE 4C VERGLEICH SARBEIT BIOLOGIE 2009)

(Überschrift) .....

Grundlage von Gesundheit und Wohlbefinden ist eine vielseitige und vollwertige Ernährung. „Vollwertig“ bedeutet, dass die Nahrung alle lebensnotwendigen Grundnährstoffe und Ergänzungsstoffe in der richtigen Menge enthält. Diese Bedeutung erfüllt kein einzelnes Nahrungsmittel. Jedes enthält immer nur einen Teil aller benötigten Nähr- und Ergänzungsstoffe. Folgende acht Gruppen von Nahrungsmitteln gibt es: Getreideprodukte (ca. 30 %); Obst (ca. 10 %); Gemüse, Kartoffeln und Hülsenfrüchte (ca. 20 %); Getränke (ca. 9 %); Milch und Milchprodukte (ca. 12 %); Fleisch, Fisch und Eier (ca. 8 %); Fett und Öl (ca. 7%) und Zucker (ca. 4 %). Du ernährst dich gesund, wenn du täglich aus allen Gruppen Nahrungsmittel in den angegebenen Prozentsätzen isst. Manche Menschen sind von Essstörungen betroffen. Eine Essstörung ist die Bulimie (Ess-Brech-Sucht). Seit 1980 ist sie als eigenständige Krankheit bekannt. An Bulimie erkrankte Menschen leiden unter sich wiederholenden „Fressanfällen“, bei denen es zur Aufnahme großer Mengen an Nahrung innerhalb einer kurzen Zeitspanne kommt. Im Anschluss an diese „Heißhungerattacken“ ver-

suchen die Erkrankten durch verschiedene Maßnahmen eine Gewichtszunahme zu verhindern. Dazu gehören unter anderem das selbst herbeigeführte Erbrechen und der Medikamentenmissbrauch, vor allem durch die Einnahme hoher Dosen von Abführmitteln. Die Betroffenen tun alles, um ihre „Fressanfälle“ und das danach folgende Erbrechen zu verheimlichen. Um ihren „Heißhungerattacken“ nachgehen zu können, vernachlässigen sie nach und nach andere Interessen und den Kontakt zu anderen Menschen. Dieses Verhalten führt zu Einsamkeit und verstärkt ihre Schuldgefühle gegenüber den Angehörigen und Freunden. Auch körperliche Schäden sind die Folge, z. B. die Zerstörung der Schleimhäute von Speiseröhre und Magen, Nierenschäden und Herzrhythmusstörungen. Diese Essstörung ist nicht durch Medikamente heilbar. Die Teilnahme an einer angeleiteten Selbsthilfegruppe und eine langjährige Betreuung durch Therapeuten können den Betroffenen helfen.

- c) Schreibe (...) einen kurzen Text zur vorgestellten Essstörung! Gehe dabei auf Verlauf, zwei Auswirkungen und Hilfsmöglichkeiten für die Betroffenen ein.

### Typische Schülerfehler

Die Schwierigkeit dieser Aufgabe liegt darin, dass die Suchkategorien als Wörter nicht im Text vorkommen, es wird also nach nicht direkt gegebenen Informationen gesucht. Das Schreiben des Textes hatte nach dem Finden

der Informationen keinen nennenswerten Einfluss mehr auf das Lösen der Aufgabe. Die folgende Tabelle zeigt, wie viel Prozent aller Schülerinnen und Schüler einer Schule die Aufgabe erfolgreich bearbeitet haben:

	schlechtesten 25 % aller Schulen		Median		besten 25 % aller Schulen	
	SKS	GYM	SKS	GYM	SKS	GYM
Verlauf	< 34,6	< 63,4	43,9	76,3	> 51,9	> 85,0
Auswirkungen	< 26,6	< 59,3	34,6	67,7	> 44,4	> 82,5
Behandlung	< 45,6	< 80,0	55,6	82,3	> 64,3	> 89,8

Es wird deutlich, dass ein relativ großer Teil der Schülerinnen und Schüler – auch an den Gymnasien – sich solche indirekt gegebenen Informationen nicht erschließen

kann. Insbesondere wurden die im Text aufgeführten Folgen von etlichen nicht als Auswirkungen erkannt.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 6.1: ENERGIEVERSORGUNG MIT KERNKRAFTWERKEN?**

In der Zeitschrift Fokus (Heft 30/2010 Seite 14) wurde ein Artikel veröffentlicht, der hier leicht gekürzt wiedergegeben wird:

Ohne Atomstrom können sich die Deutschen ihre Energiezukunft nicht vorstellen. „Eine regelrechte Entdämonisierung der Kernkraft sowie deren steigende Akzeptanz bei der Bevölkerung in einem Mix der Energiearten“ hat Forsa-Chef Manfred Güllner in einer exklusiven Umfrage seines Institutes für FOCUS herausgefunden. „Die Einstellungen der Bürger zur Energieerzeugung sind pragmatisch.“

Im Sommer 2010 sind 81 % der Bürger der Meinung, dass auf Kernenergie nicht völlig verzichtet werden könne. Sogar 60 % der Grünen-Anhänger glauben, die Atomkraft sei nötig, um die Stromversorgung hierzulande zu sichern.

