



SACHSEN-ANHALT

Landesinstitut für Schulqualität
und Lehrerbildung (LSA)

DIALOG 24

VERGLEICH SARBEITEN IN DEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN FÄCHERN

ANLIEGEN, ERGEBNISSE UND WIRKUNGEN



VERGLEICH SARBEITEN IN DEN NATURWISSEN- SCHAFTLICHEN FÄCHERN

Anliegen, Ergebnisse und Wirkungen

Autoren

Yvonne Göpel	Halle
Dirk Kelch	Wernigerode
Dr. Catrin Kötters-König	Halle
Dr. Hans-Peter Pommeranz	Halle
Dr. Matthias Pötter	Halle
Dr. Birgit Sebastian	Wallwitz
Volker Zink	Hettstedt

Impressum

Herausgeber: Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen-Anhalt (LISA)
Redaktion: Dr. Hans-Peter Pommeranz
Layout: Doreen Eckhoff
Druck: Elbe Druckerei Wittenberg GmbH
ISSN: 1438 – 4787
LISA Halle (Saale) 2014 – 1. Auflage 1200

INHALT

Häufig gestellte Fragen zu den Vergleichsarbeiten in den Naturwissenschaften	4
1 PISA und die Folgen	6
1.1 Ergebnisse der PISA-Studie und deren Interpretation	6
1.2 Maßnahmen und erste Erfolge	7
2 Ländervergleich in den Naturwissenschaften 2012	10
2.1 Anliegen des Ländervergleiches	10
2.2 Beschreibung von Kompetenzstufen	10
2.3 Konstruktion und Durchführung des Ländervergleiches	17
2.4 Ergebnisse und Erkenntnisse	17
2.4.1 Länderergebnisse im Vergleich	18
2.4.2 Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen	23
2.4.3 Erkenntnisse zu den Rahmenbedingungen	25
3 Vergleichsarbeiten in den Naturwissenschaften in Sachsen-Anhalt	31
3.1 Anliegen und Konstruktion der Vergleichsarbeiten	31
3.2 Ausgewählte Ergebnisse im zeitlichen Längsschnitt	32
3.3 Nutzung der Ergebnisse durch die Lehrkräfte – Erkenntnisse aus einer Begleituntersuchung	35
3.3.1 Anlage der Begleituntersuchung	35
3.3.2 Erkenntnisse	36
3.3.3 Schlussfolgerungen	39
4 Typische Schülerfehler und Anregungen zu deren Überwindung	40
4.1 Beschreiben und Erklären von Phänomenen aus Natur und Technik	41
4.2 Erstellen und Interpretieren von Diagrammen	48
4.3 Nutzen von Modellen zur Beschreibung und Erklärung	54
4.4 Planen von Untersuchungen, Messungen und Experimenten	59
4.5 Auswerten von Untersuchungen, Messungen und Experimenten	70
4.6 Erschließen von Sachtexten	77
4.7 Bewerten der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse	82
5 Bewertung von Schülerleistungen – Anregungen für die Fachschaftsarbeit	88
6 Anhang	96
6.1 Quellenverzeichnis	96
6.2 Bildquellen	96

HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN ZU DEN VERGLEICH SARBEITEN IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN

WARUM WERDEN VERGLEICH SARBEITEN GESCHRIEBEN?

Die Durchführung landesweiter Vergleichsarbeiten in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland ist Teil der 2006 verabschiedeten Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring (Überprüfung des Bildungswesens). Damit wird die systematische Feststellung von Ergebnissen des Bildungssystems verfolgt. Auf dieser Grundlage sollen mögliche Gründe für eventuell unbefriedigende Ergebnisse analysiert und daraus geeignete bildungspolitische Maßnahmen abgeleitet werden. Es geht auch um die enge Verknüpfung dieser Ergebnisse mit Maßnahmen zur Unterrichts- und Qualitätsentwicklung, die der konkreten Arbeit an jeder einzelnen Schule zugute kommen und dort genutzt werden kann.

10 31

IN WELCHEN FÄCHERN WERDEN VERGLEICH SARBEITEN GESCHRIEBEN?

Bundesweit einheitliche Vergleichsarbeiten (VERA) werden im Schuljahrgang 3 (Deutsch und Mathematik) und im Schuljahrgang 8 (Deutsch, Mathematik und Englisch)

31

geschrieben. In Sachsen-Anhalt gibt es zusätzlich alle zwei Jahre eine Vergleichsarbeit Naturwissenschaften.

WARUM WERDEN VERGLEICH SARBEITEN NICHT IN DEN EINZELFÄCHERN BIOLOGIE, CHEMIE UND PHYSIK UND NICHT IN JEDEM JAHR GESCHRIEBEN?

Das Ziel der Vergleichsarbeiten besteht vor allem in der Feststellung des Entwicklungsstandes der Schülerinnen und Schüler bez. allgemeiner naturwissenschaftlicher Kompetenzen und weniger um die Reproduktion konkreter fachlicher Inhalte. Das ist mit einer integrativ angelegten Arbeit möglich. Bei drei nach Einzelfächern getrennten Arbeiten würde jedes Fach nur alle sechs Jahre erfasst werden.

31

SIND DIE AUFGABEN MIT DEN RAHMENRICHTLINIEN/FACHLEHRPLÄNEN ABGESTIMMT?

Die bundesweiten Vergleichsarbeiten (VERA) werden auf der Basis der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss erarbeitet, sie können jedoch die Rahmenrichtlinien/Lehrpläne der einzelnen Bundesländer nicht berücksichtigen. Die Vergleichsarbeit Naturwissenschaften basiert auf den Bildungsplänen für Sachsen-Anhalt,

31

jedoch werden nicht nur Inhalte aus dem Schuljahrgang 8, sondern auch aus den vorangegangenen Schuljahrgängen aufgenommen.

GIBT ES UNTERSCHIEDLICHE VERGLEICH SARBEITEN FÜR SEKUNDARSCHULEN UND GYMNASIEN?

Die Aufgaben stimmen im Wesentlichen überein. Geringe Unterschiede gibt es inhaltlich, wenn die Rahmenrichtlinien für das Gymnasium und die Lehrpläne für die Sekundarschule Abweichungen (z. B. hinsichtlich der zeitlichen Reihenfolge oder der Begriffsbildung) aufweisen. Unterschiede gibt es aber auch z. T. im Anforderungsniveau durch andere Aufgabenformate oder zusätzliche Hilfen für die Sekundarschule.

WER HAT DIE AUFGABEN ENTWICKELT, UND WIE WURDE SICHERGESTELLT, DASS DIE AUFGABEN QUALITATIV HOCHWERTIG SIND?

Die Aufgaben werden von einer Kommission entwickelt, in der Fachlehrkräfte für Biologie, Chemie und Physik beider Schulformen gemeinsam arbeiten. Dabei entstehen ungefähr doppelt so viele Aufgaben, wie für die Vergleichsarbeit notwendig sind. Diese Aufgaben werden ein Jahr vor dem eigentlichen „Schreibtermin“ in mindestens vier Sekundarschulklassen und vier Gymnasialklassen einzeln erprobt. Dazu werden auch Gespräche mit den Schülerinnen und Schülern, z. B. über die Eindeutigkeit der Aufgabenstellungen und die Deutlichkeit der Abbildungen geführt. Anschließend werden die Aufgaben noch einmal überarbeitet und die am besten geeigneten ausgewählt und zur Arbeit zusammengestellt.



**Vergleichsarbeit Naturwissenschaften
2013
Schuljahrgang 8
Sekundarschule**

Name, Vorname: _____

Klasse: _____

Schule: _____

Seite 1 von 9

**Auswertung der Vergleichsarbeit
Naturwissenschaften**

**Sekundarschulen, Förderschulen und
weitere Schulen mit nichtgymnasialen Bildungsgängen**

Schuljahrgang 8, Schuljahr 2012/2013



WIE SOLLTEN DIE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER AUF DIE VERGLEICH SARBEITEN VORBEREITET WERDEN?

Es widerspricht dem Anliegen der Vergleichsarbeiten, wenn die daran teilnehmenden Schülerinnen und Schüler über viele Stunden im Vorfeld für diese Arbeit üben. Jedoch sollten die Lehrkräfte durch die Analyse der Art der Aufgabenstellungen in den Vergleichsarbeiten zurückliegender Jahre und der Anforderungen, die in diesen Arbeiten zu bewältigen waren, Konsequenzen für die Konstruktion oder die Auswahl von Aufgaben für den eigenen Unterricht ableiten.

Da die Lehrkräfte an jeder Schule eigenverantwortlich festlegen, in welcher Reihenfolge sie die einzelnen Themen bzw. Kompetenzschwerpunkte in den Schuljahrgängen 7 und 8 behandeln, werden in den Schulleiterbriefen Angaben gemacht, was im Vorfeld der Vergleichsarbeiten zu behandeln ist. Damit ist beabsichtigt, vergleichbare Voraussetzungen bei den Schülerinnen und Schülern in allen Schulen zu generieren.

WARUM SOLLTEN VERGLEICH SARBEITEN (IN DER REGEL) NICHT ZENSIERT WERDEN?

Landesweit einheitliche Vergleichsarbeiten können den konkreten Unterricht an den einzelnen Schulen, die spezifischen Schwerpunktsetzungen der einzelnen Lehrkraft oder besondere Umstände (z. B. die Langzeiterkrankung einer Lehrkraft, die zu Unterrichtsausfällen geführt hat) nicht berücksichtigen. Das Anliegen der Arbeit, Kompetenzentwicklung zu erfassen, hat zur Folge, dass es kaum Aufgaben zu Reproduktion von Faktenwissen gibt. Mit beiden Aspekten werden die Vorgaben für Klassenarbeiten nicht erfüllt.

WAS PASSIERT MIT DEN ERGEBNISSEN?

Die Ergebnisse werden auf mehreren Ebenen genutzt:

Ebene Land

Die Ergebnisse der einzelnen Aufgaben (Landesmittelergebnisse, typische Schülerfehler) werden mit den Fortbildnern der Fächer Biologie, Chemie und Physik ausgewertet. Bei landesweit nicht zufrieden stellenden Ergebnissen werden unterstützende Materialien für Lehrkräfte erarbeitet und gezielt Fortbildungen angeboten.

Ebene Einzelschule

Anhand der Analyse der Ergebnisse der eigenen Schule, dem Vergleich der Ergebnisse der eigenen Klasse mit den Landesergebnissen und den Hinweisen im Auswertungsbericht werden in den Fachschaften vieler Schulen konkrete Maßnahmen abgestimmt.

1 PISA UND DIE FOLGEN

1.1 ERGEBNISSE DER PISA-STUDIE UND DEREN INTERPRETATION

Deutschland hatte über Jahrzehnte ein leistungsfähiges und in der Welt anerkanntes Bildungssystem. Darum meinten die für die Bildung Verantwortlichen, dass die Teilnahme an internationalen Leistungstests und vergleichende Tests zwischen den Bundesländern nicht notwendig seien.

Das Erstaunen der Bildungspolitiker, aber auch großer Teile der Bevölkerung war groß, als Deutschland Ende der 90er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts doch wieder an solchen Leistungsvergleichen teilnahm und die Ergebnisse veröffentlicht wurden.

Während auf die mittelmäßigen Ergebnisse der deutschen Schülerinnen und Schüler in der TIMS-Studie¹ (Testdurchführung 1995, Ergebnisse 1998) noch verhalten reagiert wurde, war das bei den Ergebnissen der darauf folgenden PISA-Studie² (Testdurchführung 2000, Ergebnisse 2001) nicht mehr der Fall.

In der Tabelle 1 sind die in den drei Bereichen „Lesekompetenz“, „mathematische Grundbildung“ und „naturwissenschaftliche Grundbildung“ erreichten Ergebnisse im Vergleich zum internationalen Mittelwert, der auf 500 normiert wurde, dargestellt.

Bereich	internationaler Wert	Deutschland	Sachsen-Anhalt
Lesekompetenz	500	484	455
mathematische Grundbildung	500	490	477
naturwissenschaftliche Grundbildung	500	487	471

Tabelle 1: Mittelwerte der bei PISA 2000 und PISA 2000E³ erreichten Ergebnisse (vgl. /3/, S. 17, S. 27 und S. 37)

Dazu ist anzumerken, dass 30 Punkte auf dieser Skala dem Lernfortschritt von etwa einem Schuljahr entsprechen und Länder wie Japan, Finnland zum Teil 50 Punkte über dem Durchschnitt lagen.

Im Folgenden werden nur die Ergebnisse der Studie betrachtet, die die naturwissenschaftliche Grundbildung betreffen.

- „multiple choice“, also Aufgaben mit Auswahlantworten, und „Unit“, also die Einbindung mehrerer Teilaufgaben in einen Kontext.
- (2) Diese kontextuale Einbindung hatte bei vielen PISA-Aufgaben zur Folge, dass die Schülerinnen und Schüler sich aus längeren, diskontinuierlichen Texten Informationen erschließen mussten, die zum Lösen der Aufgabe notwendig waren. Die mangelnde Lesekompetenz einer Reihe von Schülerinnen und Schülern erschwerte damit zusätzlich die erfolgreiche Bearbeitung.
 - (3) Die Schülerinnen und Schüler hatten z. T. große Probleme, ihr Fachwissen flexibel auf neue Kontexte anzuwenden, den Transfer auf neue Situationen vorzunehmen oder Probleme zu lösen.

In zahlreichen Gesprächen mit Schulpraktikern und Fachdidaktikern wurden folgende Ursachen für dieses unbefriedigenden Ergebnis der Schülerinnen und Schüler aus Sachsen-Anhalt benannt:

(1) Die bei dieser Studie eingesetzten Aufgabenformate waren unseren Schülerinnen und Schülern wenig vertraut.

Das betrifft insbesondere die Aufgabenformate

¹ Die „Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie“ (Third International Mathematics and Science Study – TIMSS) ist eine international vergleichende Schulleistungsuntersuchung. Mit TIMSS werden zum ersten Mal gleichzeitig die Mathematik- und Naturwissenschaftsleistungen von Schlüsseljahrgängen in der Grundschule (TIMSS/Population I), in der Sekundarstufe I (TIMSS/Population II) und Sekundarstufe II (TIMSS/Population III) untersucht, wobei Deutschland sich an der Untersuchung der Populationen II und III beteiligt hat. (vgl. /1/)

² PISA steht für „Programme for International Student Assessment“ – die bisher umfassendste Schulleistungstudie, die international durchgeführt wurde. Die Studie ist Teil des Indikatorenprogramms INES der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), das dazu dient, den OECD-Mitgliedsstaaten vergleichende Daten über ihre Bildungssysteme zur Verfügung zu stellen. PISA ist ein langfristig angelegtes Projekt, das in einem dreijährigen Zyklus durchgeführt wird. In jedem Zyklus werden die drei Kompetenzbereiche Lesekompetenz (reading literacy), mathematische Grundbildung (mathematical literacy) und naturwissenschaftliche Grundbildung (scientific literacy) von 15-Jährigen untersucht, mit jeweils wechselndem Schwerpunkt (vgl. /2/).

³ Die internationale Studie PISA 2000 wurde um weitere Aufgaben für einen nationalen Vergleich der Bundesländer ergänzt, dieser erweiterte Test wurde PISA 2000E genannt.

- (4) Die der PISA-Studie zugrunde liegende Auffassung von naturwissenschaftlicher Grundbildung (scientific literacy⁴) betont ihre Funktion für die Teilhabe an einer durch Naturwissenschaft und Technik geprägten Kultur. Diese Auffassung erweitert die traditionelle naturwissenschaftliche Bildung zumindest um Kompetenzen des Bewertens naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, deren Ausprägung im Unterricht bis zu dieser Studie in der Regel nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat.
- (5) An einigen Schulen wurde eine geringe Motivation und Anstrengungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler beobachtet.

1.2 MASSNAHMEN UND ERSTE ERFOLGE

Die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder (KMK) und die einzelnen Bundesländer haben nach der Veröffentlichung der Ergebnisse von PISA 2000 ein Bündel von Maßnahmen beschlossen und relativ schnell umgesetzt. Dazu gehören:

- Die **Bildungsstandards** für den Mittleren Schulabschluss für die Fächer Deutsch, Mathematik, 1. Fremdsprache (Englisch, Französisch), Biologie, Chemie und Physik sowie die Bildungsstandards für den Hauptschulabschluss für die Fächer Deutsch, Mathematik, 1. Fremdsprache (Englisch, Französisch) wurden erarbeitet mit der Maßgabe, sie zur Grundlage der Bildungspläne der Länder zu machen.
- Das **Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB, /4/)** an der Humboldt-Universität Berlin wurde mit dem Auftrag gegründet, regelmäßig zu überprüfen, inwieweit die in den Bildungsstandards beschriebenen Ziele in deutschen Schulen erreicht werden. Ferner soll das IQB die Länder darin unterstützen, die Bildungsstandards, die als zentraler Orientierungsrahmen für alle Akteure im Bildungssystem dienen sollen, umzusetzen.
- Die einzelnen Bundesländer haben ihre Bildungspläne (**Lehrpläne**, Rahmenrichtlinien, Kerncurricula) entsprechend der Vorgaben der Bildungsstandards überarbeitet und zum größten Teil neu erstellt. Besondere Ausrichtung erfuhren die Lehrpläne z. B. für die Grundschulen und Sekundarschulen in Sachsen-Anhalt in folgenden Richtungen:
 - Beschreibung der Bildung durch Kompetenzmodelle (und nicht durch einen Wissenskanon),
 - Beschreibung der zu bestimmten Zeitpunkten zu erreichenden Kompetenzen (Outputorientierung),
 - Verbesserung des „Stoff-Zeit-Verhältnisses“ durch Reduzierung der verbindlich zu behandelnden Inhalte,
 - Eröffnung von Möglichkeiten, den Unterricht entsprechend den konkreten Bedingungen zu gestalten (Schulcurricula), z. B. dadurch, dass keine Themen und Zeitrichtwerte mehr vorgegeben werden.
- **Niveaubestimmende Aufgaben** wurden für Sachsen-Anhalt mit dem Ziel entwickelt, zur Überwindung der bei der PISA-Studie erkannten Schwächen in der Aufgabenkultur beizutragen. Begonnen wurde 2004 mit Aufgaben für die Fächer Deutsch, Mathematik, Englisch, Biologie, Chemie, Physik und Geographie für die Schuljahrgänge 6 und 8. Im Zusammenhang mit der Erarbeitung kompetenzorientierter Lehrpläne für die Grundschule und für die Sekundarschule wurden inzwischen für alle Pflichtfächer niveaubestimmende Aufgaben entwickelt.
- Ein breites **Fortbildungsangebot** wurde in die landesweiten und regionalen Lehrerfortbildungen aufgenommen, u. a. zur zielgerichteten Entwicklung der Kompetenzentwicklung, der Aufgabenkultur, der individuellen Förderung der Schülerinnen und Schüler und Entwicklung der Professionalität der Lehrkräfte bez. der Diagnose und Bewertung von Schülerleistungen.
- Ein System **zentraler Leistungserhebungen (ZLE)** auf der Ebene der Bundesländer und ergänzend dazu auch weitere in den einzelnen Bundesländern wurde eingerichtet. Die gegenwärtige Situation für die Sekundarstufe I von Sachsen-Anhalt ist in Tabelle 2 dargestellt.

4 PISA versteht unter naturwissenschaftlicher Grundbildung die Fähigkeit, „naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen

zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (/5/, S. 60).

Mit diesen ZLE wurden und werden unterschiedliche Ziele verfolgt, die für den Ländervergleich im Abschnitt 2.1 und für VERA im Abschnitt 3.1 erläutert werden.

- Das bundesweite Programm **SINUS** zur Unterstützung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung an Schulen wurde eingerichtet. An diesem Programm nahmen in Sachsen-Anhalt ca. 40 Schulen teil.

Schuljahrgang	5	6	7	8	9	10
Deutsch		ZKA ⁵		VERA ⁶	LV ⁷	
Mathematik		ZKA		VERA	LV	
Englisch		ZKA		VERA	LV	
Biologie, Chemie, Physik				VERA	LV	

Tabelle 2: Übersicht über die zentralen Leistungserhebungen in Sachsen-Anhalt in der Sekundarstufe I (ohne Abschlussprüfungen im Schuljahrgang 10 und Besondere Leistungsfeststellungen im Schuljahrgang 9)

Als erste Wirkungen dieser Maßnahmen sollen stellvertretend für eine Vielzahl von Untersuchungen die Ergebnisse der PISA-Studien 2003, 2006 und 2009 dienen. Die PISA-Studie stellte 2006 erstmals die naturwissenschaftliche Bildung in den Mittelpunkt der Untersuchung. Die in der Tabelle 3 dargestellten Ergebnisse verdeutlichen,

dass Deutschland, zumindest was die naturwissenschaftliche Bildung betrifft, signifikant über dem international erreichten Mittelwert liegt. Die Schülerinnen und Schüler aus Sachsen-Anhalt haben in diesen sechs Jahren mit 47 Punkten (etwa 1,5 Schuljahre⁸) den bundesweit größten Zuwachs erzielt und erreichten im Länderranking den 5. Platz.

	PISA 2000		PISA 2003		PISA 2006		Zuwachs 2000 - 2006	
	D	ST	D	ST	D	ST	D	ST
Lesekompetenz	484	455	491	482	495	487	11	22
mathematische Grundbildung	490	477	503	502	504	499	14	22
naturwissenschaftliche Grundbildung	487	471	502	503	516	518	29	47

Tabelle 3: Zusammenstellung der Mittelwerte der bei den PISA-Studien 2000 bis 2006 erreichten Werte von Deutschland (D) und Sachsen-Anhalt (ST). Der internationale Mittelwert wurde bei allen drei Tests zu 500 normiert (vgl. /6/, S. 6, S. 14, S. 16).

5 ZKA – Zentrale Klassenarbeit. Diese werden vom LISA mit differenzierten Aufgaben für die Sekundarschule und für das Gymnasium erstellt. Hier erfolgt eine Benotung der Schülerleistung. Wobei in jedem Schuljahr nur in einem der drei Fächer die ZKA verbindlich zu schreiben ist.

6 VERA – Vergleichsarbeit. Die Aufgaben für die Fächer Deutsch, Mathematik und Englisch werden vom IQB entwickelt, die Aufgaben für die naturwissenschaftlichen Fächer vom LISA. Jedes Schuljahr werden in zwei Fächern Vergleichsarbeiten geschrieben.

7 LV – Ländervergleich. Die Aufgaben werden vom IQB entwickelt und ausgewertet. Der Ländervergleich erfolgt für jedes der aufgeführten Fächer alle sechs Jahre, z. B. für die Naturwissenschaften 2012 und dann wieder 2018.

8 Erfahrungen der Bildungsforscher weisen darauf hin, dass 30 Punkte etwa einem Schuljahr entsprechen.

Damit scheinen die bildungspolitischen Maßnahmen und die Anstrengungen der Lehrkräfte erste Früchte zu tragen.

Das zeigt sich auch bei PISA 2009 und 2012 (vgl. Tabelle 4):

Bereich	internationaler Wert	Deutschland ⁹	
		2009	2012
Lesekompetenz	500	513	514
mathematische Grundbildung	500	497	508
naturwissenschaftliche Grundbildung	500	520	524

Tabelle 4: Mittelwerte der bei PISA 2009 und 2012 erreichten Ergebnisse (vgl. /7/, S. 6, S. 8 und S. 10)

Dennoch gibt es bei diesem positiven Gesamtbild auch noch verbesserungswürdige Handlungsfelder. Das waren u. a. Erkenntnisse von PISA 2012 (vgl. /7/, S. 7/8):

Im Bereich Naturwissenschaften konnten über die bisherigen PISA-Runden die größten Fortschritte für Deutschland verzeichnet werden. Auch PISA 2012 bestätigt dieses positive Bild. Die Schülerinnen und Schüler in Deutschland erreichen mit 524 Punkten wiederum einen Mittelwert im Naturwissenschaftstest, der deutlich über dem OECD-Durchschnitt von 501 Punkten liegt. Der Referenzwert aus PISA 2006 (der letzten Runde mit Naturwissenschaften als Schwerpunkt) liegt bei 516 Punkten. Auch im Bereich der Naturwissenschaften hat Deutschland noch nicht an die absolute OECD-Spitzengruppe angeschlossen, zu der Japan, Finnland, Estland und Korea zählen, geschweige denn zur Spitzengruppe der sogenannten Partnerstaaten wie Shanghai, Singapur oder Hongkong. Im Bereich der Naturwissenschaften befinden sich in den OECD-Staaten durchschnittlich 17,8 % der Jugendlichen auf Kompetenzstufe I und darunter. Diese Anteile umfassen Jugendliche mit einem marginalen naturwissenschaftlichen Verständnis, das für viele Ausbildungen

unzureichend ist und kaum begründete Entscheidungen (z. B. zu Fragen der Ernährung und Gesundheit oder auch der Umwelt) zulässt. Der entsprechende Anteil der Jugendlichen in Deutschland fällt mit 12,2 % signifikant geringer aus als der OECD-Durchschnitt.

Dem Bereich der herausragenden Leistungen (Kompetenzstufen V und VI) werden im OECD-Durchschnitt 8,4 % der Schülerinnen und Schüler zugeordnet (davon 1,2 % auf Kompetenzstufe VI). In Deutschland beträgt dieser Anteil 12,2 % (davon 1,6 % auf Stufe VI). Allerdings gibt es eine Reihe von Staaten mit deutlich größeren Anteilen auf den beiden höchsten Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz.

In der Vergleichsgruppe der OECD-Staaten findet man die größten Anteile kompetenzstarker Jugendlicher in Japan (18,2 %) und in Finnland (17,1 %). Auch in Australien, Neuseeland und Estland erreichen im Vergleich zu Deutschland etwas mehr Jugendliche die Kompetenzstufen V und VI. Mit Blick auf Nachwuchs für MINT-Studiengänge und -Berufe kann eine Herausforderung darin erkannt werden, nunmehr der Förderung von Talenten für die Naturwissenschaften mehr Aufmerksamkeit zu widmen.

9 Mit dem Zyklus 2009 wurde die zusätzliche Erhebung von Daten zum Vergleich der Bundesländer untereinander beendet und durch den Ländervergleich (vgl. Abschnitt 2) ersetzt.

2 LÄNDERVERGLEICH IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN 2012

2.1 ANLIEGEN DES LÄNDERVERGLEICHES



Die KMK beauftragte das IQB in einer Studie zu überprüfen, ob die Schülerinnen und Schüler

der einzelnen Bundesländer den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik gerecht werden. Dazu wurden die in den Bildungsstandards beschriebenen Anforderungen für den Mittleren Schulabschluss auf den Schuljahrgang 9 übertragen. Dies war verbunden mit der Annahme, dass die Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahrgang 9 in der Regel zwei Drittel der Aufgaben richtig bearbeiten, die charakteristisch sind für das Mindestniveau, wahrscheinlich auch erfolgreich ihren Mittleren Schulabschluss erreichen.

Die Aufgaben für den Ländervergleich wurden für den Teil Naturwissenschaften auf der Basis des gemeinsamen Konzeptes der naturwissenschaftlichen Grundbildung entwickelt. Der Ländervergleich 2012 beschränkte sich dabei auf die Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“. Die Kompetenzbereiche „Kommunikation“ und „Bewertung“ sollen neben „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ erstmals im Ländervergleich 2018 getestet werden.

Dabei ist zu beachten, dass die Bezeichnungen der einzelnen Kompetenzbereiche bei den KMK-Bildungsstandards und den Fachlehrplänen Sachsen-Anhalts etwas abweichen (vgl. Tabelle 5).

Bildungsstandards	Lehrpläne Sachsen-Anhalt
Fachwissen	Fachwissen anwenden
Erkenntnisgewinnung	Erkenntnisse gewinnen
Kommunikation	Kommunizieren
Bewertung	Bewerten

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Bezeichnung der Kompetenzbereiche in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss und den Fachlehrplänen für die Sekundarschule

Am Ländervergleich 2012 nahmen etwa 50.000 Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe aus über 1.300 Schulen teil, die durch ein Zufallsverfahren bestimmt wurden.

Im Rahmen der Studie wurde auch untersucht,

- welche Rolle schulische und außerschulische Lerngelegenheiten für die Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schülern spielen,
- welche Rahmenbedingungen für die Optimierung von Lernprozessen genutzt werden können,
- wie die Lesekompetenz ausgeprägt ist,
- über welche kognitiven Grundfähigkeiten die Schülerinnen und Schüler verfügen.

Mit der Erfassung dieser Hintergrundvariablen wurden fundierte und differenzierte Analysen der Ergebnisse der Studie ermöglicht, die wichtige Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung des Bildungssystems liefern können (vgl. /8/).

2.2 BESCHREIBUNG VON KOMPETENZSTUFEN

In den KMK-Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (MSA) werden Kompetenzen für die Fächer Biologie, Chemie und Physik ausgewiesen, die bei der Erlangung dieses Schulabschlusses in diesen Fächern in der Regel erwartet werden.

Um die Kompetenzen darüber hinaus möglichst umfassend darstellen zu können, wurde vom IQB für jedes Fach

ein Kompetenzstufenmodell entwickelt, das eine präzise Beschreibung der Kompetenzen auf fünf Stufen erlaubt. Die Festlegung der Kompetenzstufen in den naturwissenschaftlichen Fächern erfolgte nach einem empirischen Verfahren im Wechselspiel von fachdidaktischen Erwägungen und psychometrischen Analysen.

Den auf empirischen Daten beruhenden Kompetenzstufen können fünf qualitativ abgestufte, normative Standards zugeordnet und bezogen auf den Mittleren Schul-

abschluss (wie in Tabelle 6) beschrieben werden (vgl. /9/ S. 21, /10/ S. 19 und /11/ S. 19).

Kompetenzstufe		Beschreibung des Standards
V	Optimalstandard (Maximalstandard)	Schülerinnen und Schüler, die die höchste Kompetenzstufe und somit den Optimalstandard erreichen, können sehr gute bzw. ausgezeichnete individuelle Lernvoraussetzungen und Bereitstellungen von Lerngelegenheiten innerhalb und außerhalb der Schule optimal nutzen. Sie übertreffen die Erwartungen der Bildungsstandards bei weitem.
IV	Regelstandard plus	Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe liegen über dem definierten Standard zur Erreichung des MSA. Der Regelstandard plus kann daher Schulen bei der Formulierung von Zielen für die Weiterentwicklung des Unterrichts zur Orientierung dienen.
III	Regelstandard	Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe verfügen über Kompetenzen, die im Durchschnitt bis zur Erreichung des MSA erworben werden sollen.
II	Mindeststandard	Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard erreichen, erreichen das gesetzte Mindestniveau, welches alle Schülerinnen und Schüler bis zum MSA erworben haben sollten.
I	Unter Mindeststandard	Schülerinnen und Schüler auf diesem Kompetenzniveau verfehlen den für den MSA gesetzten Mindeststandard. Sie erreichen somit nicht das definierte Minimum an Kompetenzen, das alle Schülerinnen und Schüler zum Zeitpunkt des MSA erworben haben sollten.

Tabelle 6: Beschreibung von Standards für Kompetenzstufen der naturwissenschaftlichen Bildung durch das IQB

Auf den folgenden Seiten werden für die Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ die konkreten Beschreibungen der Kompetenzstufe „Mindeststandard“ für die Fächer Biologie, Chemie und Physik

gegenübergestellt. Danach werden diese Anforderungen durch je ein Aufgabenbeispiel für Biologie, Chemie und Physik verdeutlicht.

KOMPETENZBEREICH FACHWISSEN

Biologie (/9/ S. 30)	Chemie (/10/ S. 28)	Physik (/11/ S. 30)
Die Schülerinnen und Schüler können auf der Kompetenzstufe II (Mindeststandard)		
- Elemente eines biologischen Systems durch Beziehungen verknüpfen. - mehrere Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie / abiotischen Faktoren identifizieren (z. B. Konkurrenz, Nahrungsbeziehungen). - strukturell-funktionelle Zusammenhänge auf biologische Phänomene (z. B. Stoff- und Energieumwandlungen in Organen und Organsystemen) anwenden. - die vorstrukturierten Schritte eines biologischen Prozesses (z. B. auf zellulärer oder subzellulärer Ebene) geordnet wiedergeben. - Organismen nach einem biologischen Prozess (z. B. Metamorphose) vorgegebenen Kategorien (z. B. einer systematischen Gruppe) zuordnen. - die Angepasstheit von Lebewesen (Morphologie) benennen. - Stadien der Individualentwicklung geordnet wiedergeben. - Kennzeichen verschiedener Fortpflanzungsformen identifizieren. - Mechanismen der Evolution (Mutation, Selektion) identifizieren.	- einfache Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaft herstellen. - einfache chemische Ordnungsprinzipien (z. B. Siedetemperaturen) auf vorgegebene Beispiele anwenden. - einfache chemische Reaktionen mit Hilfe von Wortgleichungen beschreiben. - einfachen chemischen Reaktionen grundlegende Merkmale zuordnen. - Energie als Einflussgröße bei chemischen Reaktionen identifizieren. - vorgegebene chemische Zusammenhänge zur Erklärung für Phänomene nutzen. - vorgegebene chemische Zusammenhänge auf ähnliche Situationen übertragen. - chemische Zusammenhänge auf Basis vorliegender Fachinformationen selbstständig formulieren. - vorgegebene, einfache Abstraktionen (z. B. Teilchenmodell) auf Beispiele anwenden.	- einzelne Energieformen und in diesem Rahmen Umwandlung von Energie und Energieerhaltung beschreiben. - Beispiele für die Strukturiertheit von Materie und die daraus resultierenden Eigenschaften (Aggregatzustände, Festigkeit, Formen, Volumen, Brownsche Bewegung) beschreiben. - unterschiedliche Wirkungen von Kräften beschreiben. - grundlegende Gleichgewichtszustände (mechanisch, thermisch, elektrisch) und ihre Veränderungen (z. B. durch Ströme) beschreiben. - gegebene Lösungen von physikbezogenen Aufgaben und Problemen wiedergeben und erläutern. - Beispiele für Anwendungen einzelner funktionaler Zusammenhänge, Gesetzmäßigkeiten, Größenordnungen, Messvorschriften etc. wiedergeben. - Kernaussagen einfacher Modelle wiedergeben.

Tabelle 7: Beschreibung der Kompetenzstufe II (Mindeststandard) für den Kompetenzbereich „Fachwissen“

AUFGABENBEISPIELE

Untersuchungen des IQB haben gezeigt, dass die naturwissenschaftliche Kompetenz bez. des Kompetenzbereiches „Fachwissen“ der Schülerinnen und Schüler, die

folgende Aufgaben in der Regel (zwei von drei) erfolgreich bearbeiten können, auf Mindestniveau oder höher ausgeprägt ist.

Beispiel 1: Stechmücken (/9/ S. 25)

Sicherlich hat dich schon mal eine Mücke gestochen. Die weiblichen Stechmücken benötigen nach der Befruchtung das Blut als eiweißhaltige Nahrungsquelle für ihre Eierproduktion. Nur die Weibchen nehmen neben Pflanzensäften Blut als sogenannte „Brutmahlzeit“ zu sich. Die Männchen saugen ausschließlich Pflanzensäfte.

Der Lebenszyklus der Stechmücken ist ans Wasser gebunden. Je nach Stechmückenart werden Eier in Wasser oder in nasses Gras (z. B. in Überflutungsgebieten) abgelegt. Aus den Eiern schlüpfen Mückenlarven. Die Larven verwandeln sich zu Puppen. Die Larven und Puppen der Stechmücke müssen zum Luftholen an die Wasseroberfläche kommen. Aus den Puppen entwickeln sich schließlich die ausgewachsenen Stechmücken.

Nenne die Reihenfolge, in welcher die Stechmücke ihre Entwicklungsschritte durchläuft.

Beispiel 2: Wasserstoffauto (/10/ S. 23)

In den letzten Jahrzehnten hat die Verschmutzung der Luft durch Autoabgase zugenommen. Als eine umweltfreundliche Alternative wurden Wasserstoff-Autos entwickelt. In Wasserstoff-Autos setzt man Wasserstoff statt Benzin als Treibstoff ein.

Im Motor reagieren Wasserstoff und Sauerstoff in einer chemischen Reaktion zu Wasser. Eine solche Reaktion eines Stoffes mit Sauerstoff heißt Oxidation.

Man kann nicht nur unter Energiefreisetzung Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff erzeugen (Synthese), sondern auch unter Energieeinsatz Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegen (Analyse).

Kreuze an.



Durch den Energieeinsatz

- ☐ ... kann die Reaktionsrichtung umgekehrt werden.
- ☐ ... läuft die Synthese schneller ab.
- ☐ ... kann man mehr Wasser herstellen.
- ☐ ... läuft die Analyse langsamer ab.

Beispiel 3: Lichtmessung über Entfernung (/11/ S. 25)

Fachinformation

Um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen, benötigt das Licht eine gewisse Zeit. Durch Luft hindurch bewegt es sich in einer Sekunde ca. 300.000 km weit.

A und B haben einen Abstand von 3 km. Schätze, wie lange die Laufzeit des Lichtes von A zu B ungefähr ist.

Kreuze an.

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| ☐ 1000 s | ☐ 0,001 s |
| ☐ 1 s | ☐ 0,00001 s |

KOMPETENZBEREICH ERKENNTNISGEWINNUNG

Biologie (/9/ S. 38)	Chemie (/10/ S. 35)	Physik (/11/ S. 38)
Die Schülerinnen und Schüler können auf der Kompetenzstufe II (Mindeststandard)		
- eine biologische Fragestellung aus einem beschriebenen Phänomen oder Sachverhalt ableiten. - eine Hypothese formulieren, die einer einfachen Untersuchung (Beobachtung, Experiment, Vergleich) zu Grunde liegt. - einen Untersuchungsplan (Beobachtung, Experiment, Vergleich) durch die Auswahl mehrerer relevanter Variablen oder Kriterien ergänzen. - Schlussfolgerungen aus Daten einer Untersuchung mit mehreren Variablen auswählen. - Charakteristika der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (z. B. theoriegeleitetes Vorgehen) wiedergeben. - Informationen aus gegenständlichen Modellen mit dem Original vergleichen. - den Zweck und die Grenzen von abstrakten Modellen (z. B. DNA) identifizieren.	- Sicherheitsregeln auf konkrete Situationen anwenden. - chemiebezogene Fragestellungen in lebensweltlichen Zusammenhängen identifizieren. - die Eignung von Experimenten zur Prüfung von einfachen Hypothesen beurteilen. - einfache Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen. - experimentelle Beobachtungen zum Ableiten von einfachen Schlussfolgerungen nutzen. - Aussagen des Dalton-Modells auf naturwissenschaftliche Fragestellungen beziehen. - eine modellhafte Darstellung einem chemischen Sachverhalt zuordnen. - Modelldarstellungen zum Ableiten von einfachen Schlussfolgerungen nutzen.	- eine Fragestellung wiedergeben, die sich auf eine Untersuchung mit wenigen Variablen bezieht. - Variablen in einer gegebenen Situation identifizieren. - in konkreten Situationen Beobachtungen, Vermutungen und Erklärungen identifizieren. - Vermutungen auf der Basis gegebener Phänomene und Zusammenhänge identifizieren. - Experimente unter der Berücksichtigung von Hypothesen nachvollziehen und dabei gegebene Messwerte in ein Diagramm eintragen und Schlussfolgerungen identifizieren. - Werte von bekannten Messgeräten ablesen. - in vorgegebenen Tabellen und Graphen funktionale Zusammenhänge identifizieren. - mit Analogien und Modellvorstellungen (z. B. technische und natürliche) Prozesse beschreiben. - vorgegebene Anlässe der Entwicklung und Veränderung physikalischer Erkenntnisse identifizieren.

Tabelle 8: Beschreibung der Kompetenzstufe II (Mindeststandard) für den Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“

AUFGABENBEISPIELE

Untersuchungen des IQB haben gezeigt, dass die naturwissenschaftliche Kompetenz bez. des Kompetenzbereiches „Erkenntnisgewinnung“ der Schülerinnen und

Schüler, die folgende Aufgaben in der Regel (zwei von drei) erfolgreich bearbeiten können, auf Mindestniveau oder höher ausgeprägt ist.

Beispiel 1: Fleißiges Lieschen (/9/ S. 27)

Max will die Wachstumsbedingungen von Pflanzen untersuchen. Er verwendet als Versuchspflanze das „Fleißige Lieschen“, eine pflegeleichte und widerstandsfähige Zimmerpflanze.

Max führt folgendes Experiment durch:

Faktoren	Pflanze 1	Pflanze 2
Temperatur	25 °C	25 °C
Ort	am hellen Fenster	im dunklen Schrank
Gießen	1-mal täglich	1-mal täglich
Düngen	2-mal wöchentlich	2-mal wöchentlich

Max hat bei der Planung seines Experiments ein wichtiges Prinzip beachtet.

Nenne dieses Prinzip.

Wenn dir der Name des Prinzips nicht einfällt, kannst du es auch kurz mit eigenen Worten beschreiben.

Beispiel 2: Sauberes Wasser (/10/ S. 25)

In Deutschland verbraucht jeder Erwachsene täglich circa zwei Liter Leitungswasser zum Trinken und zum Kochen. Mit der folgenden Aussagen wird Werbung für den Kauf von Filterwasser gemacht: „Leitungswasser enthält Schadstoffe. Diese kann man mit Hilfe eines Wasserfilters entfernen.“

Die Verbraucherzentrale empfiehlt, keine Wasserfilter zu kaufen. Sie ist davon überzeugt, dass die Filterverkäufer mit falschen Aussagen werben.

Kreuze an, welche Untersuchung die Verbraucherzentrale durchführen muss, um zu zeigen, dass die Verkäuferinnen und Verkäufer von Wasserfiltern mit falschen Aussagen werben.

Schadstoffgehalt im ...

- ☐ ... Leitungswasser bestimmen.
- ☐ ... Grundwasser und im Leitungswasser bestimmen.
- ☐ ... gefilterten Leitungswasser bestimmen.
- ☐ ... Leitungswasser und im gefilterten Leitungswasser bestimmen.

Beispiel 3: Bewegung eines Wagens (/11/ S. 27)

Bei einem Experiment (Bild 1) wird ein Wagen aus dem Stand so lange beschleunigt, bis das Gewichtsstück den Fußboden erreicht hat. Anschließend bewegt sich der Wagen bis zum Ende der waagerechten Tischplatte mit annähernd gleichbleibender Geschwindigkeit weiter. Während der gesamten Bewegung erfolgt fortlaufend die Messung des zurückgelegten Weges und der dazugehörigen Zeit. Aus diesen Wertepaaren können Geschwindigkeit und Beschleunigung bestimmt werden.