Fast drei Viertel aller Bürger (74 %) meinen, bei der Debatte um die Kernkraft gehe es „vor allem um ideologische Positionen“.

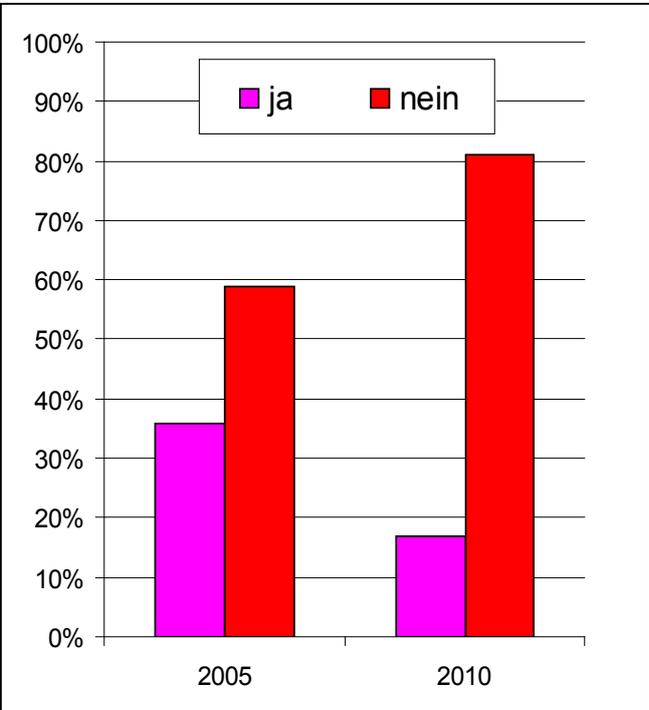
Trotz aller Werbung für erneuerbare Energien glauben nur 30 % der Befragten, dass der Bedarf durch sie auf absehbare Zeit gedeckt werden könnte.

Kreuze die Aussagen an, die aus dem Artikel geschlossen werden können:

- A Die Mehrheit der Bürger denkt, die Versorgung mit erneuerbaren Energien ist in absehbarer Zeit möglich.
- B Die Anzahl der Kernkraftgegner nimmt ab.
- C Die Bürger glauben, Kernkraftwerke sind sicherer geworden.
- D Die große Mehrheit denkt, dass auf Kernenergie nicht verzichtet werden kann.
- E Drei von vier Bürgern denken, dass es in der Energiedebatte nur um Ideologie geht.

Stimmen Sie folgender Aussage zu?

Bei der Energieversorgung kann künftig auf die Kernenergie völlig verzichtet werden.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE:**

Vorbemerkung: Beim Einsatz „brisanter“ Artikel aus Zeitungen oder Zeitschriften sind aktuelle Entwicklungen zu beachten. Dieser Artikel erschien vor der Nuklearkatastrophe von Fukushima (11.03.2011). Die Einstellung der Menschen in Deutschland hat sich seitdem geändert.

Die Schwierigkeit bei dieser Aufgabe liegt darin, dass für jede der Aussagen A bis E geprüft werden muss, ob es dazu Aussagen im Text gibt, und wenn ja, ob die Aussagen übereinstimmen.

- A Im Text wird das Gegenteil ausgesagt.
- B Dazu wird im Text keine Aussage getroffen.
- C Dazu wird im Text keine Aussage getroffen.
- D Das wird im Text ausgesagt.
- E Das wird im Text ausgesagt. Problem: Identifikation 74 % mit etwa drei von vier.

**AUFGABE 6.2: BODENHALTUNG VON HÜHNERN**

Bei den Haltungssystemen von Hühnern unterscheidet man zwischen Käfig-, Boden- und Freilandhaltung. In Deutschland liegt die Käfighaltung bei 70 %; die Boden- und Freilandhaltung bei jeweils 15 %.

**Käfighaltung**

Es gibt verschiedene Formen der Käfighaltung. Die konventionelle Käfighaltung wird auch als Legebatterie oder auch Legehennenbatterie bezeichnet. Die Versorgung mit Futter und Wasser, das Sammeln der Eier und die Entsorgung des Kotes erfolgen vollautomatisch. Die Käfige bestehen aus Metall, sind für fünf Hennen ausgelegt und sind in mehreren, manchmal mehr als zehn Stockwerken angeordnet. Legebatterien haben eine Fläche von 550 cm<sup>2</sup> (pro Henne). Die Käfighaltung ist die kostengünstigste aller Haltungsformen, wird jedoch von Tierschützern hinsichtlich der Artgerechtigkeit kritisiert, da Hennen sich nur stark eingeschränkt bewegen und nicht Flügelschlagen und Sandbaden können.