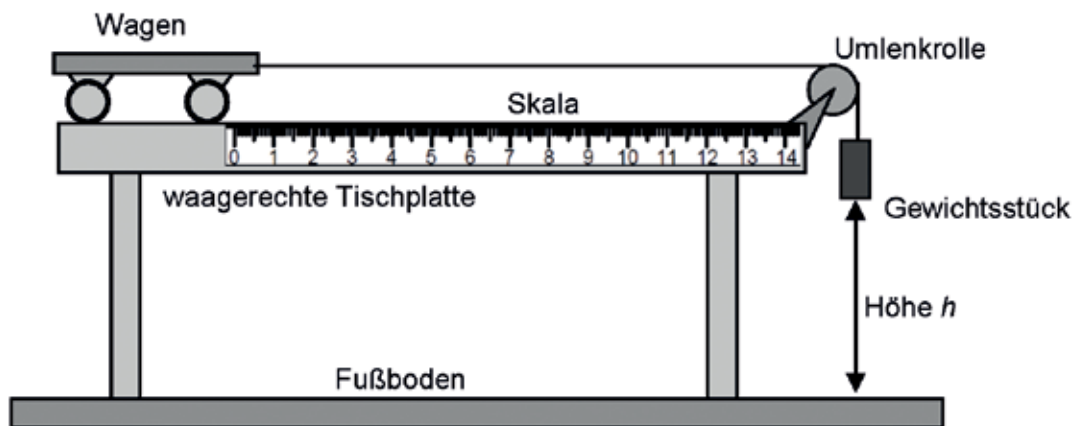


Bild 1

In einem weiteren Experiment wird eine Kiste in den Fallweg des Gewichtsstückes gestellt (Bild 2). Die übrige Experimentieranordnung bleibt unverändert.

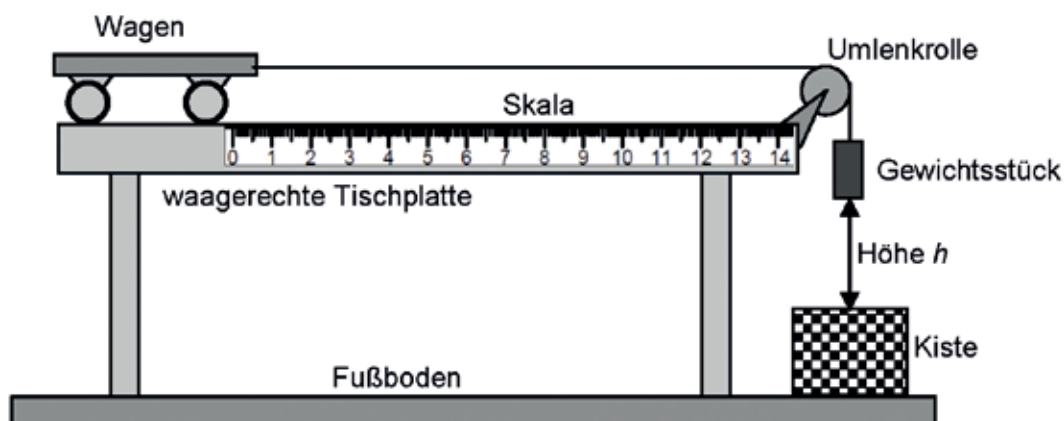


Bild 2

Wie wirkt sich das Aufstellen der Kiste auf die Bewegung des Wagens aus?

Kreuze an.

- ☐ Die Geschwindigkeit des Wagens nimmt bis zum Tischeinde immer zu.
- ☐ Die maximal erreichbare Geschwindigkeit ist größer als beim ersten Experiment.
- ☐ Der Weg, auf dem die Kiste beschleunigt wird, ist kürzer als beim ersten Experiment.
- ☐ Der Weg, auf dem die Kiste beschleunigt wird, ist länger als beim ersten Experiment.

2.3 KONSTRUKTION UND DURCHFÜHRUNG DES LÄNDERVERGLEICHES

Im Vergleich zu Aufgaben, die im Unterricht eingesetzt werden, sind die Testaufgaben der Ländervergleichsstudien oft kürzer und schneller zu beantworten. Es wurden verschiedene Aufgabenformate verwendet:

- geschlossene Aufgabenformate (z. B. sogenannte Multiple-Choice-Aufgaben, bei denen aus verschiedenen Antwortalternativen auszuwählen ist)
- halboffene Aufgabenformate (mit einer Kurzwort zu bearbeitende Aufgaben)
- offene Aufgabenformate (z. B. frei zu formulierende Texte, Zeichnungen, Skizzen etc.).

Geschlossene Aufgabenformate werden maschinell ausgewertet. Halboffene oder offene Formate erfordern Beurteilungen durch geschulte Kodiererinnen und Kodierer anhand von genauen Kodieranweisungen.

Die Untersuchung fand im Mai 2012 an einem Vormittag in den Schulen statt und dauerte insgesamt ca. 3,5 Zeitstunden (einschließlich Pausen). Die Erhebung umfasste die folgenden Testphasen:

- Bearbeitung des Testheftes 1 (Aufgaben im Fach Mathematik bzw. in den naturwissenschaftlichen Fächern), Teil 1: 60 Minuten
- Pause: 15 Minuten
- Bearbeitung des Testheftes 1 (Aufgaben im Fach Mathematik bzw. in den naturwissenschaftlichen Fächern), Teil 2: 60 Minuten

- Pause: 15 Minuten
- Bearbeitung des Testheftes 2 (Indikatoren für Lesefähigkeit und kognitive Grundfähigkeit) sowie des Schülerfragebogens: ca. 45 Minuten

Die bearbeiteten Testhefte und Fragebögen wurden von den Testleiterinnen und Testleitern nach der Bearbeitung eingesammelt.

Im Anschluss an die Erhebungen wurden die Daten in ein Auswertungssystem eingegeben, verarbeitet und in pseudonymisierter Form an die Projektleitung am IQB zur Auswertung übermittelt. Alle Berichte über die Ergebnisse der Studie werden auf zusammengefassten Daten beruhen. Es ist also nicht möglich, die Ergebnisse einzelnen Personen zuzuordnen. Die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung der Studie. Alle im Rahmen der Studie eingesetzten Unterlagen und Abläufe wurden datenschutzrechtlich geprüft und vom Ministerium des jeweiligen Bundeslandes genehmigt (vgl. /8/).

2.4 ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

Die in diesem Abschnitt dargestellten Aussagen und Daten zu den Ergebnissen und Erkenntnissen sind im Wesentlichen dem offiziellen Bericht des IQB zum Ländervergleich (vgl. /12/) entnommen. Sie wurden lediglich für diese Broschüre gekürzt und vom Layout angepasst.

Dabei entspricht

- Abschnitt 2.4.1 der Zusammenfassung des Kapitels 5 des Berichts (vgl. /12/, S. 141–158),
- Abschnitt 2.4.2 der Zusammenfassung des Kapitels 6.1 (vgl. /12/, S. 232–236) und
- Abschnitt 2.4.3 der Zusammenfassung der Kapitel 7, 8 und 11 (vgl. /12/, S. 248–296 bzw. 346–365).

2.4.1 LÄNDERERGEBNISSE IM VERGLEICH

IM MITTEL VON ALLEN SCHÜLERINNEN UND SCHÜLERN ERREICHTE KOMPETENZSTÄNDE

Ein wichtiger Indikator für die in den 16 Ländern erzielten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den naturwissenschaftlichen Fächern am Ende der Sekundarstufe I sind die Kompetenzmittelwerte. Die im Ländervergleich 2012 verwendete Berichtsmetrik weist für die Gesamtheit aller Schülerinnen und Schüler in der 9. Jahrs-

gangsstufe einen Mittelwert (M) von 500 Punkten und eine Standardabweichung (SD) von 100 Punkten auf. In einer ersten Übersicht sind die Kompetenzmittelwerte für alle sechs untersuchten naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche dargestellt (siehe Tabelle 9).

	Biologie		Chemie		Physik	
	F	E	F	E	F	E
Baden-Württemberg	501	496	499	500	502	499
Bayern	505	507	512	508	515	597
Berlin	493	495	490	496	491	490
Brandenburg	532	524	530	532	529	526
Bremen	481	481	477	479	482	480
Hamburg	487	485	484	483	482	485
Hessen	489	491	492	491	496	492
Mecklenburg-Vorpommern	521	515	519	511	516	506
Niedersachsen	504	507	502	503	500	505
Nordrhein-Westfalen	482	486	481	483	476	485
Rheinland-Pfalz	514	511	504	509	505	508
Saarland	498	501	497	496	497	492
Sachsen	541	530	542	537	544	538
Sachsen-Anhalt	529	518	538	525	534	524
Schleswig-Holstein	505	504	499	501	504	503
Thüringen	535	531	534	531	539	532

Tabelle 9: In den Ländern von allen Schülerinnen und Schülern, die mindestens den Mittleren Schulabschluss anstreben, im Schuljahrgang 9 in den Naturwissenschaften erzielte Kompetenzstände

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Tabelle 9 macht deutlich, dass die durchschnittlich erzielten Kompetenzstände in den naturwissenschaftlichen Fächern zwischen den Ländern der Bundesrepublik Deutschland erheblich variieren. Die Unterschiede reichen von maximal 50 Punkten im Kompetenzbereich *Biologie Erkenntnisgewinnung* bis zu maximal 68 Punkten im Kompetenzbereich *Physik Fachwissen*.

Zur Veranschaulichung der inhaltlichen Bedeutung von Kompetenzunterschieden werden diese in der empirischen Bildungsforschung häufig in durchschnittliche Lernzuwächse pro Schuljahr umgerechnet. Der Lernzuwachs pro Schuljahr stellt jedoch keine konstante Größe dar, sondern variiert in Abhängigkeit von der Altersstufe, vom Geschlecht sowie insbesondere von der Schulart und dem Fach. Anhand der Ergebnisse bisheriger empirischer Untersuchungen kann für die im Ländervergleich untersuchte Schülerschaft am Ende der Sekundarstufe I in den naturwissenschaftlichen Fächern ein durchschnittlicher Lernzuwachs von 20 bis 30 Punkten pro Schuljahr als Orientierungsgröße verwendet werden. Setzt man die oben berichteten Mittelwertsdifferenzen zwischen den Ländern hierzu in Beziehung, so entspricht der größte beobachtete Unterschied einem Lernvorsprung von etwa zwei Schuljahren.

Des Weiteren zeigt sich innerhalb der einzelnen Länder ein recht homogenes Ergebnismuster für die mittleren Kompetenzstände auf den sechs naturwissenschaftlichen Skalen. Weichen die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler eines Landes in einem Kompetenzbereich statistisch bedeutsam vom deutschen Mittelwert ab, so ist eine signifikante Abweichung in derselben Richtung häufig auch in den anderen Kompetenzbereichen zu verzeichnen. So erzielten Schülerinnen und Schüler in den Ländern Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen in allen sechs naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen signifikant unterdurchschnittliche Ergebnisse. Demgegenüber liegen die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler in den Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen in sämtlichen Bereichen signifikant oberhalb des deutschen Mittelwerts. Ausgeprägte Stärken-Schwächen-Profile in dem Sinne, dass Schülerinnen und Schüler eines Landes hohe Kompetenzstände in dem einen Kompetenzbereich, aber signifikant unterdurchschnittliche Kompetenzstände in

den anderen Kompetenzbereichen aufweisen, lassen sich nicht feststellen. Diese Homogenität der Befunde über die Fächer und Kompetenzbereiche steht im Einklang mit vorhergehenden Untersuchungen zur Struktur naturwissenschaftlicher Kompetenzen.

Biologie Fachwissen und Erkenntnisgewinnung

Im Kompetenzbereich *Biologie Fachwissen* lässt sich eine Gruppe von sechs Ländern identifizieren, in denen die mittleren Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler oberhalb des deutschen Mittelwerts liegen.

Sie umfasst alle ostdeutschen Flächenländer sowie Rheinland-Pfalz. In den Ländern Sachsen, Thüringen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt liegen die mittleren Kompetenzstände mit mehr als 25 Punkten besonders deutlich über dem gesamtdeutschen Durchschnitt. In Lernzuwächsen pro Schuljahr ausgedrückt entspricht die Differenz einem Vorsprung von etwa einem Schuljahr. Bemerkenswert ist dabei, dass auch innerhalb der Spitzengruppe eine deutliche Spannbreite von 27 Punkten vorliegt.

Die Mittelgruppe, deren Kompetenzmittelwerte sich nicht signifikant vom deutschen Durchschnitt unterscheiden, besteht aus den sechs Ländern Schleswig-Holstein, Bayern, Niedersachsen, Baden-Württemberg, Saarland und Berlin.

An diese Gruppe schließen sich die Länder Hessen, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Bremen an, deren Ergebnisse statistisch bedeutsam unterhalb des deutschen Mittelwerts liegen.

Im Vergleich zur Skala *Biologie Fachwissen* verschieben sich im Kompetenzbereich *Biologie Erkenntnisgewinnung* zwar die relativen Positionen einiger Länder, allerdings ohne dass sich die Zusammensetzung der drei Leistungsgruppen ändert.

Chemie Fachwissen und Erkenntnisgewinnung

Traditionell setzt der Chemieunterricht im Vergleich zum Unterricht in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern später ein, meist erst in der 8. Jahrgangsstufe. Da die im Ländervergleich 2012 untersuchten Kompetenzen das Ergebnis eines kumulativen Wissenserwerbs im Verlauf der gesamten Sekundarstufe I darstellen, könnte für das Fach Chemie vermutet werden, dass die durchschnittlich in den Ländern erreichten Kompetenzen eine geringere Variabilität aufweisen. Aber auch im Fach Chemie beträgt die Spannbreite der mittleren Kompetenzstände zwischen den Ländern rund 60 Punkte.

In *Chemie Fachwissen* wird die Verteilung von den ostdeutschen Flächenländern sowie Bayern angeführt. Daran schließt sich ein breites Mittelfeld an (siehe Tabelle 10). In den Ländern Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Bremen erreichen die Schülerinnen und Schüler hingegen Kompetenzwerte, die signifikant unterhalb des deutschen Mittelwerts liegen.

Im Kompetenzbereich *Chemie Erkenntnisgewinnung* wird die für den Kompetenzbereich *Chemie Fachwissen* identifizierte Spitzengruppe durch Rheinland-Pfalz erweitert. Dem Mittelfeld sind auf der Skala *Chemie Erkenntnisgewinnung* die Länder Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg, Berlin und das Saarland zuzuordnen. In den Ländern Hessen, Nordrhein-Westfalen,

Hamburg und Bremen liegen die Leistungen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in diesem Kompetenzbereich dagegen signifikant unterhalb des deutschen Mittelwerts.

Physik Fachwissen und Erkenntnisgewinnung

Wie in den beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächern erreichen die Schülerinnen und Schüler in den ostdeutschen Flächenländern in Physik wiederum vergleichsweise hohe Kompetenzwerte.

In *Physik Fachwissen* gehören die Länder Sachsen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern zur Spitzengruppe; in *Physik Erkenntnisgewinnung* sind es die Länder Sachsen, Thüringen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt.

Die Länder Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Saarland, Hessen und Berlin gehören im Kompetenzbereich *Physik Fachwissen* zum Mittelfeld. Während in Hessen und Berlin die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler im Bereich *Fachwissen* im durchschnittlichen Bereich liegen, ist ihre Leistung auf der Skala *Erkenntnisgewinnung* unterdurchschnittlich. In den Ländern Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen befinden sich die Leistungen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler auf beiden Skalen signifikant unterhalb des deutschen Mittelwerts.

ERREICHTE KOMPETENZSTÄNDE AM GYMNASIUM

In diesem Abschnitt sollen die Kompetenzmittelwerte von Schülerinnen und Schülern betrachtet werden, die die 9. Jahrgangsstufe des Gymnasiums besuchen.

Das Gymnasium ist bundesweit die einzige Schulart, die bei ansonsten recht heterogenen Schulstrukturen in allen 16 Ländern vorkommt. Die konkrete Ausgestaltung des Gymnasiums variiert jedoch zwischen den Ländern erheblich, was insbesondere für die gymnasiale Beteiligungsquote gilt, also für den Anteil der Schülerinnen und Schüler eines bestimmten Jahrgangs, die das Gymnasium besuchen.

In Tabelle 10 sind die durchschnittlichen Schülerleistungen an Gymnasien in den sechs im Ländervergleich 2012 untersuchten naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen dargestellt.

	Quote in %	Biologie		Chemie		Physik	
		F	E	F	E	F	E
Baden-Württemberg	33,0	592	582	597	595	593	595
Bayern	30,7	593	593	602	599	610	595
Berlin	40,8	563	566	565	564	561	557
Brandenburg	42,9	595	584	598	600	595	596
Bremen	42,8	562	563	553	559	563	557
Hamburg	42,8	561	558	553	554	552	554
Hessen	38,1	557	558	562	558	562	559
Mecklenburg-Vorpommern	30,9	582	567	576	566	574	561
Niedersachsen	36,5	582	583	575	581	574	584
Nordrhein-Westfalen	33,3	565	569	565	571	561	571
Rheinland-Pfalz	35,6	582	584	570	574	570	580
Saarland	34,4	591	585	586	576	591	577
Sachsen	40,2	609	588	612	602	614	603
Sachsen-Anhalt	40,2	615	598	624	609	621	609
Schleswig-Holstein	33,6	586	585	574	578	578	590
Thüringen	40,9	598	590	602	592	599	596
Deutschland	35,0	580	578	581	581	580	581

Tabelle 10: In den Ländern von den Schülerinnen und Schülern am Gymnasium im Schuljahrgang 9 in den Naturwissenschaften erzielte Kompetenzstände,

Quote: Anteil der Schülerinnen und Schüler des Testjahrgangs, der an einem Gymnasium lernt

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Schülerinnen und Schüler an Gymnasien erzielen Kompetenzstände, die im Mittel rund 80 Kompetenzpunkte über dem Durchschnitt aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler liegen. Vergleicht man die Verteilung der Leistungsmittelwerte am Gymnasium (siehe Tabelle 10) mit den Leistungsmittelwerten für die gesamte Schülerschaft (siehe Tabelle 9), ergeben sich viele Gemeinsamkeiten.

So zeigen Schülerinnen und Schüler in den Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen mit 600 Kompetenzpunkten und mehr auch am Gymnasium deutlich überdurchschnittliche Leistungen. Im Vergleich zu Gymnasiastinnen und Gymnasiasten fast aller anderen Länder ist dies ein erheblicher Kompetenzvorsprung.

Auch am unteren Ende der Länderrangreihen lassen sich für das Leistungsniveau an Gymnasien ähnliche Muster wie für Schülerinnen und Schüler aller Schularten erkennen. So schneiden die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in den Ländern Bremen, Hamburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen auf mindestens drei von sechs Skalen unterdurchschnittlich ab.

Neben diesen Gemeinsamkeiten ergeben sich jedoch auch einige schulartspezifische Befunde für das Gymnasium. Bemerkenswert ist beispielsweise, dass die Berliner Gymnasiastinnen und Gymnasiasten auf fünf von sechs naturwissenschaftlichen Skalen signifikant schwächer abschneiden als Gymnasialschülerinnen und -schüler in Deutschland insgesamt, während über alle Schulformen hinweg betrachtet die Berliner Jugendlichen nur in *Physik Erkenntnisgewinnung* unterdurchschnittliche Werte aufweisen. Ein ähnliches Muster lässt sich auch für Mecklenburg-Vorpommern beobachten, wo die gesamte Schülerschaft auf allen sechs Skalen mit der fünften Position ein sehr gutes Ergebnis vorzuweisen hat. Beschränkt man die Analysen hingegen auf das Gymnasium, dann liegen die dort erzielten Kompetenzstände im Vergleich zu denen an Gymnasien anderer Länder deutlich niedriger, in *Chemie Erkenntnisgewinnung* und *Physik Erkenntnisgewinnung* sogar signifikant unterhalb des deutschen Durchschnitts.

Auffällig ist weiterhin, dass der Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* von dieser Diskrepanz stärker betroffen ist als der Bereich *Fachwissen*.

Ein gegenteiliger Effekt findet sich für Bayern, wo im Vergleich zu den schulartübergreifenden Ergebnissen die Leistungen an den Gymnasien günstiger ausfallen: Wäh-

rend an bayerischen Gymnasien überdurchschnittliche Kompetenzstände auf allen Skalen nachzuweisen sind, trifft dies für die gesamte Schülerschaft nur auf die Hälfte der Skalen zu. Dieser Sachverhalt könnte möglicherweise auf die in Bayern bundesweit niedrigste Gymnasialquote und die daraus folgende stärkere Selektivität der Schülerschaft an Gymnasien zurückzuführen sein.

Ein gegenüber dem Ländervergleich 2009 überraschender Befund des Ländervergleichs 2012 besteht allerdings darin, dass nur ein sehr geringer Zusammenhang zwischen der Gymnasialbeteiligung und den Kompetenzmittelwerten auf Länderebene besteht. Im Ländervergleich 2009, in dem die sprachlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Sekundarstufe I untersucht wurden, konnte für die mittleren Kompetenzstände in Deutsch und Englisch ein deutlicher negativer Zusammenhang festgestellt werden: Je geringer die Gymnasialbeteiligung in einem Land war, desto höher fielen tendenziell die mittleren Leistungen aus. Im IQB-Ländervergleich 2012 hingegen ergibt sich kein solcher Zusammenhang. Je nach Kompetenzbereich variiert die Korrelation zwischen Gymnasialbeteiligung und mittlerer Kompetenz über die 16 Länder. Diese Korrelationen fallen primär wegen der ostdeutschen Spitzengruppe (Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen), in der überdurchschnittliche Kompetenzstände mit hohen Gymnasialbeteiligungsquoten von etwa 40 % einhergehen, so gering aus. Dieses Muster zeigt sich für alle sechs naturwissenschaftlichen Skalen und ist die konsequente Weiterentwicklung eines Trends, der sich im Bereich der Naturwissenschaften in den letzten Jahren abgezeichnet hat. In der ersten PISA-Erhebung 2000 konnte noch ein deutlich negativer Zusammenhang von Gymnasialquote und Kompetenzniveau auf Länderebene festgestellt werden, der sich in leicht abgeschwächter Form auch in PISA 2003 zeigte. In PISA 2006 verringerte sich die Korrelation zwischen naturwissenschaftlicher Kompetenz und Gymnasialbeteiligung weiter. Unter dem Vorbehalt, dass den PISA-Studien und den IQB-Ländervergleichen unterschiedliche Kompetenzkonstrukte und Messinstrumente zugrunde liegen, scheint sich als Trend abzuzeichnen, dass der Zusammenhang zwischen gymnasialer Beteiligungsquote und naturwissenschaftlicher Leistung abnimmt.