Die Käfighaltung hat eine in allen Parametern (Land- und Energieverbrauch, Verschmutzung, globale Erwärmung) günstigere Ökobilanz pro Ertragseinheit als jedes andere System der Eierproduktion (inkl. konventioneller und ökologischer Freilandhaltung). Die intensive Geflügelfleischproduktion ist das umweltfreundlichste aller Systeme der Erzeugung tierischer Produkte, gemessen am Ertrag.

In Deutschland wurde die konventionelle Käfighaltung 2009 verboten. Ab 2012 sind in der Europäischen Union nur noch ausgestaltete Käfige erlaubt, die ein höheres Platzangebot (750 cm<sup>2</sup> pro Tier) sowie Scharrbereich, Sitzstangen und Nester bieten.

**Bodenhaltung**

In der klassischen Bodenhaltung befindet sich ein zwei Drittel der Fläche einnehmender und mit Nestern und Sitzstangen versehener Kotkasten in der Mitte des Stalles. Die Sitzstangen können auch in gestufter Form erhöht werden, sodass der Raum besser ausgenutzt wird. Die Restfläche dient als Scharrraum. Die Futter- und Tränkeinrichtungen befinden sich über den Sitzstangen, damit möglichst viel Kot in die Kotgrube gelangt. Der Kot kann während der gesamten Zeit im Stall verbleiben, wird aber meistens auf Bändern oder mit Hilfe von Schrabbern aus dem Stall entfernt. Von den Nestern können die Eier per Hand gesammelt werden, meist erledigt dies jedoch ebenfalls ein automatisches Band. Eine Variante der Bodenhaltung ist die Volierenhaltung, bei der mehrere Etagen von Nestern, Sitzstangen und Futtertrögen eine bessere Flächennutzung ermöglichen. Der Stall kann zudem um einen überdachten Vorraum („Kaltscharrraum“, „Wintergarten“ oder „Veranda“) erweitert werden, der nach einer Seite hin nur mit einem Gitter oder Netz versehen ist.

Der Boden ist befestigt und kann ebenfalls eingestreut werden. Dadurch kann das Stallklima verbessert und die nutzbare Bodenfläche vergrößert werden.

Die Bodenhaltung ist artgerechter als die Käfighaltung und kostengünstiger als die Freilandhaltung. Zu den Nachteilen gegenüber der Käfighaltung gehört, dass die Hennen häufiger mit dem Kot in Körperkontakt kommen, was die Verbreitung von Parasiten und Krankheiten fördert. Die Staubbelastung ist zudem sehr hoch. Die Rangordnung in einer Herde ist für die soziale Stabilität wichtig, kann aber in den großen Herden nicht dauerhaft eingehalten werden, da Hühner sich nur eine deutlich begrenzte Anzahl Artgenossen merken können, was zu Stress und Rankämpfen mit Verletzungen führt.

(Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bodenhaltung>, 08.03.2013, gekürzt)

Ergänze folgende Tabelle:

	Vorteil	Nachteil
Käfighaltung		
Bodenhaltung		

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Im Unterricht sollte der Text noch um die Freilandhaltung ergänzt werden (vgl. oben angegebene Quelle), darauf wurde hier nur aus Platzgründen verzichtet. Nach der Erstellung und Auswertung der Tabelle sollte

mit den Schülerinnen und Schülern darüber diskutiert werden, dass es hier (wie so oft im Leben) nicht die richtige Lösung gibt, sondern einen Lösung nach der Hierarchie der eigenen Werte ausgewählt werden muss.

**(AUFGABE 4C VERGLEICH SARBEIT BIOLOGIE 2009)**

(Überschrift) .....

Grundlage von Gesundheit und Wohlbefinden ist eine vielseitige und vollwertige Ernährung. ...

(Der vollständige Text ist auf Seite 77 dargestellt.)

c) Ergänze eine Überschrift zum Text, die auf beide Inhalte Bezug nimmt.

**Typische Schülerfehler**

An den Sekundarschulen gelang es 56 % aller Schülerinnen und Schüler die beiden Inhaltsaspekte (Ernährung und Essstörung) zu erkennen und zu einer Überschrift zu verbinden, an den Gymnasien waren es immerhin 76 %. Diese Ergebnisse sind nicht repräsentativ, weil die Vergleichsarbeit im Jahr 2009 freiwillig war.

Damit haben jeder zweite Sekundarschüler und jeder vierte Gymnasiast Schwierigkeiten, aus einem relativ überschaubaren Text herauszufinden, worum es eigentlich geht. Das ist aber eine Grundvoraussetzung, um Medien zur Informationsbeschaffung gezielt nutzen zu können.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 6.3: KLIMAWANDEL**

Im Folgenden werden dir in den Materialien zwei Bücher zum Klimawandel vorgestellt.

**Material 1:**

Clappentext: Bevorstehende Klimakatastrophen sind das Schreckensszenario unserer Zeit. Eine mächtige, weltweit vernetzte Angstlobby regiert die Welt, lähmt Volkswirtschaft und Gesellschaft gleichermaßen. Mit missionarischem Eifer behauptet eine Armee von Experten: Klimawandel bedeutet Weltuntergang. Selbst der Weltsicherheitsrat und andere führende Vertreter der Vereinten Nationen warnen vor Klimakriegen. Drohen uns wirklich globale Umweltkonflikte, ein Kollaps der Ökosysteme? Der Wissenschaftspublizist und Bestsellerautor Kurt G. Blüchel hält mit wissenschaftlich fundierten Argumenten dagegen und zeigt vor allem die wirklichen Gefahren des Klimawandels auf, die bisher verschwiegen werden.

**Material 2:**

Clappentext: Die Klimakatastrophe hat längst begonnen. Nicht erst künftige Generationen, schon unsere Kinder werden von den dramatischen Folgen betroffen sein. James Lovelock gilt seit Jahrzehnten als der Vordenker der Umweltbewegung. Angesichts der unmittelbaren Bedrohung erhebt er nun noch einmal seine Stimme zu einem radikalen Warnruf: Wenn wir das Ruder nicht herumreißen, wird die Erde schon in wenigen Jahrzehnten für Menschen unbewohnbar. Mit profunder Sachkenntnis analysiert Lovelock, welche Möglichkeiten uns noch bleiben.

Finde jeweils einen geeigneten Buchtitel. Begründe deine Wahl.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Die Bücher sind nebenstehend abgebildet.

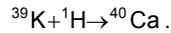
Die Schülerlösungen werden von diesen Titeln natürlich abweichen, die Denkrichtung sollte aber erkennbar sein.

Es könnte anschließend darüber diskutiert werden, ob nach dem ersten Eindruck die Autoren Partei sind oder die Erscheinungen objektiv darstellen.



**AUFGABE 6.4: DER KERVRAN-EFFEKT**

Hühnerschalen bestehen hauptsächlich aus Calciumcarbonat. Zu ihrem Aufbau muss eine Henne große Mengen an Calcium abscheiden. Was passiert aber, wenn sie nicht ausreichend Calcium aufnehmen? Die Schalendicke nimmt ab. Der französische Physiker Kervran hat vor ca. 50 Jahren festgestellt, dass die Dicke der Eierschalen wieder zunimmt, wenn die Hühner kaliumreiche Haferflocken zu fressen bekamen. Er vermutet dass die Hühner das Kalium direkt in Calcium umwandeln:



Da aber die Masse des Calcium-Atoms etwas geringer ist als die Massen des Kaliumatoms und des Wasserstoffatoms, muss sich Masse in Energie umwandeln und frei werden. Rechnet man diese Energie pro Schale von ca. 6 g aus, so ergibt sich der ungeheure Betrag von  $5 \cdot 10^7$  kJ. Mit dieser Energie könnte sich die Henne spontan in eine erdnahe Umlaufbahn katapultieren oder die Luft im Stall auf mehrere Tausend Grad aufheizen.

Da beides noch nicht beobachtet wurde, erklärte Kervran dies als eine besondere, als biologische Form der Elementumwandlung.

Lies den Text genau durch und kreuze die richtige Aussage an:

Beim Kervran-Effekt handelt es sich um ...

<input type="checkbox"/>	... eine besondere Form des Wachstums von Eierschalen.
<input type="checkbox"/>	... eine neue Form der Energiegewinnung.
<input type="checkbox"/>	... eine neue Art der Umwandlung von Elementen.
<input type="checkbox"/>	... eine besondere Mangelernährung bei Hühnern.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Dieser ernst zu nehmende Text<sup>18</sup> ist zwar kurz, hat aber eine große Informationsdichte.

Die Aufgabe ist vor allem dadurch nicht einfach, weil zu allen vorgegebenen Auswahlmöglichkeiten etwas im Text ausgesagt wird.

Die Schülerinnen und Schüler benötigen als Vorwissen zum Lösen dieser Aufgabe Informationen darüber,

- was ein Effekt ist und warum der eine oder andere nach einem Forscher benannt wird,
- unter welchen Bedingungen und Wirkungen Elementumwandlungen „normalerweise“ vor sich gehen.