2.4.2 VERTEILUNG DER SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER AUF DIE KOMPETENZSTUFEN

Für die naturwissenschaftlichen Fächer ergibt sich in Sachsen-Anhalt folgendes Befundmuster (vgl. Tabelle 11):

			Kompetenzstufen				
			I	II	III	IV	V
				Mindest- standard	Regel- standard	Regel- standard +	Optimal- standard
Biologie	F	SKS	4,1	28,1	56,6	11,0	0,3
		Gym	0,1	1,7	31,0	59,9	10,3
	E	SKS	8,2	44,7	42,3	4,6	0,1
		Gym	0,4	9,8	49,3	36,1	4,4
Chemie	F	SKS	11,3	31,4	48,2	8,4	0,7
		Gym	0,1	3,1	36,1	40,9	19,7
	E	SKS	10,9	33,4	35,9	17,2	2,6
		Gym	0,8	4,6	18,7	41,6	34,3
Physik	F	SKS	6,9	25,2	53,1	13,3	1,6
		Gym	0,4	1,9	24,5	45,8	27,4
	E	SKS	6,1	25,4	51,3	15,5	1,7
		Gym	0,0	1,7	20,9	45,2	32,2

Tabelle 11: Prozentuale Kompetenzstufenverteilung in den naturwissenschaftlichen Fächern für Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Mittleren Schulabschluss anstreben

SKS – alle Schulformen außer Gymnasium und Förderschulen, Gym – Schulform Gymnasium

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Etwa 2 % der zielgleich unterrichteten Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die mindestens einen Mittleren Schulabschluss (MSA) anstreben, verfehlen im Fach Biologie im Bereich *Fachwissen* den Mindeststandard der KMK für den Mittleren Schulabschluss; im Bereich *Erkenntnisgewinnung* liegt dieser Anteil bei fast 5 %. Im Fach Chemie bleiben jeweils rund 6 % in den beiden Kompetenzbereichen (*Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*) unterhalb des Mindeststandards. Im Fach Physik schließlich liegt der Anteil der Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe I bei 4 % (*Fachwissen*) beziehungsweise bei etwa 3 % (*Erkenntnisgewinnung*).

Den KMK-Regelstandard erreichen oder übertreffen (Kompetenzstufe III oder höher) in *Biologie Fachwissen* insgesamt etwa 81 %, in *Biologie Erkenntnisgewinnung* 66 % der Schülerinnen und Schüler. Die entsprechenden Anteilswerte im Fach Chemie liegen bei fast 75 % (*Fachwissen*) und 73 % (*Erkenntnisgewinnung*). Im Fach Physik schließlich erzielen im Bereich *Fachwissen* etwa 81 % der Schülerinnen und Schüler Leistungen, die dem Regelstandard oder einer höheren Kompetenzstufe entsprechen, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind es etwa 82 %.

Herausragende Leistungen auf der höchsten Kompetenzstufe (Optimalstandard) erreichen in Biologie insgesamt knapp 5 % (*Fachwissen*) beziehungsweise 2 % (*Erkenntnisgewinnung*), in Chemie rund 9 % (*Fachwissen*) beziehungsweise fast 17 % (*Erkenntnisgewinnung*) und in Physik etwa 13 % (*Fachwissen*) beziehungsweise 15 % (*Erkenntnisgewinnung*) der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Sachsen-Anhalt, die mindestens einen MSA anstreben.

Anhand von Tabelle 11 wird auch ersichtlich, dass sich die naturwissenschaftlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt an Gymnasien deutlich von denen an anderen Schularten, die zum MSA führen, unterscheiden.

So erreichen oder übertreffen je nach Kompetenzbereich zwischen etwa 90 und 98 % der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten die KMK-Regelstandards, während dieser Anteil bei Schülerinnen und Schülern, die an anderen Schularten einen MSA anstreben, zwischen 47 und knapp 69 % variiert.

Vergleicht man zusammenfassend die Befunde zur Erreichung der Bildungsstandards bei den Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in Sachsen-Anhalt mit den entsprechenden bundesweiten Kompetenzstufenverteilungen, so fällt Folgendes auf:

In einzelnen *naturwissenschaftlichen* Kompetenzbereichen werden in Sachsen-Anhalt die Mindeststandards seltener verfehlt (*Chemie Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* sowie *Physik Fachwissen*) und die Regelstandards häufiger erreicht (*Fachwissen* in allen drei Fächern) als in Deutschland insgesamt. Die Optimalstandards erreichen Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt insbesondere an den Gymnasien, aber auch insgesamt, häufiger als Schülerinnen und Schüler deutschlandweit, vor allem in den Kompetenzbereichen der Fächer Chemie und Physik. Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt verfehlen in den nicht gymnasialen Schularten in allen sechs naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen seltener die Mindeststandards als bundesweit an nicht gymnasialen Schularten und erreichen in vier Kompetenzbereichen (bis auf *Biologie* und *Physik Erkenntnisgewinnung*) häufiger die Regelstandards.

2.4.3 ERKENNTNISSE ZU DEN RAHMENBEDINGUNGEN

Geschlechtsbezogene Unterschiede in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen

Mädchen und Jungen unterscheiden sich hinsichtlich der Beteiligungsquoten an den verschiedenen Schularten. Die unterschiedlichen Beteiligungsquoten sind ihrerseits Ausdruck verschiedener Faktoren, vor allem von Leistungsunterschieden am Ende der Primarstufe.

Systematische Untersuchungen von Übergangsempfehlungen der Lehrkräfte deuten aber darauf hin, dass auch andere Faktoren wie das Sozialverhalten, die Motivation oder Lerntugenden (z. B. Konzentration und Genauigkeit) wichtig für die Empfehlung sind und dass Mädchen in diesen Bereichen vorteilhafter bewertet werden. Inwieweit die berichteten Zusammenhänge auf tatsächlichen Unterschieden zwischen den Schülergruppen beruhen oder systematische Urteilsverzerrungen der Lehrerinnen und Lehrer darstellen, kann jedoch nicht abschließend bestimmt werden.

Nach dem Übergang wirken die weiterführenden Schulformen als differenzielle Entwicklungsmilieus, sodass Mädchen, die prozentual häufiger als Jungen das Gymnasium besuchen, auch stärker von den dortigen Lerngelegenheiten profitieren.

Diese beiden Effekte – der Selektionseffekt und der Beschulungseffekt – sind nur schwer voneinander zu trennen. Für die naturwissenschaftlichen Fächer liefern die Analysen ein differenziertes Bild:

In den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen erzielen Mädchen im Mittel höhere Werte als Jungen. Mit mehr als 20 Punkten ist der Leistungsvorsprung der Mädchen im Fach Biologie besonders deutlich ausgeprägt. In den Fächern Chemie und Physik sind die geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschiede hingegen geringer.

Für die Ausprägung der Geschlechterdisparitäten sind in den naturwissenschaftlichen Fächern deutliche Schularteffekte zu verzeichnen: An den Gymnasien fällt der ins-

gesamt festgestellte Kompetenzunterschied zugunsten der Mädchen in allen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen um etwa 15 Punkte geringer aus als an den sonstigen Schularten. Die für die Population der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler berichteten mittleren Kompetenzunterschiede zwischen den Geschlechtern können teilweise der Unterrepräsentation der Jungen am Gymnasium kombiniert mit der unterschiedlichen unterrichtlichen Ausgestaltung zugeschrieben werden. Inwieweit eine geringere Bildungsbeteiligung der Jungen am Gymnasium die Folge von Leistungsunterschieden zum Ende der Primarstufe ist, lässt sich mit Hilfe der vorliegenden Daten jedoch nicht beantworten.

Eine Aufschlüsselung der Geschlechterunterschiede nach Ländern ergibt größtenteils einheitliche Ergebnisse. Lediglich in Brandenburg, Sachsen und Thüringen erzielen die Jungen in gleich mehreren Teilbereichen bessere naturwissenschaftliche Kompetenzen, als dies aufgrund der bundesweit ermittelten Geschlechterunterschiede zu erwarten gewesen wäre.

Abschließend sei nochmals darauf verwiesen, dass die Differenzen trotz der teilweise signifikanten geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschiede gering sind und sich die Kompetenzverteilungen von Mädchen und Jungen zu großen Teilen überlappen. Im Sinne einer optimalen Förderung ist es wichtig, die Wirkweise von vermittelnden Faktoren zu kennen, zu denen auch motivationale Merkmale der Schülerinnen und Schüler gehören. Ob diese Geschlechterunterschiede im schulischen Unterricht beispielsweise durch monoedukativen Unterricht aktiv in den Vordergrund gerückt werden oder explizit nicht thematisiert werden, um den „Faktor Geschlecht“ stärker zu „entdramatisieren“, hängt vom verfolgten Unterrichtskonzept und seiner konkreten Ausgestaltung ab. Ziel sollte eine optimale Förderung jedes Einzelnen unabhängig vom Geschlecht sein.

	Biologie		Chemie		Physik	
	F	E	F	E	F	E
Baden-Württemberg	-33	-27	-18	-19	-8	-17
Bayern	-30	-27	-9	-20	-3	-15
Berlin	-23	-19	-7	-5	0	-10
Brandenburg	-10	-4	9	22	21	21
Bremen	-19	-17	-9	-9	2	4
Hamburg	-15	-19	-7	-6	0	-4
Hessen	-21	-28	-5	-16	-4	-1
Mecklenburg-Vorpommern	-18	-19	-1	0	2	-4
Niedersachsen	-23	-34	-12	-10	-2	-14
Nordrhein-Westfalen	-9	-14	-2	0	10	-3
Rheinland-Pfalz	-31	-25	-10	-13	1	-7
Saarland	-26	-27	-3	-5	-9	-8
Sachsen	-13	-6	-2	8	7	11
Sachsen-Anhalt	-17	-10	-11	-7	-2	-6
Schleswig-Holstein	-14	-14	-8	-5	3	-4
Thüringen	-11	-12	12	5	9	3
Deutschland	-22	-22	-8	-10	0	-8

Tabelle 12: Geschlechtsbezogene Unterschiede in den naturwissenschaftlichen Fächern nach Ländern

Angegeben ist die Differenz zwischen der mittleren Leistung der Jungen und der Mädchen. Bei positiven Zahlen haben also die Jungen bessere Leistungen erzielt.

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Soziale Disparitäten

Die Ergebnisse internationaler und nationaler Schulleistungsstudien der vergangenen Jahre haben wiederholt und konsistent gezeigt, dass die schulische Kompetenzentwicklung und Bildungslaufbahn von Schülerinnen und Schülern mit ihrer sozialen Herkunft zusammenhängen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass sich Kinder und Jugendliche, die in unterschiedlichen sozialen, kulturellen und ökonomischen Verhältnissen aufwachsen, auch in den bildungsbezogenen Ressourcen und Lerngelegenheiten unterscheiden, die ihnen zur Verfügung stehen.

Diese differenziellen Ausgangsvoraussetzungen können sich wiederum in sozialen Ungleichheiten im Kompetenzerwerb und in Bildungsentscheidungen niederschlagen, die auch als soziale Disparitäten bezeichnet werden.

Theoretisch wird zur Erklärung der Kopplung von sozialer Herkunft einerseits und schulischer Leistung sowie der Beteiligung an höheren Bildungsgängen andererseits mit primären und sekundären Effekten der sozialen Schichtzugehörigkeit erklärt.

- *Primäre Effekte* sozialer Herkunft entstehen demzufolge dadurch, dass die Verfügbarkeit ökonomischer und kultureller Ressourcen einer Familie in hohem Maße von ihrer Zugehörigkeit zu einer sozialen Schicht abhängt. Dies wiederum beeinflusst über Anregungs- und Unterstützungsmöglichkeiten im Elternhaus, aber auch über die sozialschichtabhängige Nutzung schulischer Angebote und Ressourcen die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Primäre Herkunftseffekte zeigen sich darin, dass Schülerinnen und Schüler in Abhängigkeit von ihrer sozialen Herkunft unterschiedliche Kompetenzniveaus erreichen. Diese Unterschiede in der Kompetenzentwicklung schlagen sich auch in den Schulnoten nieder, die wiederum eine wichtige Grundlage für Entscheidungen bei Übergängen im Bildungssystem und damit für die Beteiligung an den verschiedenen Bildungsgängen bilden.
- *Sekundäre Herkunftseffekte* hingegen beeinflussen Bildungsentscheidungen und -beteiligung unabhängig vom Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler durch sozialschichtspezifische Erwartungen und Ziele für Bildung und Beruf. So hat sich gezeigt, dass – selbst bei gleichem Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler – sozial besser gestellte Familien sich eher dafür entscheiden, ihre Kinder auf das Gymnasium zu schicken, als Familien mit niedrigerem Sozialstatus.

Im internationalen Vergleich betrachtet ist in der Sekundarstufe I eine Kopplung der sozialen Herkunft von Schülerinnen und Schülern an die von ihnen erreichten Kompetenzen in allen an PISA teilnehmenden OECD-Staaten zu beobachten, im Rahmen von PISA 2000 war dieser Zusammenhang jedoch in Deutschland besonders stark ausgeprägt. Diese sehr enge Kopplung in Deutschland hat sich mittlerweile abgeschwächt und liegt seit PISA 2006 auf durchschnittlichem OECD-Niveau.

Auch die Befunde nationaler Schulleistungsstudien, wie etwa der Erweiterungsstudien zu PISA 2000, 2003 und 2006, die – wie der vorliegende Ländervergleich 2012 – mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen im Ländervergleich untersuchten, wiesen darauf hin, dass Schülerinnen und Schüler, deren Eltern über eine höhere berufliche Qualifikation verfügen, deutlich höhere Kompetenzstände erreichen als Schülerinnen und Schüler mit geringer qualifizierten Eltern. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen weiterhin die IQB-Ländervergleichsstudien 2009 in der Sekundarstufe I und 2011 in der Primarstufe, die ebenfalls belegten, dass die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit ihrer sozialen Herkunft verknüpft sind.

Ein Maß zur Bestimmung von Effekten der sozialen Herkunft basiert auf einer Klassifikation der Elternhäuser hinsichtlich ihrer beruflichen Tätigkeiten, die auch qualitative Unterschiede zwischen den verschiedenen Berufsgruppen berücksichtigt. Dabei werden die Berufe anhand der Art der jeweiligen Tätigkeiten (manuell, nicht manuell, landwirtschaftlich), der beruflichen Stellung (selbstständig, abhängig beschäftigt), der Weisungsbefugnis (keine, geringe, große) sowie der erforderlichen Qualifikation (keine, niedrig, hoch) bewertet und sieben Klassen zugeordnet. Die Klassifikation reicht von der „oberen Dienstklasse“ (Klasse I) bis zu „un- und angelernten Arbeitern“ (Klasse VII). Wiederum wird in den Analysen als Indikator für die soziale Herkunft der einzelnen Schülerinnen und Schüler die höchste Klasse der jeweiligen Berufe ihrer Eltern herangezogen.

Mit dem Ziel, den Grad der sozialen Disparitäten im Kompetenzerwerb auf der Basis der Klassifikation effizient und anschaulich zu bestimmen, werden Extremgruppen gebildet und die durchschnittlichen Kompetenzwerte beider Gruppen miteinander verglichen:

- In der ersten Extremgruppe 1 (Klassen I und II) werden Schülerinnen und Schüler zusammengefasst, deren Eltern beispielsweise dem mittleren Management angehören oder Beamte im mittleren, gehobenen beziehungsweise höheren Dienst sind.
- Die zweite Extremgruppe 2 (Klassen V bis VII) umfasst Schülerinnen und Schüler, deren Eltern zum

Beispiel Vorarbeiter, Meister oder Techniker in manuellen Arbeitsprozessen sind oder Dienstleistungstätigkeiten mit manuellem Charakter und geringem Anforderungsniveau ausüben.

Anhand der Einteilung wird bestimmt, inwieweit sich die Leistungen von Jugendlichen in Abhängigkeit davon unterscheiden, ob ihre Eltern hoch oder niedrig qualifizierten Berufsgruppen zuzuordnen sind.

	Biologie		Chemie		Physik	
	F	E	F	E	F	E
	E1–E2	E1–E2	E1–E2	E1–E2	E1–E2	E1–E2
Sachsen-Anhalt	77	64	70	57	69	55
Deutschland	72	74	70	73	72	74

Tabelle 13: Differenz zwischen den erreichten Ergebnissen der Extremgruppen E1 und E2
F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse der Extremgruppen sind diejenigen Länder auffällig, in denen beide Extremgruppen überdurchschnittlich hohe Kompetenzwerte erzielen.

In *Biologie Fachwissen* betrifft dies alle ostdeutschen Flächenländer, in *Biologie Erkenntnisgewinnung* Sachsen, Sachsen-Anhalt sowie Thüringen. In diesen Ländern erreichen Schülerinnen und Schüler beider Extremgruppen im Vergleich zum jeweiligen Gruppenmittelwert für Deutschland insgesamt überdurchschnittliche Leistungen, was darauf hinweist, dass die Bedingungen des Kompetenzerwerbs sowohl für besser gestellte Jugendliche als auch für Jugendliche aus sozial schwachen Familien hier besonders günstig sind.

Auch im Fach Chemie unterscheiden sich die Kompetenzen in beiden getesteten Kompetenzbereichen in den Ostländern weniger als im gesamten Bundesgebiet. Für beide Extremgruppen signifikant positiv vom jeweiligen deutschen Gesamtwert der betrachteten Klasse abweichende Werte sind im Kompetenzbereich *Fachwissen*

wiederum in allen ostdeutschen Flächenländern sowie in *Erkenntnisgewinnung* für Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zu verzeichnen.

Die Unterschiede zwischen den Extremgruppen zeigen sich ebenfalls im Fach Physik. In Sachsen-Anhalt ist der Kompetenzunterschied in *Physik Erkenntnisgewinnung* zwischen den beiden Extremgruppen signifikant geringer als in Deutschland insgesamt. Wieder vor allem in den ostdeutschen Flächenländern erreichen beide Extremgruppen in *Physik Fachwissen* überdurchschnittliche Ergebnisse. Mit Ausnahme von Brandenburg, wo lediglich die Kinder von Eltern der oberen Klassen I und II überdurchschnittlich abschneiden, weisen in allen anderen ostdeutschen Flächenländern beide Schülergruppen Kompetenzstände auf, die signifikant über dem jeweiligen Gesamtmittelwert für Deutschland liegen. In *Physik Erkenntnisgewinnung* zeichnen sich Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen durch überdurchschnittliche Leistungen der Schülerinnen und Schüler beider Klassen aus.

Auch wenn im Vergleich zu Mathematik die mittleren Differenzen zwischen den Extremgruppen in den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen eher geringer ausfielen, waren diese doch ebenfalls beträchtlich. So entsprechen die Unterschiede zwischen den beiden Extremgruppen in den Naturwissenschaften, die bei etwa 70 Punkten lagen, einem Leistungsvorsprung von zwei bis drei Schuljahren zugunsten der Schülerinnen und Schüler mit einem hohen Sozialstatus, wenn man einen durchschnittlichen jährlichen Leistungszuwachs von 25 bis 30 Punkten zugrunde legt.

Die Effekte der sozialen Herkunft den naturwissenschaftlichen Fächern demnach deutlich ausgeprägt.

Anhand der Daten des Ländervergleichs 2012 wurde erneut festgestellt, dass nach wie vor ausgeprägte (wenn auch zu den vorangegangenen Test abgeschwächte) soziale Disparitäten in den schulischen Leistungen bestehen. Die mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern sind weiterhin in relativ starkem Maße von der sozialen Lage der Familien abhängig, wobei die Ausprägung dieses Zusammenhangs zwischen den Ländern variiert. Ziel bildungspolitischer und schulpraktischer Bemühungen sollte es daher auch künftig sein, Bedingungen zu schaffen, die langfristig zur Verringerung sozialer Disparitäten beitragen und Schülerinnen und Schülern unabhängig von ihrer sozialen Ausgangslage möglichst gute Entwicklungschancen bieten.

Motivationale Schülermerkmale als Bildungsziel

Der Erwerb schulbezogener Kompetenzen ist immer auch mit Einstellungen, Werten und Motiven verknüpft. Neben

Wissen und Fähigkeiten sollen deshalb durch Unterricht auch motivationale Aspekte schulischer Kompetenzen gefördert werden, die damit selbst zu wichtigen Zielgrößen des Bildungssystems werden. Motivationale Schülermerkmale sind aber nicht nur Ergebnisse von Bildungsprozessen, die an sich relevant sind, sondern sie beeinflussen ihrerseits auch den Erwerb von kognitiven Kompetenzen. Daher bezieht beispielsweise die OECD in ihren Analysen zur Bewertung von Bildungssystemen motivationale Indikatoren mit ein.

Im Ländervergleich 2012 wurden zwei wichtige motivationale Aspekte von Bildungserfolg genauer betrachtet: das Selbstkonzept und das Interesse.

Unter dem fachbezogenen schulischen Selbstkonzept versteht man die eigenen Fähigkeitseinschätzungen einer Schülerin beziehungsweise eines Schülers in einem bestimmten Schulfach, also das Vertrauen in die eigenen, fachspezifischen Fähigkeiten. Das fachbezogene Interesse äußert sich durch anhaltende Wertschätzung und positive Emotionen gegenüber fachlichen Inhalten und der Beschäftigung mit diesen Inhalten. Nach dieser Definition würde eine Schülerin oder ein Schüler mit einem hohen Interesse an Biologie sowohl die Inhalte des Fachs als reizvoll und wichtig beurteilen als auch Freude an der Beschäftigung mit biologischen Themen haben. Neben mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen sind ein positives Selbstkonzept und ein anhaltendes fachliches Interesse erforderlich, damit Schülerinnen und Schüler extracurricularen und außerschulischen Aktivitäten in mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichen nachgehen und die im Unterricht erworbenen Kompetenzen im Alltag erproben und anwenden.

		Selbstkonzept			Interesse		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
Biologie	Sachsen-Anhalt	13 %	36 %	52 %	22 %	41 %	37 %
	Deutschland	14 %	39 %	47 %	31 %	38 %	31 %
Chemie	Sachsen-Anhalt	32 %	34 %	33 %	46 %	33 %	21 %
	Deutschland	39 %	36 %	35 %	44 %	31 %	25 %
Physik	Sachsen-Anhalt	29 %	41 %	30 %	46 %	32 %	22 %
	Deutschland	31 %	37 %	32 %	50 %	28 %	22 %

Tabelle 14: Prozentualer Anteil der Schülerinnen und Schüler im Schuljahrgang 9

Die Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2012 für die motivationalen Merkmale weisen darauf hin, dass in allen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern ein erheblicher Anteil an Schülerinnen und Schülern über ein hohes Selbstkonzept und ein hohes Interesse verfügt. Diese Jugendlichen besitzen somit gute Voraussetzungen für den weiteren fachlichen Kompetenzerwerb.

Zwischen den Fächern zeigen sich allerdings systematische Unterschiede; so sind die Fächer Biologie und Mathematik vergleichsweise beliebt, wohingegen das Interesse an Chemie und Physik geringer ausfällt. Auch die Selbstkonzeptwerte sind in Physik im Schnitt am niedrigsten. In Übereinstimmung mit bereits vorliegenden Befunden anderer großer Schulleistungsstudien besitzt zudem ein erheblicher Anteil – je nach Fach mindestens ein Fünftel – der Schülerinnen und Schüler nur geringes Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und ein schwach ausgeprägtes fachliches Interesse.

Bemerkenswert ist, dass Schülerinnen und Schüler in Ländern, die im Schnitt höhere Kompetenzwerte aufweisen,

nicht automatisch ein höheres durchschnittliches Selbstkonzept oder Interesse zeigen, was auf den ersten Blick der Annahme eines förderlichen Effekts motivationaler Schülermerkmale auf die Kompetenzentwicklung zu widersprechen scheint. Als Erklärung für diesen scheinbar paradoxen Befund kommen Referenzrahmeneffekte in Betracht. Demnach beruht die Selbsteinschätzung von Schülerinnen und Schülern nicht ausschließlich auf ihrer eigenen Leistung, sondern berücksichtigt auch die Leistung ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler sowie anderer Gleichaltriger. Ist der Kompetenzstand in einer Klasse oder einer Schule vergleichsweise hoch, ist auch der Maßstab, anhand dessen die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Kompetenzen einschätzen, vergleichsweise hoch. Solche Effekte haben zur Folge, dass Unterschiede im Selbstkonzept und Interesse auf aggregierter Ebene, also etwa zwischen Klassen, Schulen oder Ländern, relativ gering ausfallen, da mit steigender durchschnittlicher Kompetenz auch der Vergleichsmaßstab steigt.

3 VERGLEICH SARBEITEN IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN IN SACHSEN-ANHALT

3.1 ANLIEGEN UND KONSTRUKTION DER VERGLEICH SARBEITEN

Seit 2004 werden in Sachsen-Anhalt landesweite Vergleichsarbeiten Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I mit folgenden Zielen durchgeführt:

- Verdeutlichung der in den Fachlehrplänen und Rahmenrichtlinien formulierten Anforderungen in Aufgaben
- Orientierung geben für Forderungen im Unterricht und in Leistungserhebungen sowie Abstimmung dieser Forderungen mit anderen Lehrkräften
- Vergleich der Ergebnisse des eigenen Unterrichts

mit den Ergebnissen an der Schule und im Land und ggf. Ableitung entsprechender Schlussfolgerungen

- Anregungen geben für die Formulierung und Gestaltung von Aufgaben unter Berücksichtigung vielfältiger Gesichtspunkte (z. B. zu überprüfende Kompetenzen, Anforderungsbereiche, Antwortformate, Materialeinbindung)

Für diese Vergleichsarbeiten wurden verschiedene Varianten erprobt (vgl. Tabelle 15), um ein optimales Verhältnis von Aufwand der Datenerhebung und Nutzung der Aussagen zu erreichen.

Varianten	Jahr	Fächer	Aufgabenformate	Umfang	Schuljahrgang
1	2004	Biologie, Physik, Geographie	Einzelaufgaben	45 min	7
	2005				
2	2007	Physik	UNITs	45 min	8
	2008	Chemie			
	2009	Biologie			
3	2011	Biologie, Chemie, Physik	UNITs	90 min	8

Tabelle 15: Übersicht über die Vergleichsarbeiten Naturwissenschaften¹¹

Ein Ausgangspunkt aller dieser Vergleichsarbeiten war der Gedanke, dass in den Fächern Biologie, Chemie und Physik an der Entwicklung vergleichbarer Kompetenzen gearbeitet wird, dazu gehören insbesondere

- das Beschreiben von Phänomenen aus Natur und Technik,
- das Planen und Auswerten von Experimenten,
- die Ermittlung und Bewertung von Informationen aus Texten bzw. dem Tafelwerk oder aus Tabellen oder grafischen Darstellungen.

Gemeinsam war dabei auch immer das Anliegen, die Lehrkräfte der drei naturwissenschaftlichen Fächer zur abgestimmten Arbeit an ihren Schulen anzuregen und dabei die Ergebnisse der Vergleichsarbeit zielgerichtet zu nutzen.

Bei der **Variante 1** waren die Anzahl der fachspezifischen Aufgabenstellungen so gering, dass daraus nur wenige Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des Unterrichts in den Einzelfächern Biologie, Physik oder Geographie abgeleitet werden konnten. Die für alle drei Fächer bedeutsamen Erkenntnisse wurden in den Ergebnisberichten und Fortbildungen nicht so dargestellt, dass eine kooperative Nutzung an den Schulen erfolgte. Deshalb wurden in **Variante 2** die oben dargestellten allgemeinen naturwissenschaftlichen Kompetenzen an Fachinhalten jeweils eines naturwissenschaftlichen Faches getestet. Die Aussagen bez. des Einzelfaches waren nun differenzierter und wurden von vielen Lehrkräften dieses Faches genutzt.

¹¹ Die Aufgabenstellungen und Ergebnisse dieser Vergleichsarbeiten sind zu finden unter:

http://www.bildung-lsa.de/unterricht/zentrale_leistungserhebungen_zentrale_klassenarbeiten_vergleichsarbeiten___/vergleichsarbeiten.html

Dies wurde auch mit landesweiten und regionalen Fortbildungen unterstützt. Der Transfer fächerübergreifender Erkenntnisse zu den Lehrkräften der beiden anderen Fächer wurde jedoch nicht zielgerichtet organisiert. Ab dem Schuljahr 2010/11 wurde eine **Variante 3** entwickelt, die im Umfang und in der Struktur die Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen des Ländervergleichs 2012 vorbereitet. Diese Vergleichsarbeit

und die weiteren bestehen aus je einer UNIT mit einer Bearbeitungszeit von ca. 20 Minuten zu den Fächern Biologie, Chemie und Physik sowie eine weitere UNIT zu einem komplexen Thema mit einer Bearbeitungszeit von ca. 30 Minuten. Dabei werden bestimmte allgemeine naturwissenschaftliche Kompetenzen wiederholt getestet und damit ein fächerübergreifender Vergleich möglich.

3.2 AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE IM ZEITLICHEN LÄNGSSCHNITT

Um Aussagen darüber treffen zu können, ob sich das Wissen und Können der Schülerinnen und Schüler über die Jahre verändert hat, ist es erforderlich, dass das Anspruchsniveau der Aufgaben vergleichbar ist. Bei internationalen Vergleichen (z. B. PISA) und beim Ländervergleich des IQB erfolgt das u. a. dadurch, dass immer dieselben Aufgaben verwendet werden. Darum müssen die Aufgaben in der Regel geheim gehalten werden. Die diese Tests Durchführenden kommen an die Schule, führen den Test unter genormten Bedingungen durch, sammeln die Testhefte sofort wieder ein, werten diese nach genauen Anweisungen und vorheriger Schulung aus.

Die Lehrkräfte an den Schulen erfahren also weder, welche Aufgaben eingesetzt wurden, noch, wie erfolgreich ihre Schülerinnen und Schüler waren und welche konkreten Schwierigkeiten sie hatten.

Da bei den Vergleichsarbeiten Naturwissenschaften die Lehrkräfte aus den Ergebnissen ihrer Schülerinnen und Schüler sowie den Landesergebnissen Schlussfolgerungen für ihren Unterricht ableiten sollen, ist das oben beschriebene Verfahren nicht gewollt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, für jede Vergleichsarbeit neue Aufgaben zu erarbeiten. Die Konstruktion der Aufgaben erfolgt

dabei unter folgenden Aspekten:

- Ein Teil der Aufgaben soll immer wieder die allgemeinen naturwissenschaftlichen Kompetenzen prüfen, wie Planen und Auswerten von Experimenten, Beschreiben von Beobachtungen, Erschließen von Informationen aus Sachtexten, Abbildungen oder Diagrammen.
- Das gewollt unterschiedliche Anspruchsniveau der Aufgaben wird anhand der Kriterien Kompliziertheit des zu bearbeitenden Gegenstandes und Komplexität der Handlung ermittelt und durch Erprobung in mehreren Klassen im Vorjahr konstruiert.
- Die fachlichen Inhalte werden möglichst ohne Wiederholung aus dem Unterricht der Schuljahrgänge 5 bis 8 gewählt.

Damit ist verständlich, dass die Aufgaben und die Ergebnisse der einzelnen Vergleichsarbeiten nur bedingt untereinander vergleichbar sind.

Anhand ausgewählter Anforderungen soll verdeutlicht werden, dass prinzipielle Schwächen sehr stabil sind und ihre Überwindung einen erheblichen Übungsaufwand erfordert.

BEOBSACHTEN UND ERKLÄREN NATURWISSENSCHAFTLICHER PHÄNOMENE

Eine der wichtigsten Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht erwerben sollen, ist das Beobachten von Phänomenen und deren exakte Beschreibung. Deshalb wurden in die Vergleichsarbeiten Zeichnungen und/oder Fotografien aufgenommen, die zu beschreiben waren. Dies waren zum einen Abbildungen von Zuständen (vgl. Abbildung 1), zum anderen Bildfolgen für zeitliche Veränderungen (vgl. Abbildung 2).

Es wird deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums dieser (relativ einfachen) Anforderung auf hohem Niveau gerecht werden, die Lernenden an der Sekundarschule noch Reserven haben, die zum Teil auch in dem weniger gut ausgeprägten Sprach- und Schreib-

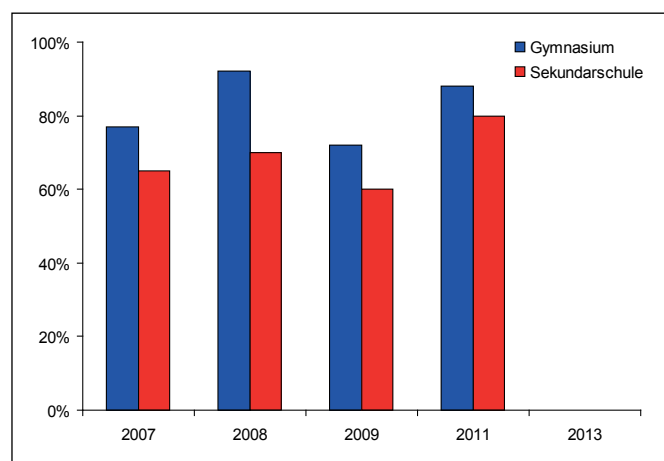


Abbildung 1: Mittelwerte der durchschnittlichen Erfüllung von Aufgaben zur „Beschreibung eines Zustandes“ (In der Vergleichsarbeit 2013 wurde eine solche Aufgabe nicht gestellt.)

vermögen liegen. In beiden Schulformen werden insbesondere weniger auffällige Sachverhalte, die aber für das Verständnis des Phänomens von Bedeutung sind, häufig übersehen.

Die Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler bei Aufgaben zur Beschreibung von Vorgängen sind höher als bei Aufgaben zur Beschreibung von Zuständen, da Bilder einer Bildfolge miteinander verglichen und wesentliche Veränderungen erkannt werden müssen.

Deshalb ist nicht verwunderlich, dass die Ergebnisse schlechter ausfallen. Dennoch ist ein positiver Trend in beiden Schulformen sichtbar.

Das naturwissenschaftliche Wissen der Schülerinnen und Schüler ist flexibel anwendbar, wenn sie (für sie unbekannte) Phänomene auf ihnen bekannte naturwissenschaftliche Zusammenhänge zurückführen, also sie erklären können.

Deshalb spielen Aufgaben zur Überprüfung dieser Kompetenz in Vergleichsarbeiten eine bedeutende Rolle. Aus der Abbildung 3 wird deutlich, dass durchschnittlich nur jeder zweite Gymnasiast und nur jeder fünfte Sekundarschüler ihr Wissen flexibel auf neue Kontexte anwenden können. Dieser Zustand konnte seit Jahren nicht verbessert werden.

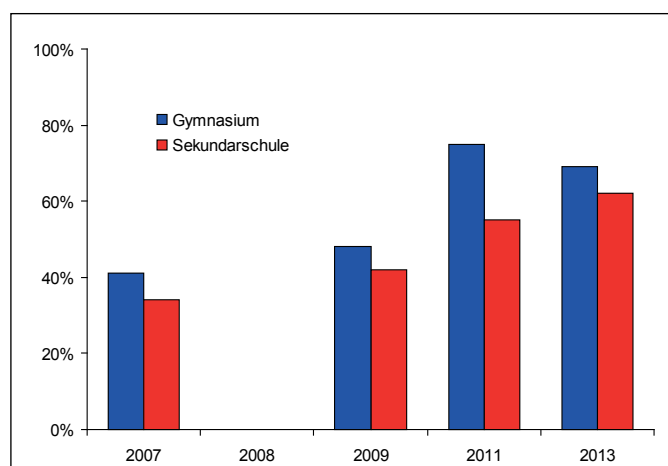


Abbildung 2: Mittelwerte der durchschnittlichen Erfüllung von Aufgaben zur „Beschreibung eines Vorganges“ (In der Vergleichsarbeit 2008 wurde eine solche Aufgabe nicht gestellt.)

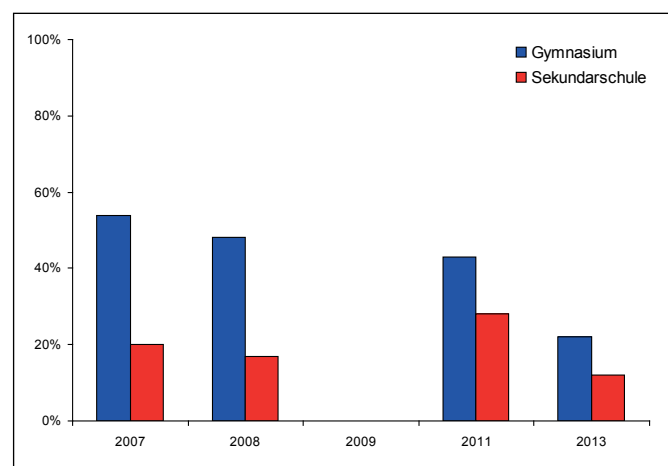


Abbildung 3: Mittelwerte der durchschnittlichen Erfüllung von Aufgaben zur „Erklärung eines Phänomens“ (In der Vergleichsarbeit 2009 wurde eine solche Aufgabe nicht gestellt.)

ARBEIT MIT DIAGRAMMEN

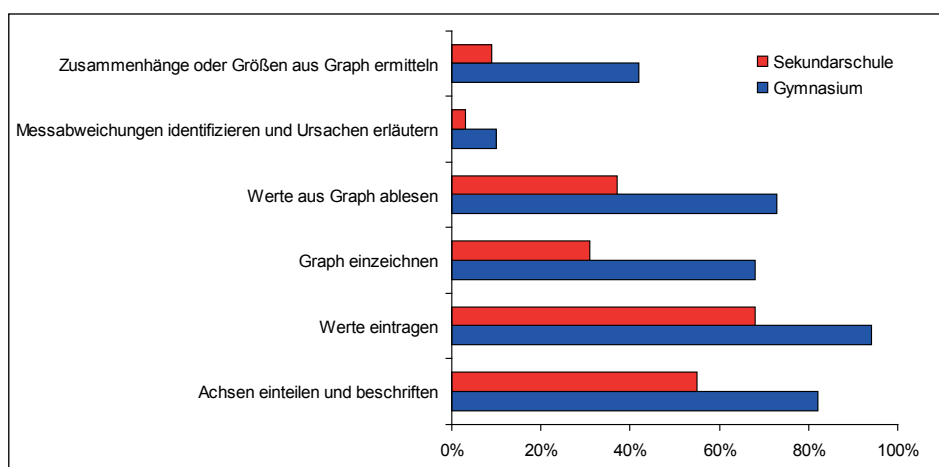


Abbildung 4: Mittelwerte der durchschnittlichen Erfüllung von Aufgaben zur Arbeit mit Diagrammen

In mehreren dieser Vergleichsarbeiten sollten die Schülerinnen und Schüler Ergebnisse von Experimenten, die als Messwerttabelle vorlagen, graphisch darstellen und auswerten.

Die Ergebnisse sind in den einzelnen Jahren sehr ähnlich, deshalb werden hier nur die langjährigen Mittelwerte dargestellt.

Einerseits können insbesondere die Schülerinnen und Schüler vom Gymnasium ihre im Mathematikunterricht erworbenen formalen

Fähigkeiten auf neuartige Sachverhalte übertragen, also die Art der Darstellung von Werten aus Tabellen in eine Grafik wechseln. Größere Probleme traten jedoch immer dann auf, wenn keine „geschönten“ Werte, sondern mit Messabweichungen behaftete verwendet wurden. Wahrscheinlich werden im Unterricht der Messprozess und die dabei notwendig auftretenden Messabweichungen, ihre Verringerung und ihre Berück-

sichtigung bei der Auswertung noch nicht nachhaltig thematisiert.

Andererseits gelingt es nur jeder zweiten Schülerin bzw. jedem zweiten Schüler am Gymnasium und nur jeder zehnten bzw. jedem zehnten an der Sekundarschule aus diesen Graphen Zusammenhänge (Proportionalitäten) oder physikalische Größen (Anstiege) begründet abzuleiten.

ARBEIT MIT SACHTEXTEN

In Vergleichsarbeiten mehrerer Jahre sollten die Schülerinnen und Schüler Sachtexte unter verschiedenen Aspekten bearbeiten. Diese Sachtexte hatten eine Länge von 250 bis 300 Wörtern, sie waren ohne Tabellen oder Bildelemente gestaltet und hatten unterschiedliche Themen der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler (Wald, Haustiere, Ernährung, Wohnungsbrand) zum Inhalt. Ein Aspekt betraf die Nutzung kommunikativer Kompetenzen, die die Schülerinnen und Schüler im Deutschunterricht erworben haben (vgl. Abbildung 5).

Dabei zeigt sich über die Jahre in vergleichbarer Weise, dass sowohl den Schülerinnen und Schülern an der Sekundarschule als auch am Gymnasium die Ermittlung offensichtlicher Einzelinformationen¹² gut gelingt. Das Auffinden von Information, die nicht so offensichtlich sind¹³, gelingt insbesondere an der Sekundarschule bedeutend schlechter. Die Grundideen der auszuwertenden Texte wurden von 80 % der Schülerinnen und Schüler am Gymnasium, aber nur von ca. 60 % an der Sekundarschule treffend erfasst¹⁴. Damit entsprechen die Ergebnisse der Vergleichsarbeiten den Ergebnissen

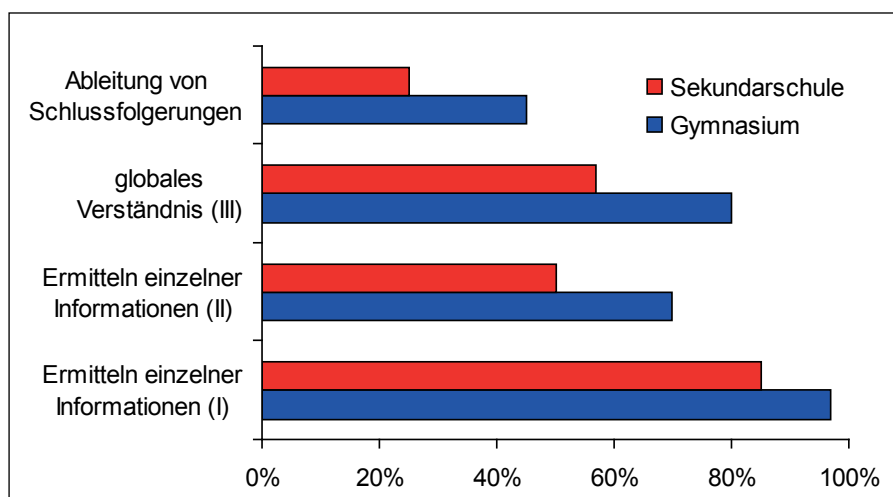


Abbildung 5: Mittelwerte der durchschnittlichen Erfüllung von Aufgaben zur Arbeit mit Sachtexten (Dabei bedeuten (I) offensichtliche Informationen und (II) versteckte Informationen.)

des Ländervergleichs „Sprachliche Kompetenzen“¹⁵. Dies spricht u. a. für die Qualität der Aufgabenkonstruktion der Vergleichsarbeiten.