## 4.7 BEWERTEN DER ANWENDUNG NATURWISSENSCHAFTLICHER ERKENNTNISSE

### SAUERSTOFF, TIERE UND PFLANZEN (AUFGABE 4.2 B VERGLEICH SARBEIT 2013)

Zur Untersuchung der Wirkung bestimmter Chemikalien werden u. a. Tierversuche durchgeführt. Tierversuche werden in der Gesellschaft mit verschiedenen Pro- und Contra-Argumenten diskutiert. Diese Argumente können naturwissenschaftlicher oder ethischer Art sein:

- Ein naturwissenschaftliches Argument stützt sich auf Beobachtungen und Messwerte.
- Ein ethisches Argument stützt sich auf Werte und Normen.

In der Tabelle sind einige Argumente aufgeführt.

Entscheide und kreuze an: Ist das jeweilige Argument Pro oder Contra Tierversuche? Ist es naturwissenschaftlich oder ethisch? (Die Tabelle wird aus Platzgründen hier nur bei den typischen Schülerfehlern aufgeführt.)

#### Typische Schülerfehler

Die Aufgabe wurde von fast allen Schülerinnen und Schülern bearbeitet. In der folgenden Tabelle sind die Anteile falscher Entscheidungen für die Sekundarschule (für das Gymnasium) angegeben.

Pro	Contra	Argument	naturw.	ethisch
	20 % (7 %)	Durch Tierversuche gewinnt man Erkenntnisse über Tiere.		16 % (0 %)
31 % (23 %)		Mit Lebewesen sollte man keine Versuche machen.	12 % (5 %)	
37 % (14 %)		Die Ergebnisse von Tierversuchen sind nicht immer auf Menschen übertragbar.		28 % (5 %)
	22 % (24 %)	Bei Tierversuchen werden Tiere getötet, aber dafür Menschen gerettet.	51 % (19 %)	
47 % (49 %)		Neue Medikamente können auch ohne Tierversuche entwickelt werden.		53 % (21 %)
	24 % (0 %)	Tierversuche sollte man machen, aber nur wenn sie den Tieren nicht schaden.	65 % (0 %)	

Mögliche Ursachen für diese Fehlentscheidungen können zweierlei Art sein:

- Da die Aussagen stark verkürzte Argumente sind, können sprachliche Fehlinterpretationen auftreten (z. B. „nicht schaden“ – ist kein naturwissenschaftlicher, sondern eher ein ethischer Begriff).
- Etliche Schülerinnen und Schüler haben vielleicht beurteilt, ob sie Pro oder Contra zu den Argumenten stehen, haben also den notwendigen Perspektivwechsel nicht vollzogen.

Bei der gesellschaftlichen Auseinandersetzung um die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse ist die Unterscheidung der Art der Argumente wichtig, um konstruktiv und verständnisvoll an der Diskussion teilnehmen zu können. Deshalb sollten im naturwissenschaftlichen Unterricht wiederholt Argumente gesammelt und geordnet werden, ehe die Schülerinnen und Schüler dazu ihre eigenen Positionen finden.

**AUFGABE 7.1: ELEKTROSMOG – EINE GEFAHR?**

Die Gefahren, die z. B. von Mobil-Telefonen ausgehen, sind sehr umstritten. Ein extremer Standpunkt wird im sogenannten Freiburger Appell von 2002 dargestellt (Material).

- Stelle die im Material dargestellten Zusammenhänge zwischen dem Elektrosmog und dem Auftreten von Krankheiten in einer Tabelle zusammen. Unterscheide dabei zwischen belegten und vermuteten Zusammenhängen.
- Stelle eine Vermutung darüber auf, warum dieser Streit um die Wirkung des Elektrosmogs nicht durch naturwissenschaftliche Untersuchungen längst entschieden ist.

**Material****FREIBURGER APPELL (2. OKTOBER 2002)**

Interdisziplinäre Gesellschaft für Umweltmedizin e. V.

Aus großer Sorge um die Gesundheit unserer Mitmenschen wenden wir uns als niedergelassene Ärztinnen und Ärzte aller Fachrichtungen speziell der Umweltmedizin, an die Ärzteschaft, an Verantwortliche in Gesundheitswesen und Politik sowie an die Öffentlichkeit.

Wir beobachten in den letzten Jahren bei unseren Patientinnen und Patienten einen dramatischen Anstieg schwerer und chronischer Erkrankungen, insbesondere

- Lern-, Konzentrations- und Verhaltensstörungen bei Kindern (z. B. Hyperaktivität),
- Blutdruckentgleisungen, die medikamentös immer schwerer zu beeinflussen sind,
- Herzrhythmusstörungen Herzinfarkte und Schlaganfälle immer jüngerer Menschen,
- hirndegenerative Erkrankungen (z.B. Morbus Alzheimer) und
- Epilepsie, Krebserkrankungen wie Leukämie und Hirntumore.