Ein zweiter Aspekt betrifft die Verarbeitung der im Sachtext dargestellten fachlichen Informationen. Insbesondere beim Ableiten von Schlussfolgerungen aus den in den Texten jeweils dargestellten Sachverhalten zeigen sich sowohl am Gymnasium als auch an der Sekundarschule noch Defizite.

¹² Solche Aufgabenstellungen würden im Ländervergleich der sprachlichen Kompetenzen für das Lesen Deutsch in die Kompetenzstufe I eingeordnet werden, die noch als unterhalb des Mindeststandards liegend festgelegt wurde (vgl. /14/, S. 37).

¹³ Diese Aufgabenstellungen entsprechen der Kompetenzstufe II (Mindeststandards) des Ländervergleichs (vgl. /14/, S. 38).

¹⁴ Diese Aufgabenstellungen spiegeln die Kompetenzstufe III (Regelstandards) im Ländervergleich wider (vgl. /14/, S. 38).

¹⁵ Vergleiche dazu die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen (vgl. /14/, S. 166).

3.3 NUTZUNG DER ERGEBNISSE DURCH DIE LEHRKRÄFTE – ERKENNTNISSE AUS EINER BEGLEITUNTERSUCHUNG

Da sowohl die Bearbeitung als auch die Auswertung der Vergleichsarbeiten für alle Beteiligten ein aufwändiges Verfahren ist, ist es von Interesse zu erfahren, ob die erhofften Wirkungen auch eintreten. Deshalb hat das Kultusministerium das LISA mit einer Begleituntersuchung beauftragt.

Ziel dieser Untersuchung war es, am Beispiel der Vergleichsarbeit Naturwissenschaften Antwort auf die folgenden Fragen zu finden:

- (1) Welche grundsätzliche Einstellung haben die Lehrkräfte zu Vergleichsarbeiten?
- (2) Wie schätzen die Lehrkräfte die Forderungen der Vergleichsarbeit ein?
- (3) Welcher zusätzliche Arbeitsaufwand ergibt sich durch die Vergleichsarbeit für die beteiligten Lehrkräfte?
- (4) Wie schätzen die Lehrkräfte die Brauchbarkeit des zentralen Auswertungsberichts ein?
- (5) Wie und durch wen werden die Ergebnisse der Vergleichsarbeit an der Schule genutzt?

3.3.1 ANLAGE DER BEGLEITUNTERSUCHUNG

Um ein umfassendes Meinungsbild zu erfassen, wurde entschieden, eine schriftliche Befragung von Lehrkräften der Fächer Biologie, Chemie und Physik durchzuführen. Dafür wurde eine repräsentative Stichprobe ausgewählt: 40 Sekundarschulen (26 % aller Sekundarschulen),

18 Gymnasien (28 % aller Gymnasien) und zwei von sechs Gesamtschulen.

Die Befragung wurde in drei Phasen mit jeweils spezifischen Schwerpunkten durchgeführt (vgl. Tabelle 16).

Zeitpunkt	Beteiligung		Schwerpunkte
09/2010	Veröffentlichung einer Beispiel-Vergleichsarbeit und Hinweisen zur Vorbereitung auf dem Bildungsserver		
10/2010 Phase 1	40 Sekundarschulen	133 Lehrkräfte ¹⁾	- Bemühungen zur Entwicklung der Aufgabenkultur - Nutzung der bereitgestellten Materialien - Einstellungen zu Vergleichsarbeiten
	18 Gymnasien	102 Lehrkräfte ¹⁾	
	2 Gesamtschulen	11 Lehrkräfte ¹⁾	
03/2011	Schreibtermin für Vergleichsarbeit		
03/2011 Phase 2	34 Sekundarschulen	pro Schule wurde ein Fragebogen von den betroffenen Lehrkräften ¹⁾ gemeinsam ausgefüllt	- Einschätzung der Forderungen der Vergleichsarbeit - zeitlicher Aufwand - Vorhaben zur Weiterarbeit
	15 Gymnasien		
	0 Gesamtschulen		
06/2011	Veröffentlichung der Auswertungsberichte		
09/2011 Phase 3	36 Sekundarschulen	195 Lehrkräfte ²⁾	- Kenntnis und Einschätzung des Auswertungsberichts - Vorhaben zur Weiterarbeit - Einstellungen zu Vergleichsarbeiten
	18 Gymnasien	143 Lehrkräfte ²⁾	
	2 Gesamtschulen	22 Lehrkräfte ²⁾	

Tabelle 16: Übersicht über die Phasen der Befragung der Lehrkräfte

Legende: 1) Lehrkräfte, die im Schuljahr 2010/11 in einer 8. Klasse Biologie, Chemie und/oder Physik unterrichteten, also unmittelbar mit der Vergleichsarbeit befasst waren
2) Lehrkräfte, die Biologie, Chemie und/oder Physik unterrichten, unabhängig davon, ob sie im Schuljahr 2010/11 im Schuljahrgang 8 Unterricht hatten

Die Darstellung der detaillierten Ergebnisse der drei Befragungen einschließlich der eingesetzten Fragebögen ist auf dem Bildungsserver von Sachsen-Anhalt nachzulesen (vgl. /13/).

Durch die Wahrung der Freiwilligkeit der Teilnahme und der Anonymität der befragten Lehrkräfte war für diese Untersuchung eine Zuordnung der Befragungsergebnisse zu den Ergebnissen der Vergleichsarbeit nicht möglich.

3.3.2 ERKENNTNISSE

EINSTELLUNGEN DER LEHRKRÄFTE ZU VERGLEICH SARBEITEN

Die gegebenen Antworten auf Fragen zu Einstellungen der Lehrkräfte zu Vergleichsarbeiten weisen auf eine geteilte Lehrerschaft hin:

- Ungefähr die Hälfte bescheinigt Vergleichsarbeiten einen Nutzen für die eigene Arbeit.
- Ein großer Teil sieht die Vergleichsarbeiten aber eher skeptisch.

Die Untersuchung zeigt darüber hinaus, dass die Haltung zur Vergleichsarbeit positiver ist, wenn die jeweilige Lehrkraft

- im Unterricht eine große Aufgabenvielfalt nutzt,
- sich mit den niveaubestimmenden Aufgaben auseinandersetzt und daraus eigene Aufgaben entwickelt,
- sich mit den veröffentlichten Materialien zur Vergleichsarbeit beschäftigt hat.

Außerdem ergab die Untersuchung, dass die allgemeine Anerkennung und Wertschätzung von Vergleichsarbeiten bei den Lehrkräften der Gesamtschulen und Sekundarschulen deutlich größer ist als bei den Lehrkräften an Gymnasien.

Die generelle Einstellung der Lehrkräfte zu Vergleichsarbeiten ist positiver, wenn sie über die Ergebnisse des Landes und der eigenen Schule informiert sind und diese Ergebnisse für den eigenen Unterricht nutzen.

Der Auffassung von 79 % aller befragten Lehrkräfte, dass das Ergebnis von Vergleichsarbeiten wenig über die Qualität des konkreten Unterrichts in einer Klasse aussagt, ist grundsätzlich zuzustimmen.

Damit die Lehrkräfte die Ergebnisse von Vergleichsarbeiten für die Unterrichtsentwicklung gezielter nutzen können, sind die jeweiligen Bedingungen an dieser Schule und in den einzelnen Klassen zu berücksichtigen (z. B. Anzahl von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund, längerer Unterrichtsausfall). Ein solcher Vergleich der Ergebnisse der Einzelklasse mit dem Landesdurchschnitt unter Berücksichtigung der Lernbedingungen (ein so genannter „fairer Vergleich“) wurde nicht durchgeführt.

EINSCHÄTZUNG DER FORDERUNGEN DER VERGLEICH SARBEIT

Die Einschätzung der 17 einzelnen Arbeitsaufträge in der Vergleichsarbeit 2011 ergab für das Kriterium Angemessenheit der Anforderungen folgendes Bild:

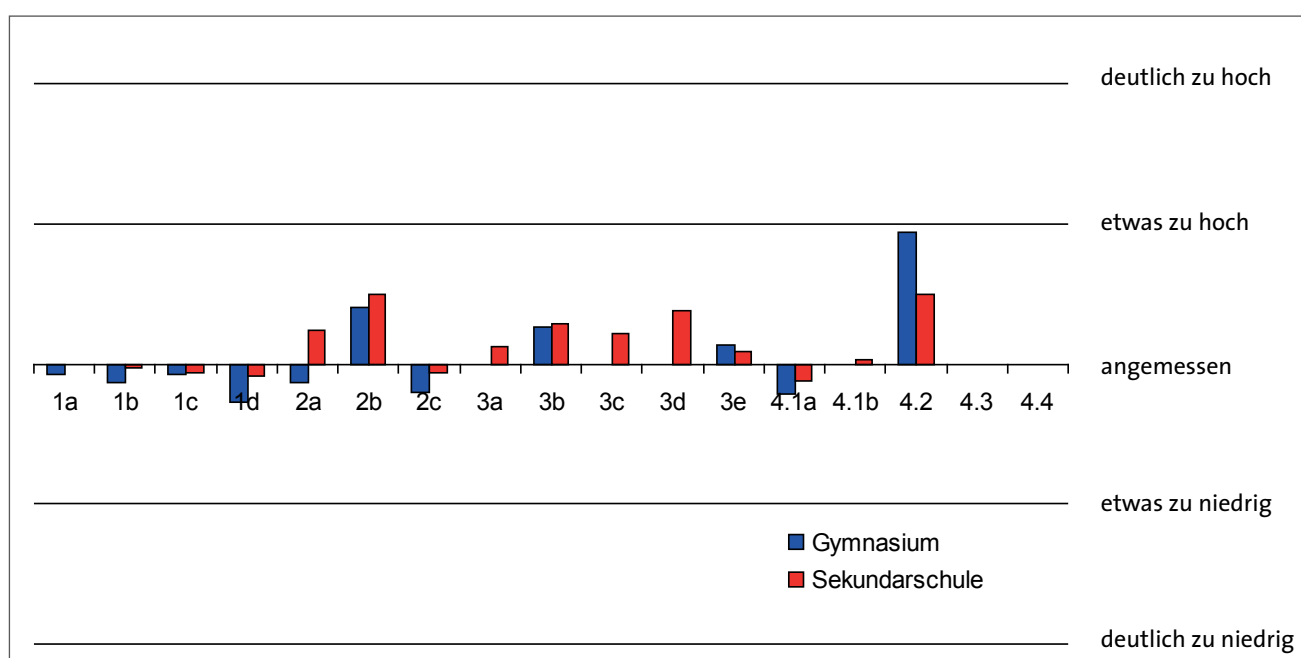


Abbildung 6: Einschätzung des Anforderungsniveaus der einzelnen Teilaufgaben (Befragung Phase 2, 15 Gymnasien und 34 Sekundarschulen)

Die Befragungsergebnisse zeigen auch eine insgesamt positive Einschätzung der Teilaufgaben der Schulen nach den Kriterien

- Aufgaben waren verständlich formuliert.
- Aufgaben prüften ausführlich behandelte Inhalte.
- Aufgaben prüften langfristig entwickeltes Können.

Die insgesamt positive Einschätzung der Teilaufgaben der Vergleichsarbeit durch die Lehrkräfte ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung:

- Sie erhöht sicherlich die Akzeptanz künftiger Vergleichsarbeiten in den Naturwissenschaften und damit die Wahrscheinlichkeit der Nutzung der Ergebnisse für die eigene Unterrichtsarbeit.
- Sie zeugt von einer guten Passung der Forderungen der Lehrkräfte in ihrem Unterricht (meist an sozialen Kriterien orientiert) mit den Forderungen der Vergleichsarbeit (orientiert an den Vorgaben der

Bildungspläne und der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss).

Bemerkenswert ist, dass eine Reihe von Sekundarschullehrkräften das Anforderungsniveau der Vergleichsarbeit geringer einschätzt als einige Gymnasiallehrkräfte. Aus den zusätzlich gemachten Anmerkungen und der Analyse von ca. 150 Originalarbeiten ist zu schließen, dass diese Verschiedenheit der Einschätzungen im Wesentlichen auf zwei Ursachen zurückgeführt werden kann:

- Die Bearbeitungszeit wird (unzulässigerweise) als Maß für die Schwierigkeit einer Aufgabe gedeutet: Je schneller Schülerinnen und Schüler eine Aufgabe bearbeiten, umso leichter muss diese gewesen sein.
- Die Akzeptanz ungenauer oder unvollständiger Schülerleistungen als korrekte Aufgabenbearbeitung.

ARBEITSAUFWAND DER LEHRKRÄFTE FÜR DIE VERGLEICH SARBEIT

Wenn die Zeit der Auseinandersetzung der Lehrkräfte mit den im Vorfeld veröffentlichten Materialien und die Zeit des Schreibens der Vergleichsarbeit nicht berücksichtigt werden, dann ergibt sich für folgende Tätigkeiten ein zusätzlicher zeitlicher Aufwand:

- **Korrektur** der einzelnen Schülerarbeiten unter vorheriger Auseinandersetzung mit den zentralen Vorgaben,

- **Erfassung** der Erfüllungssätze für jedes einzelne Item (z. B. mit der zur Verfügung gestellten Excel-Tabelle),
- Zusammenfassung der Ergebnisse pro Item für die ganze Schule und **Meldung** im elektronischen Formular an das LISA.

	Sekundarschulen	Gymnasien
Korrektur	$M_k = 4,2 \text{ h}$	$M_k = 4,8 \text{ h}$
Erfassung	$M_k = 1,8 \text{ h}$	$M_k = 1,4 \text{ h}$
Meldung	$M_s = 1,4 \text{ h}$	$M_s = 1,5 \text{ h}$

Tabelle 17: Mittlerer zeitlicher Aufwand der Lehrkräfte zur Korrektur, Datenerfassung und Ergebnismeldung (Befragung Phase 2, 15 Gymnasien und 34 Sekundarschulen)

Legende: M_k Mittelwert pro Klasse
 M_s Mittelwert pro Schule

Zur Unterstützung der Erfassung der Einzeldaten, der Zusammenfassung der Schulergebnisse und der Auswertung der Ergebnisse für die Einzelklasse sowie im Schulvergleich der Klassen wurde für die Vergleichsarbeit eine Excel-Tabelle zur Verfügung gestellt. Diese wurde

von 57 % der Sekundarschulen und 60 % der Gymnasien genutzt. Es hat sich allerdings gezeigt, dass diese Nutzung nicht in jedem Fall zu einer zeitlichen Verkürzung des Arbeitsaufwandes führt.

EINSCHÄTZUNG DES ZENTRALEN AUSWERTUNGSBERICHTS

Die zentralen, nach Schulformen differenzierten Auswertungsberichte sind sowohl von der Gliederung als auch der Art der Darstellung her analog allen Auswertungsberichten zu zentralen Leistungserhebungen gestaltet. Deshalb

können folgende Aussagen auch von Interesse für andere ZLE sein.

Diese nach Schulformen differenzierten Berichte wurden von 41 % aller Lehrkräfte der betreffenden Fächer gelesen.

Insbesondere hatte Einfluss auf das Lesen der Berichte, ob die jeweilige Lehrkraft eine der getesteten Klassen Biologie, Chemie oder Physik unterrichtete und an der Durchföhrung der Vergleichsarbeit beteiligt war (47 % gegenöber 28 %).

Die Lehrkräfte, die die Berichte gelesen hatten, schätzen die Qualität dieser Auswertungsberichte nach vorgegebenen Kriterien (überschaubarer Umfang, verständliche Darstellung, gute Strukturierung, Leistungseinordnung ist möglich, für Unterrichtsentwicklung nutzbar) insgesamt positiv ein (Zustimmung zwischen 77 % und 89 %). Mit dieser Einschätzung kann das Format für weitere Berichte beibehalten werden. Die Texte und Abbildungen werden von mehr als 90 % der Lehrkräfte als aussagekräftig eingeschätzt. Allerdings wünschen sich ca. 30 % der Lehrkräfte zu einigen Abbildungen mehr erläuternden Text.

Die Lehrkräfte wurden auch danach gefragt, wie wichtig für sie die einzelnen Abschnitte des Auswertungsberichtes sind. Für die Mehrheit der Lehrkräfte waren die folgenden Abschnitte eher wichtig / sehr wichtig:

- Vergleichsarbeit aus Sicht der Lehrkräfte (92 %),
- typische Schülerfehler (94 %),
- Hinweise zur Weiterarbeit (95 %).

Die geringere Bedeutung der Landesmittelwerte für die eigene Arbeit (69 % eher wichtig / sehr wichtig) hat vielleicht ihre Ursache in der sehr knappen und nur beschreibenden Darstellung dieser Ergebnisse. Es ist bei der Erstellung künftiger Auswertungsberichte zu prüfen, wie geeignete Schlussfolgerungen bei nur geringer Erhöhung des Gesamtumfangs des Berichtes beschrieben werden können.

NUTZUNG DER ERGEBNISSE DER VERGLEICH SARBEIT

Hier wurden Lehrkräfte gefragt, ob sie die Ergebnisse der Vergleichsarbeit kennen und aus welcher Quelle ihre Informationen stammen.

Kenntnis	Sekundarschulen	Gymnasien
Schul- und Landesergebnisse	49 %	49 %
nur Landesergebnisse	4 %	1 %
nur Schulergebnisse	33 %	35 %
weder Schul- noch Landesergebnisse	14 %	15 %

Tabelle 18: Informiertheit der Lehrkräfte (Befragung Phase 3, 184 Sekundarschullehrer; 136 Gymnasiallehrer)

Damit liegt eine Informiertheit der Mehrheit der Lehrkräfte vor, die jedoch durch geeignete Maßnahmen der Schulleitung noch verbessert werden könnte, denn nur 32 % der Kolleginnen und Kollegen haben in Dienstberatungen und nur 15 % haben durch Aushang von den Ergebnissen der eigenen Schule erfahren.

Nach eigenen Angaben nutzen 63 % der befragten Lehrkräfte Ergebnisse der Vergleichsarbeit für die schulische Arbeit, jedoch nutzen nur 16 % die Landesergebnisse. Eine mögliche Ursache für diesen Umstand könnte darin bestehen, dass in Veröffentlichungen und Fortbildungen auf Schlussfolgerungen, die sich aus dem Vergleich der Landesergebnisse mit den Ergebnissen der eigenen

Schule bzw. Klasse ergeben, noch nicht in ausreichendem Maße eingegangen wird.

Abschließend befragten wir die Lehrkräfte, die die Daten nutzen, auch, wofür sie diese Daten verwenden.

Damit ergibt sich ein differenziertes Bild der Nutzung der Ergebnisse der Vergleichsarbeit: Während die Mehrheit Schlussfolgerungen für die Entwicklung des eigenen Unterrichts ableitet, geben weniger Lehrkräfte an, die Ergebnisse der Vergleichsarbeit bei der Lehrkooperation hinsichtlich einer abgestimmten Einflussnahme auf die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler zu nutzen.

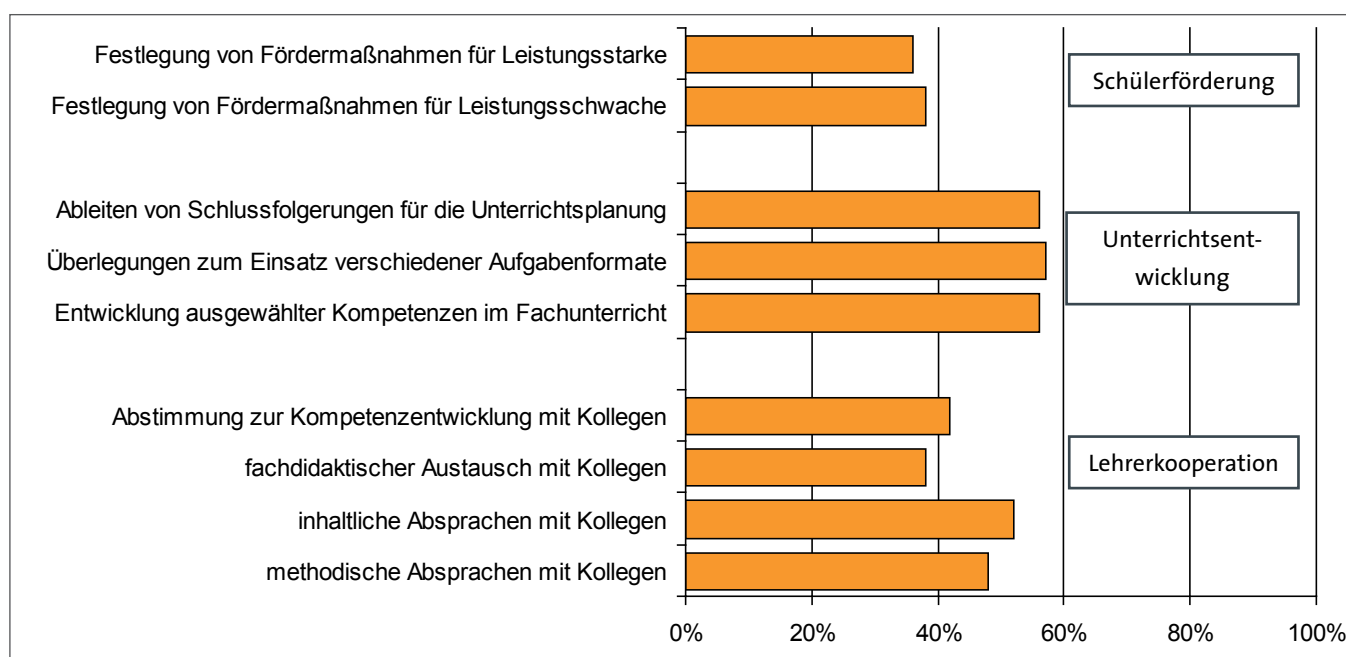


Abbildung 7: Bereiche der Nutzung der Ergebnisse der Vergleichsarbeit (Befragung Phase 3, 322 Lehrkräfte)

3.3.3 SCHLUSSFOLGERUNGEN

- (1) Eine positive Haltung der Lehrkräfte zu Vergleichsarbeiten steht im Zusammenhang mit einer entwickelten Aufgabenkultur und beeinflusst wesentlich die Nutzung der Ergebnisse für die eigene Unterrichtsarbeit. Darum ist offensiver durch Fortbildung, Schulaufsicht und Schulleitungen die Bedeutung von Vergleichsarbeiten im System externer Evaluierung von Schulen darzustellen.
Das betrifft insbesondere
 - die Auswertung der Ergebnisse in der Schulöffentlichkeit,
 - die Einbeziehung auch von den Lehrkräften in den Auswertungs- und Nutzungsprozess, die nicht aktuell an der Durchführung der Vergleichsarbeit beteiligt waren,
 - die Anregung von Maßnahmen zur abgestimmten, fächerübergreifenden Entwicklung von Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler (schulinterne Planung).
- (2) Der Vergleich der Erkenntnisse aus der Begleituntersuchung und der Kurzeinschätzung der Lehrkräfte bei der Dateneingabe bez. des Anforderungsniveaus der Aufgaben und spezieller Probleme bei einzelnen Teilaufgaben zeigt eine weitgehende Übereinstimmung. Deshalb sind künftig differenzierte Befragungen der Lehrkräfte zu den Aufgaben bei ZLE unnötig.
- (3) Der Auswertungsbericht wird in seiner jetzigen Form (Umfang, Gliederung) von der großen Mehrheit der Lehrkräfte akzeptiert. Um die Nutzung der Landesergebnisse zu unterstützen, sind diese in ihrer Bedeutung genauer zu beschreiben, z. B.:
 - Ist der erreichte Mittelwert von 30 % bei dieser Aufgabenstellung noch akzeptabel?
 - Wo könnten Ursachen für eine derart große Streuung (zwischen 10 % und 90 %) liegen?
 - Warum ist der Mittelwert von 70 % bei dieser das Mindestniveau testenden Aufgabe immer noch zu gering?
 Damit wird auch dem Wesen von Vergleichsarbeiten, dem Vergleich des erreichten Standes der Kompetenzentwicklung mit den Vorgaben, besser entsprochen.

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 gegenübergestellt 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

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 Kinder

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

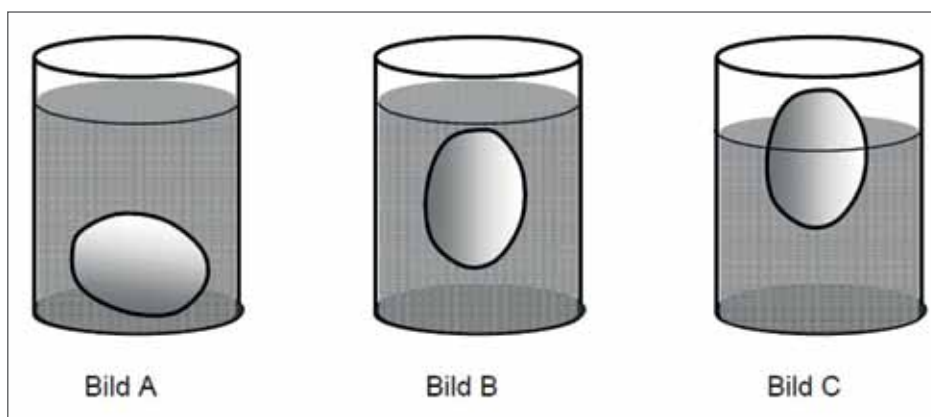
verdeutlicht und anschließend eine Serie von Aufgaben zur Überwindung dieser Fehler dargestellt.

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

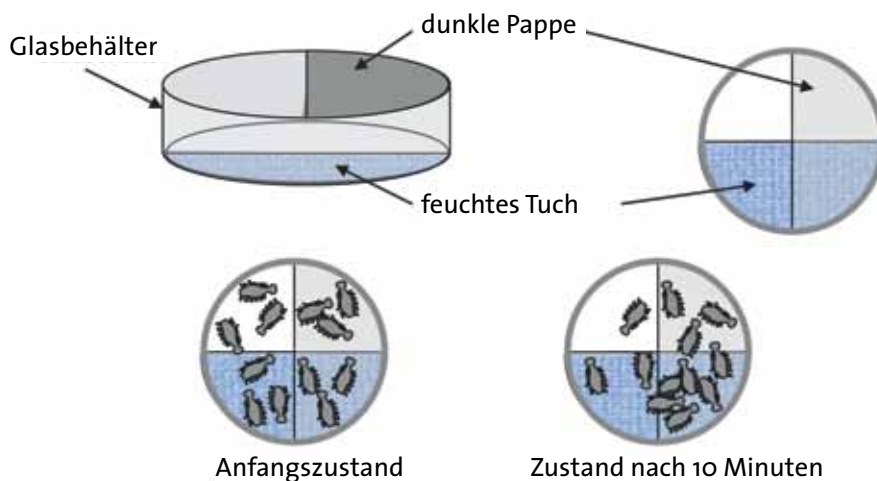
Die Schülerinnen und Schüler sollten dazu angehalten werden, ihre Beschreibung mithilfe von Fachbegriffen (z. B.: Lot, Einfallswinkel, Brechungswinkel, Spektralfarben, Wellenlänge) anzufertigen. Diese könnten als Wortleiste auch vorgegeben werden.

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.

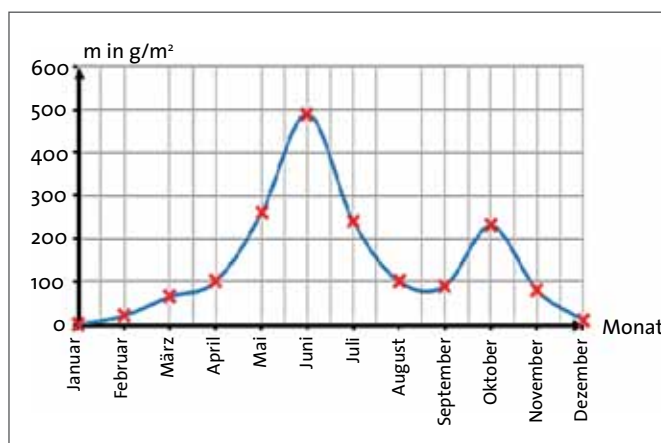
Monat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Kot in g/m ²	0	20	65	100	260	490	240	100	90	230	80	10

HINWEISE ZU DIESER AUFGABE

Die Schülerinnen und Schüler sollten Tätigkeiten üben, wie:

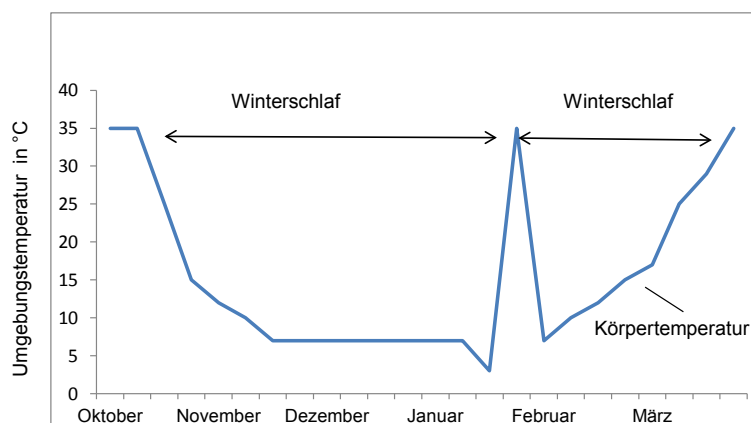
- Finden von auffälligen Werten (z. B. Maxima, Minima).
- Erkennen von Entwicklungen (Zunahme, Abnahme, Schwankungen, Periodizitäten, Sprünge).

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



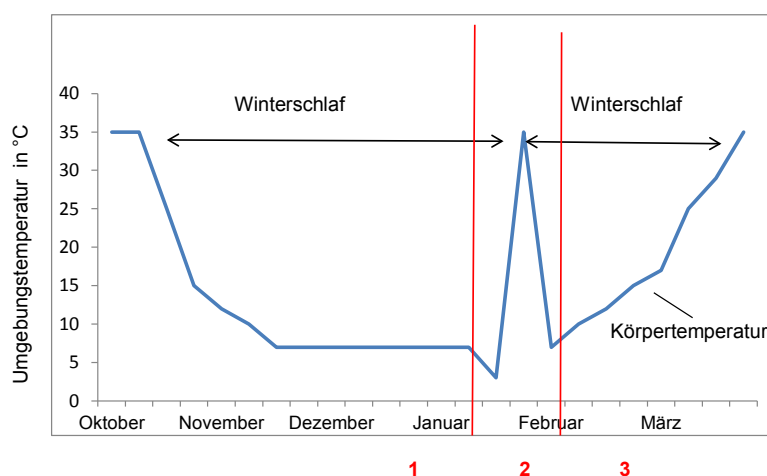
AUFGABE 1.4: KÖRPERTEMPERATUR DES IGELS

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.

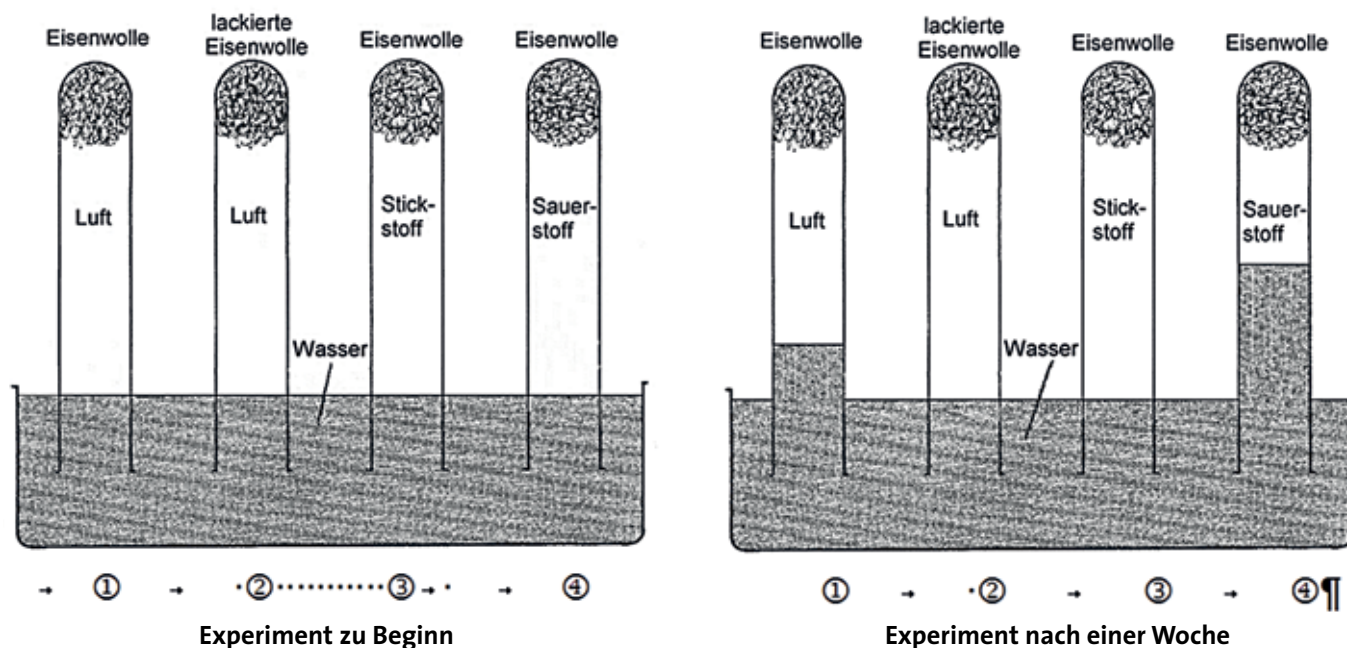
- 1 Erfassen der dargestellten unabhängigen (auf Abszisse abgetragen) und abhängigen Größen (auf Ordinate abgetragen)
- 2 Ermitteln der Quelle (einschließlich des Erfassungszeitraumes) der dargestellten Daten
- 3 Analyse des Verlaufs des Graphen (Abschnitte, markante Punkte, meist beginnend im Ursprung 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

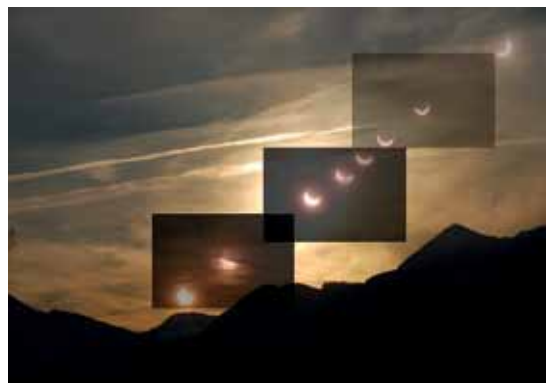
Die Schülerinnen und Schüler beobachteten oft unvollständig (vorangehende Teilaufgabe b) und stellten diese Beobachtung auch nicht klar dar. Das und häufig fehlende Fachkenntnisse zur Oxidation, insbesondere an den Sekundarschulen, verhinderten bessere Ergebnisse. Es gelang, auch an den Gymnasien, nur 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)

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 kochen, 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:

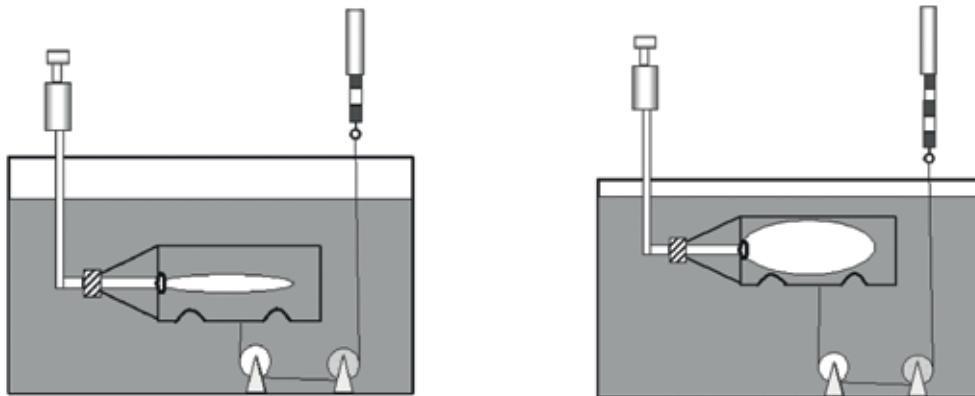
Nach der RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel) erhöht sich die Reaktionsgeschwindigkeit ungefähr auf das Vierfache. Die RGT-Regel ist eine Näherungsregel für die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen und erlaubt die Abschätzung vieler Phänomene der Chemie, Biochemie und Ökologie. Sie 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 ³	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.

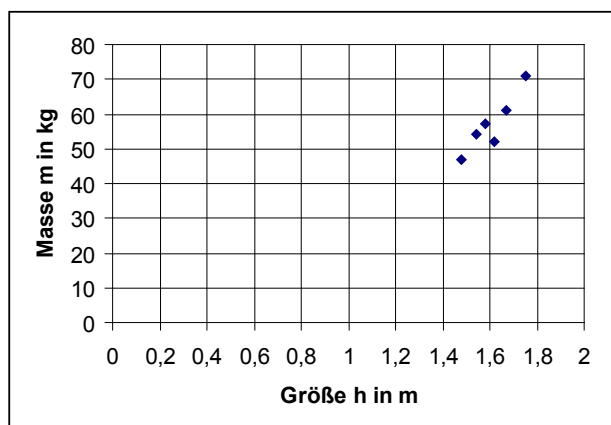


Diagramm 1

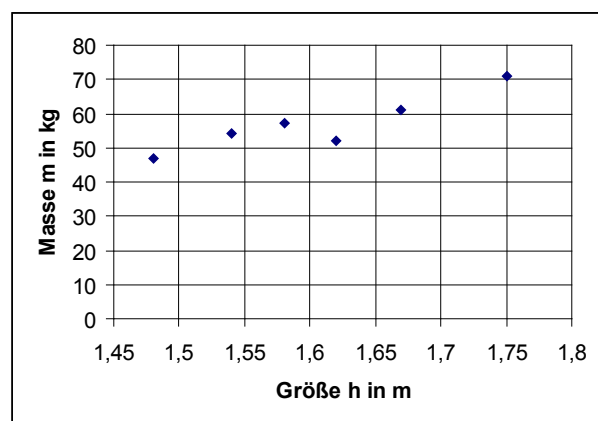


Diagramm 2

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,

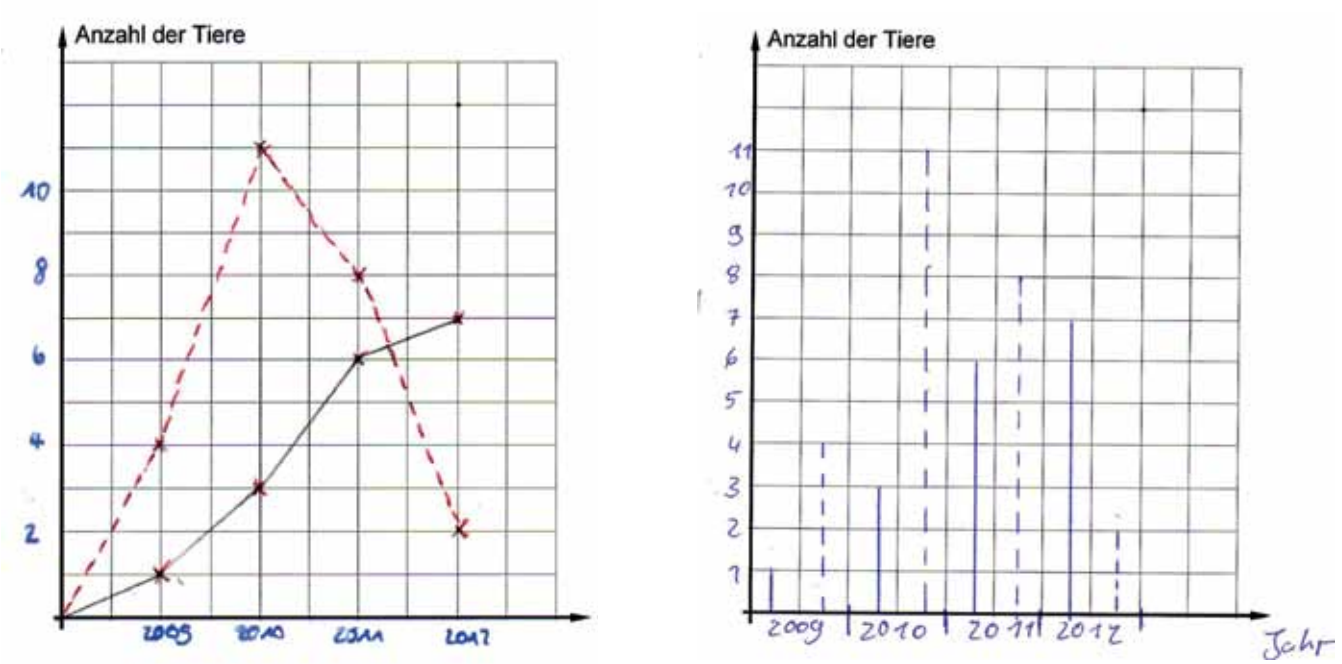
was in diesem Zusammenhang geeignet heißt (z. B. übersichtlich, leicht lesbar, gut interpretierbar) und welches Diagramm diesen Kriterien am besten entspricht.

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

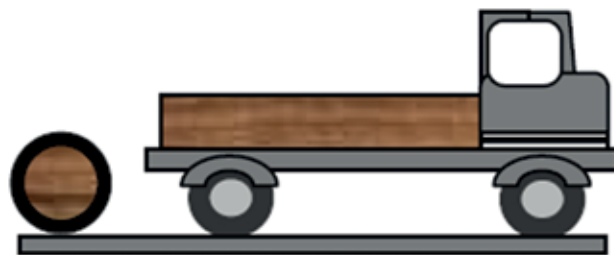
Die Schülerinnen und Schüler sind unbedingt darauf hinzuweisen, dass die im Physikunterricht oft übliche Ergänzung des Wertepaares (o/o) ohne Messung in diesem

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 $h = 0,75 \text{ m}$ hoch. Wenn er es anheben und auf den LKW legen will, muss er eine Kraft von $F = 1200 \text{ N}$ 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

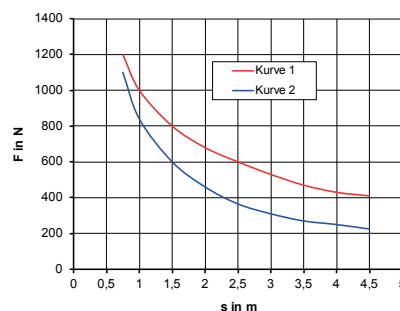


Brett 2: 3 m lang



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.