Wir beobachten außerdem ein immer zahlreicheres Auftreten von unterschiedlichen, oft bei Patienten als psychosomatisch fehl gedeuteten Störungen wie

- Kopfschmerzen und Migräne,
- chronische Erschöpfung,
- innere Unruhe,
- Schlaflosigkeit und Tagesmüdigkeit,
- Ohrgeräusche,
- Infektanfälligkeit,
- Nerven- und Weichteilschmerzen,

die mit üblichen Ursachen nicht erklärlich sind, um nur die auffälligsten Symptome zu nennen.

Da uns Wohnumfeld und Gewohnheiten unserer Patienten in der Regel bekannt sind, sehen wir, speziell nach gezielter Befragung, immer häufiger einen deutlichen zeitlichen und räumlichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Erkrankungen und dem

Beginn einer Funkbelastung, z.B. in Form einer

- Installation einer Mobilfunkanlage im näheren Umkreis der Patienten,
- intensiven Handynutzung,
- Anschaffung eines DECT-Schnurlos-Telefons im eigenen Haus oder in der Nachbarschaft.

Wir können nicht mehr an ein rein zufälliges Zusammentreffen glauben, denn:

- zu oft beobachten wir eine auffällige Häufung bestimmter Krankheiten in entsprechend funkbelasteten Gebieten oder Wohneinheiten,
- zu oft bessert sich die Krankheit oder verschwinden monate- bis jahrelange Beschwerden in relativ kurzer Zeit nach Reduzierung oder Eliminierung einer Funkbelastung im Umfeld des Patienten,
- zu oft bestätigen zudem baubiologische Messungen außergewöhnlicher elektromagnetischer Funkintensitäten vor Ort unsere Beobachtungen.

Aufgrund unserer täglichen Erfahrungen halten wir die 1992 eingeführte und inzwischen flächendeckende Mobilfunktechnologie und die seit 1995 käuflichen Schnurlostelefone nach DECT-Standard für einen der wesentlichen Auslöser dieser fatalen Entwicklung! Diesen gepulsten Mikrowellen kann sich niemand mehr ganz entziehen.

Sie verstärken das Risiko bereits bestehender chemischer und physikalischer Umwelteinwirkungen, belasten zusätzlich die Immunabwehr und können die bisher noch ausgleichenden Gegenregulationsmechanismen zum Erliegen bringen. Gefährdet sind besonders Schwangere, Kinder, Heranwachsende, alte und kranke Menschen.

Unsere therapeutischen Bemühungen um die Wiederherstellung der Gesundheit bleiben immer häufiger ohne Erfolg. Denn das ungehinderte Eindringen der Dauerstrahlung in Wohn- und Arbeitsbereiche, speziell in Kinder- und Schlafzimmer, die wir als äußerst wichtige Orte der Entspannung, Regeneration und Heilung ansehen, verursacht pausenlosen Stress und verhindert eine grundlegende Erholung des Kranken. Angesichts dieser beunruhigenden Entwicklung sehen wir uns verpflichtet, unsere Beobachtungen der Öffentlichkeit mitzuteilen, insbesondere nachdem wir hörten, dass deutsche Gerichte eine Gefährdung durch Mobilfunk als "rein hypothetisch" betrachten (siehe Urteile des Bundesverfassungsgerichts Karlsruhe und des Verwaltungsgerichtshofs Mannheim vom Frühjahr 2002).

Was wir in unserem Praxisalltag erleben, ist alles andere als hypothetisch! Wir sehen die steigende Anzahl chronisch Kranker auch als Folge einer unverantwortlichen Grenzwertpolitik, die, anstatt den Schutz der Bevölkerung vor den Kurz- und besonders Langzeitauswirkungen der Mobilfunkstrahlen zum Handlungsmaßstab zu nehmen, sich dem Diktat einer längst hinreichend als gefährlich erkannten Technologie unterwirft. Es ist für uns der Beginn einer sehr ernst zu nehmenden Entwicklung, durch welche die Gesundheit vieler Menschen bedroht wird.

Wir lassen uns nicht länger vertrösten auf weitere, irrealer Forschungsergebnisse, die erfahrungsgemäß oftmals von der Industrie beeinflusst werden, während beweiskräftige Untersuchungen ignoriert werden. Wir halten es für dringend erforderlich, jetzt zu handeln! Als Ärzte sind wir vor allem Anwälte unserer Patienten. Im Interesse aller Betroffenen, deren Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit derzeit aufs Spiel gesetzt werden, appellieren wir an die Verantwortlichen in Politik und Gesundheitswesen. Unterstützen Sie mit Ihrem ganzen Einfluss unsere Forderungen:

- neue gesundheitsverträgliche Kommunikationstechniken mit interessenunabhängiger Abwägung der Risiken speziell vor deren Einführung

*und als Sofortmaßnahmen und Übergangsregelung*

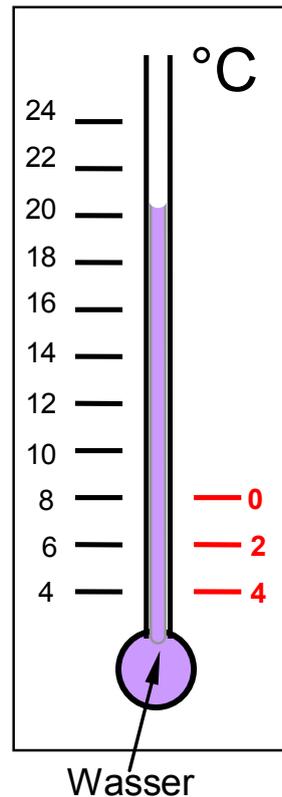
- massive Reduzierung der Grenzwerte, Sendeleistungen und Funkbelastungen auf ein biologisch vertretbares Maß speziell in Schlaf- und Regenerationsbereichen
- kein weiterer Ausbau der Mobilfunktechnologie, damit die Strahlungsbelastung nicht noch um ein Vielfaches zunimmt,
- Mitspracherecht der Bevölkerung und der Gemeinden bei der Standortplanung der Antennen, was für eine Demokratie selbstverständlich sein sollte,
- Aufklärung der Bevölkerung und speziell der Handynutzer über die Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder und somit bewussterer Umgang,
- Handyverbot für Kinder und Nutzungseinschränkung für Jugendliche,
- Verbot der Handy-Benutzung und DECT-Telefone in Kindergärten, Schulen, Krankenhäusern, Altenheimen, Veranstaltungsstätten, öffentlichen Gebäuden und Verkehrsmitteln analog dem Rauchverbot,
- Handy- und Mobilfunkfreie Zonen analog autofreien Bereichen,
- Überarbeitung des DECT-Standards für Schnurlos-Telefone mit dem Ziel, die Strahlungsintensität zu reduzieren und auf die tatsächliche Nutzungszeit zu begrenzen sowie die biologisch kritische Pulsung zu vermeiden,
- Industrie unabhängige Forschung endlich unter Einbeziehung der reichlich vorhandenen kritischen Forschungsergebnisse und unserer ärztlichen Beobachtungen.

(Quelle: [http://www.elektrosmognews.de/Freiburger\\_Appell.pdf](http://www.elektrosmognews.de/Freiburger_Appell.pdf), abgefragt am 10.09.2010)

**DAS WASSERTHERMOMETER (AUFGABE 3D VERGLEICH SARBEIT 2013)**

Sven baut ein „Wasserthermometer“. Dazu füllt er ein oben offenes Glasröhrchen, welches am unteren Ende einen Vorratsbehälter aufweist, mit Wasser. Die Abbildung zeigt Svens Skala für sein „Wasserthermometer“.

- d) Entscheide, ob ein solches „Wasserthermometer“ zur Messung von Temperaturen geeignet ist. Begründe deine Entscheidung.

**Typische Schülerfehler**

Von den 81 % der Schülerinnen und Schüler der Sekundarschule (90 % des Gymnasiums), die diese Aufgabe bearbeitet haben, entschieden sich 16 % für „geeignet“ und 81 % für „ungeeignet“ (Gymnasium: 10 % geeignet). Offensichtlich war die Eignung schwerer sinnvoll zu begründen (94 % der Argumente nicht sinnvoll) als die Nichteignung (47 % der Argumente nicht sinnvoll). Die von den Schülerinnen und Schülern angegebenen Argumente (z. B. Wasser reagiert langsamer auf Erwärmung als Quecksilber, ungünstige Skaleneinteilung, keine negativen Zahlen) wurden von den einzelnen Lehrkräften sehr unterschiedlich akzeptiert.

Die Aufgabenstellung spiegelt ein in der Praxis häufig anzutreffendes Problem wieder: Ist das Messgerät oder das Messverfahren für eine bestimmte Messaufgabe geeignet?

Im Zusammenhang mit der Planung von Messungen oder Experimenten könnte mit den Schülerinnen und Schülern über die Auswahl geeigneter Messgeräte oder Versuchsanordnungen diskutiert werden.

Ebenso könnte die Auswahl und die Anpassung von Messgeräten an die spezielle Messaufgabe in der Praxis wiederholt aufgezeigt werden.

**Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler****AUFGABE 7.2: TASCHENLAMPEN IM VERGLEICH**

Familie Müller möchte sich für Notfälle (z. B. eine Stromsperrung) eine neue Taschenlampe kaufen. Folgende Taschenlampen fallen in die engere Wahl:

- (1) Lampe mit Batterie und Glühlampe für 2,50 €
- (2) „Schüttellampe“ mit LED ohne Batterie 9,90 €
- (3) „Seilzuglampe“ mit LED ohne Batterie für 4,90 €
- (4) LED-Lampe mit Batterie für 8,90 €

- a) Stelle Kriterien zur Beurteilung der Lampen auf.
- b) Wichte die einzelnen Kriterien, indem du 20 Punkte entsprechend aufteilst.
- c) Überprüfe jedes einzelne Kriterium an jeder Lampe. Gib dazu die entsprechenden Punkte.  
0 = Kriterium nicht erfüllt; 1 = Kriterium teilweise erfüllt; 2 = Kriterium voll erfüllt
- d) Bestimme ein abschließendes Urteil.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE:**

Eine mögliche Lösung ist in der Tabelle dargestellt:

Lampe	Wichtung	1		2		3		4	
		u	g	u	g	u	g	u	g
Zweckmäßigkeit	3	2	6	1	3	2	6	2	6
Zuverlässigkeit	8	1	8	2	16	2	16	1	8
Sicherheit	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Umweltgerechtigkeit	3	0	0	2	6	2	6	1	3
Kosten	5	1	5	0	0	2	10	0	0
Summe			20		25		40		19

Erklärung: u = Bewertung des Einzelkriteriums ungewichtet; g = Bewertung des Einzelkriteriums gewichtet

Nach dieser Übersicht sollte die Seilzuglampe als „Sieger“ hervorgehen.

Mit den Schülerinnen und Schülern könnte an diesem Beispiel (es eignen sich auch Messgeräte wie Thermometer, Waagen oder Uhren) deutlich gemacht werden, dass

in dieses (auf den ersten Blick sehr) objektive Verfahren zur Beurteilung alternativer technischer Lösungen auch subjektive Aspekte einfließen. Das betrifft sowohl die Festlegung der Kriterien als auch deren Wichtung.

**AUFGABE 7.3: DAS KLONSCHAF DOLLY**

Im Jahre 1997 kam Schaf Dolly zur Welt, ein transgener Klon eines Schafes. Die Eizelle, aus der ihr Erbgut stammt, erhielt ein eingeschleustes Gen für einen menschlichen Blutgerinnungsfaktor (Faktor IX). Das Schaf Dolly produziert Milch, welches diesen Blutgerinnungsfaktor enthält. Forscher hoffen mit dieser Milch Patienten mit Faktor IX-Mangel das lästige Blutspenden zu ersparen. Zudem stellt die Milch eine preiswerte Alternative zu den Blutkonserven dar.



Bewerte dieses Einschleusen menschlicher Gene in einen tierischen Organismus.

**HINWEISE ZU DIESER AUFGABE**

Im Gegensatz zur Aufgabe 7.2 spielen bei dieser Aufgabe naturwissenschaftliche und ethische Aspekte eine Rolle. Deshalb ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler deutlich diese Argumente (Aussagen) unterscheiden können:

- Naturwissenschaftliche Argumente beschreiben einen Sachverhalt, z. B. hinsichtlich seiner möglichen Folgen. Diese Aussagen können mit Beobachtungen, Messungen oder Experimenten überprüft werden.
- Ethische Argumente vergleichen eine Handlung mit einer von der gesamten Gesellschaft, von Gruppen oder einzelnen Menschen gesetzten Norm (Recht – Unrecht). Problematisch wird es dann, wenn es in bestimmten Situationen zwei widersprechende Normen relevant sind (Dilemmasituation).

- Daneben gibt es weitere Argumente (z. B. wirtschaftliche), die in die beiden genannten Gruppen nicht eingeordnet werden können.

Für das Bearbeiten solcher Aufgaben ist folgender Ablauf eine Orientierung:

Schrittfolge		Leitfragen
1	Bewusstwerden (wahrnehmen) der Bewertungssituation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welcher Sachverhalt soll bewertet werden?</li> <li>- Welche Vorschläge werden gemacht?</li> <li>- Wer soll entscheiden?</li> <li>- Für wen soll entschieden werden?</li> <li>- Werden Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt?</li> </ul>
2	Benennen relevanter Werte (Werterangordnung aufstellen) Abwägen und begründen der Normen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Werte/ Normen werden beansprucht? (Wertverstoß/Normverstoß)</li> <li>- Welche sind für mich besonders wichtig, welche weniger?</li> </ul>
3	Benennen der Handlungsziele und der dafür grundlegenden Motive	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wer verfolgt welche Ziele?</li> <li>- Warum will er dieses Ziel erreichen?</li> </ul>
4	Analyse der Ziele und Motive; Folgenabschätzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Wertung würde ich vorschlagen, wenn ich von der Handlung betroffen wäre?</li> <li>- Werden Personen, Lebewesen, Landschaften von dem Handeln direkt oder indirekt benachteiligt oder in ihren Lebensmöglichkeiten eingeschränkt (räumliche Ferne)</li> <li>- Wäre die Lösung aus der Sicht eines neutralen Beobachters für alle Beteiligten fair?</li> <li>- Sind die Folgen abschätzbar? (zeitliche Ferne)</li> </ul>
5	Schlussfolgerung	