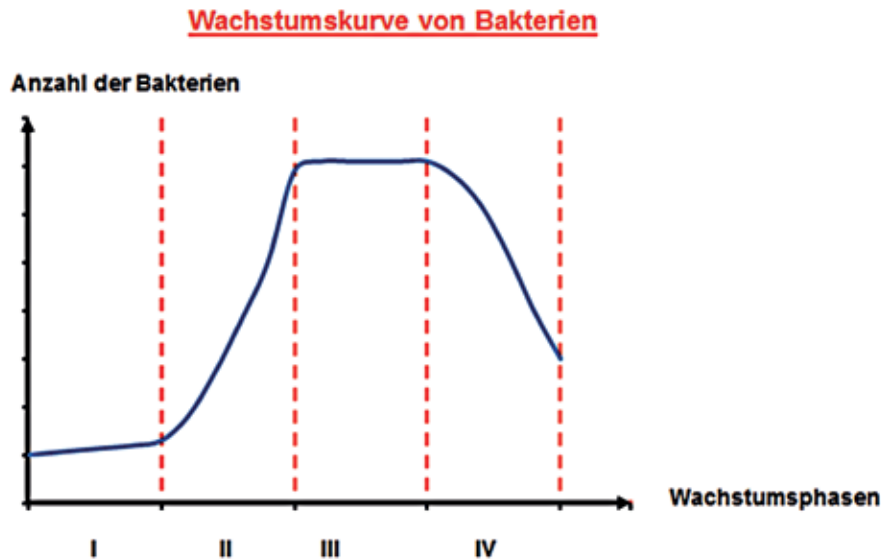
Als Ursachen für diese Versagen sind

- die mangelnde Kenntnis über Idealisierung (z. B. der Reibung bei kraftumformenden Einrichtungen) oder
- die mangelnden Fähigkeiten zur Interpretation eines unbekannten 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	Phase	Erklärung
	Die Anzahl der Bakterien bleibt annähernd gleich.		Die Bakterien haben sich an die neuen Lebensbedingungen gewöhnt und können sich optimal vermehren.
	Die Anzahl der Bakterien nimmt schnell ab.		Durch die notwendige Eingewöhnung an die neuen Lebensbedingungen vermehren sich die Bakterien kaum.
	Die Anzahl der Bakterien wächst sehr schnell (exponential).		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.
	Es ist nur ein geringes Wachstum der Bakterienanzahl zu beobachten.		Eine Verknappung der Nahrung und Zunahme der Stoffwechselprodukte verhindern ein weiteres Wachstum, da trotz weiterer Teilung jetzt auch Bakterien absterben.

HINWEISE ZU DIESER AUFGABE

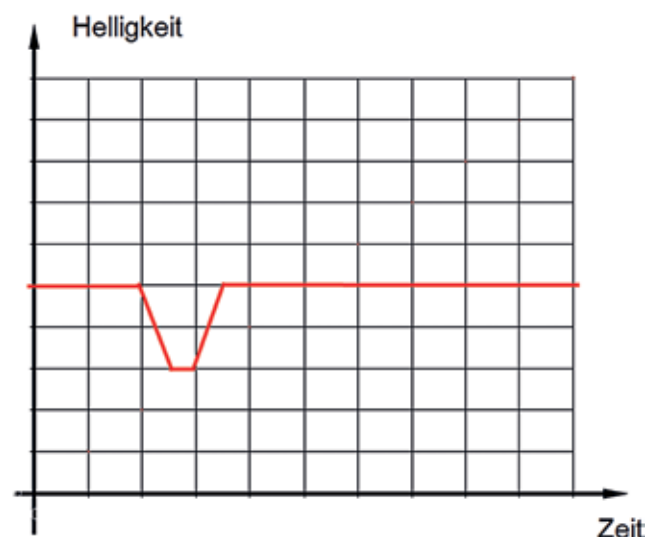
Durch die Einteilung in Abschnitte und Vorgabe der Beschreibung des Kurvenverlaufs wird das Lesen von solchen ungewohnten Diagrammen erleichtert. Die Vorgabe der Erklärung ist auch eine große Hilfe, die

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

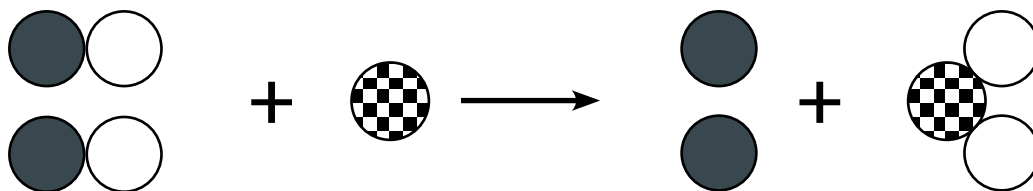
Im Unterricht könnte anknüpfend ein solches Diagramm (mit eingeteilten Achsen) darüber diskutiert werden, wie mit seiner Hilfe die Größe und der Bahnradius des Exopla-

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

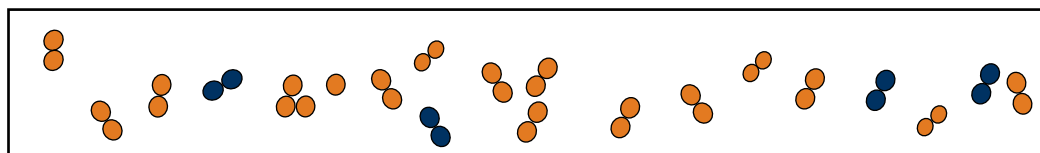
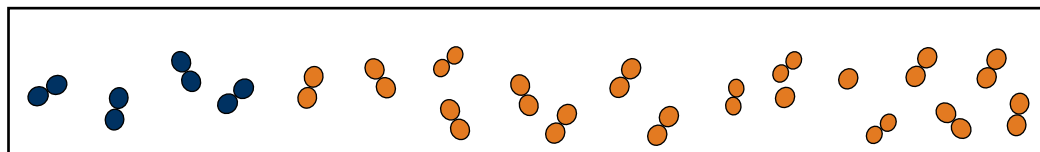


Diagramm 3



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 Temperatursausgleich 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.

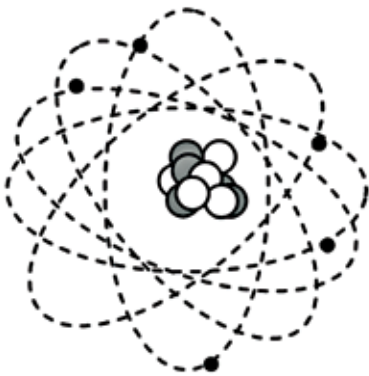
Damit lassen sich viele physikalische und biologische Phänomene erklären, z. B.:

- 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,

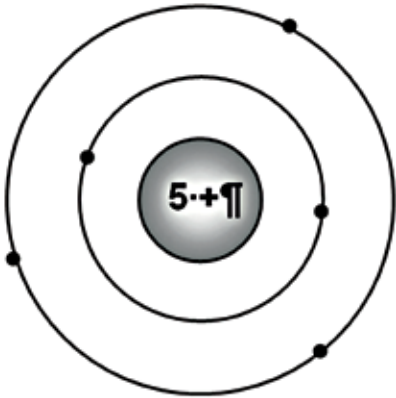
- die Altersfehsichtigkeit aufgrund der Erschlaffung der Zirkularmuskeln,
 - die Folgen einer Trübung der Linse (grauer Star).
- Durch die vereinfachte Darstellung der Netzhaut können einige physikalische und biologische Phänomene nicht erklärt werden, z. B.:
- die maximale Auflösung des Auges aufgrund des Abstandes der Zäpfchen und Stäbchen,
 - das Farbsehen und die Farbfehsichtigkeit,
 - 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:

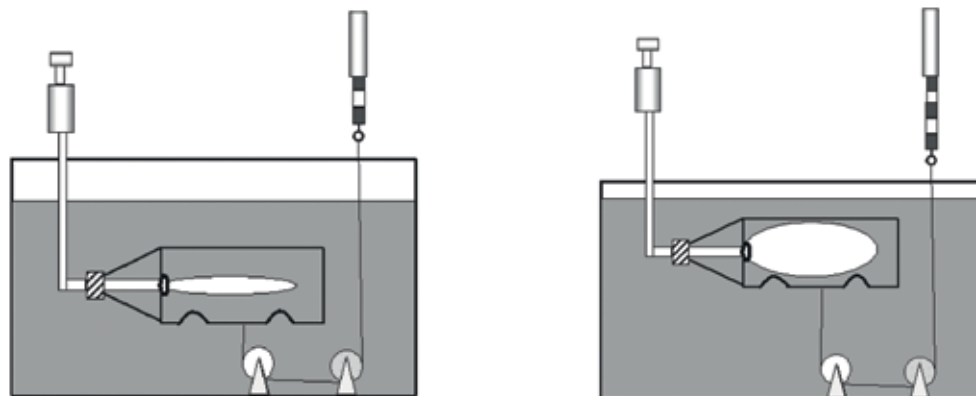
Phänomen	Modell 1	Modell 2
Atome können ionisiert werden	+	+
Verhalten bei chemischen Reaktionen.		+
Die Entstehung eines Linienspektrums		+
Einige Atome sind radioaktiv	+	
Atome sind nicht unteilbar	+	+

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 ³	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-Aufgabe¹⁶: 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.

¹⁶ 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.

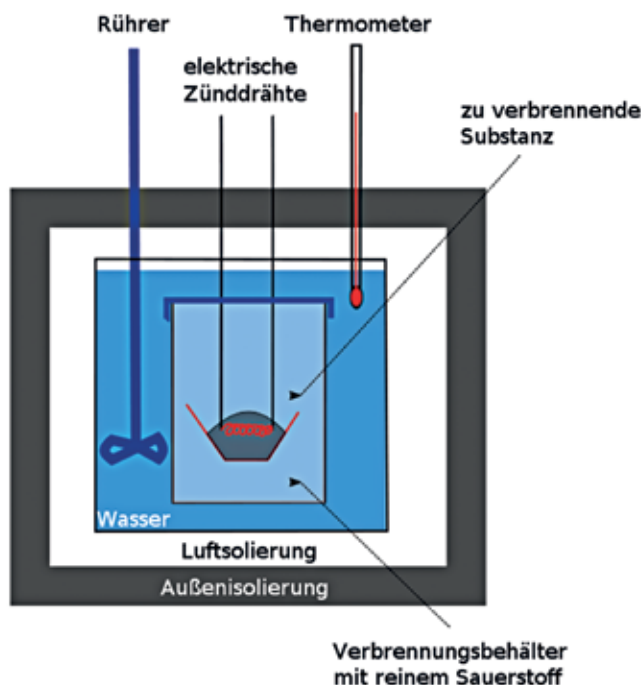
Einige Originalaufgaben von Fermi sind:

- 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/Näringsinnehåll	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/Eiwitten/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 suikerarter/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 mättade fettsyror	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:

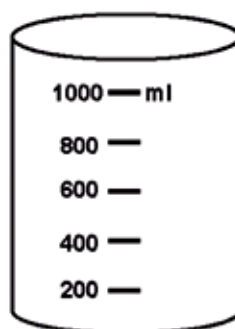
„Kräftige Regenfälle haben besonders im Norden, in der Mitte und im Südosten Deutschlands Landwirte, Gartenfreunde und Pollenallergiker etwas aufatmen lassen. Von Donnerstag bis Freitag früh fielen gebietsweise bis zu 40 Liter Regen pro Quadratmeter. Verbreitet kamen über mehrere Stunden hinweg zwischen 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.



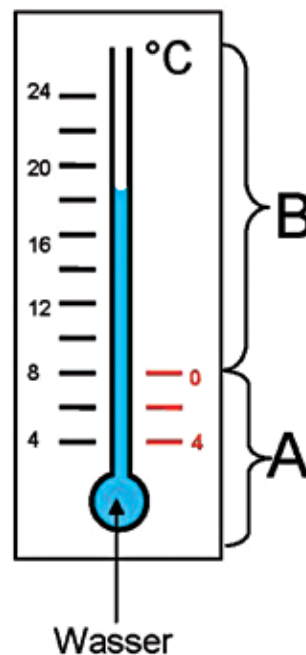
WASSER UND SEINE BESONDERHEIT (AUFGABE 3C VERGLEICH SARBEIT 2013)

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“.

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).

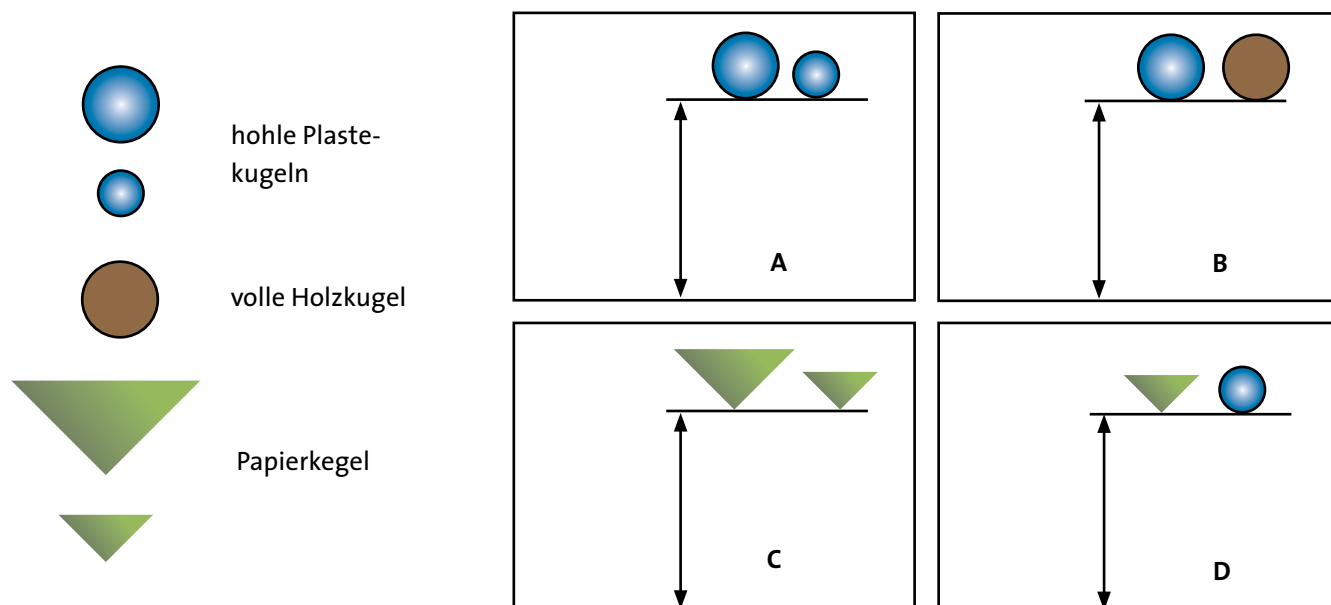
Aufgaben zur Überwindung dieser Schülerfehler**AUFGABE 4.4: FALLEN VON KÖRPERN**

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 ...“

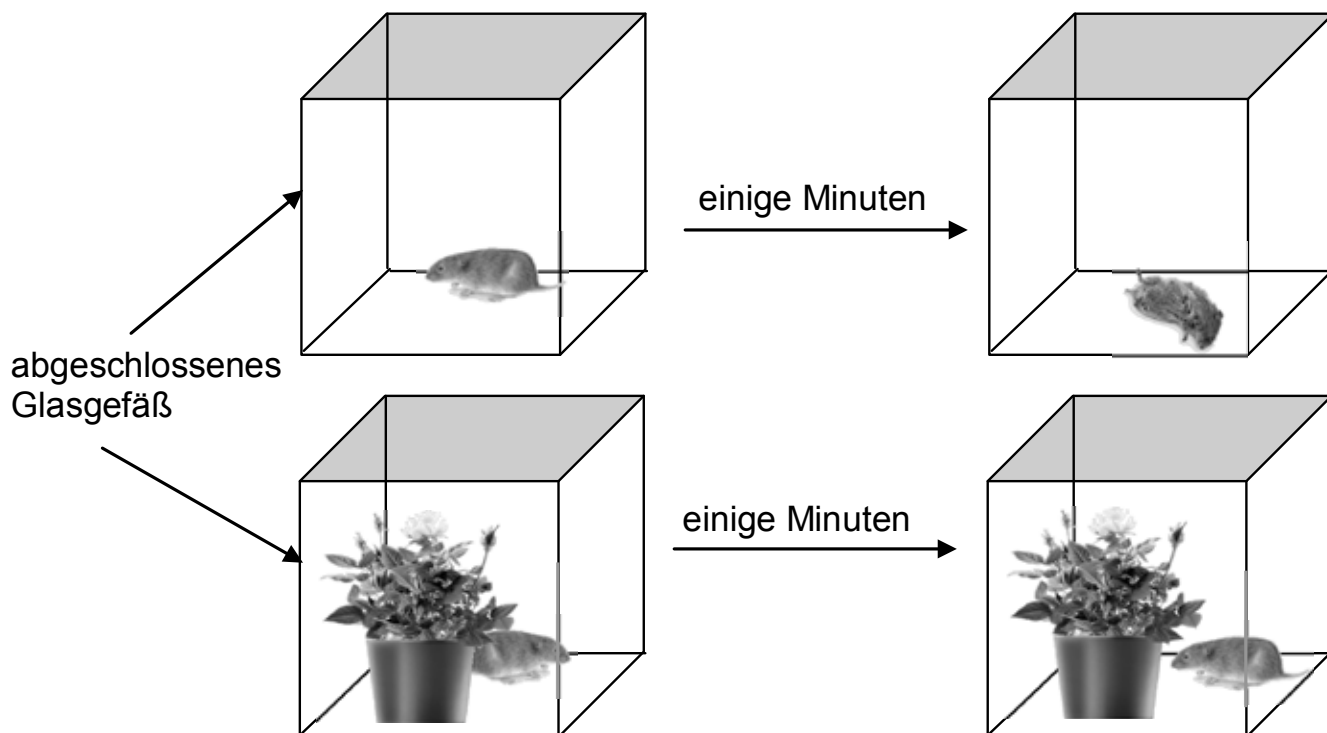
- Bei der Ermittlung der Wirkung auf das Lernen sollte man sich auf Konzentration oder Merkfähigkeit beschränken, da die unterschiedlichen Vorleistungen der Schülerinnen und Schüler das Ergebnis erheblich beeinflussen können, z. B.:
Finde in den beiden Bildern alle Unterschiede und kennzeichne sie.

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 wechselwarmen 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

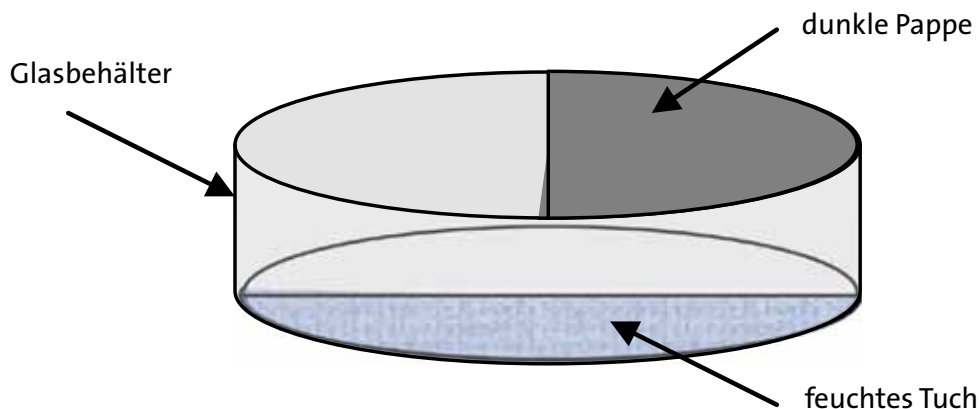
- (1) kleiner die Zuckerteilchen sind (wirksame Oberfläche ist größer),
 - (2) heißer die Flüssigkeit ist (Energie zum Auflösen der Kristallstruktur ist größer),
 - (3) kleiner der Sättigungsgrad der Flüssigkeit ist.
- zu b)

- (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**

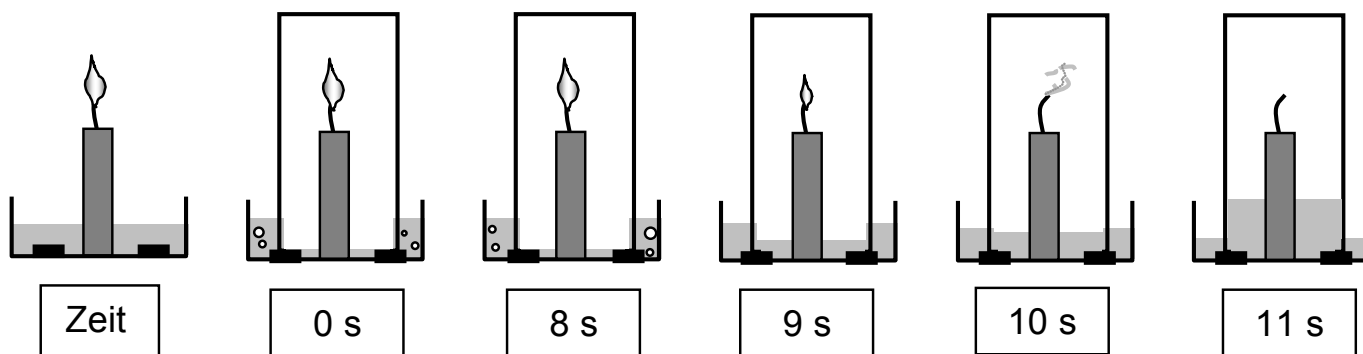
Ziel dieser Aufgabe ist es, dass die Schülerinnen und Schüler eine möglichst breite Problemsicht entwickeln. Denkbare Folgen wären z. B.:

- 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:

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

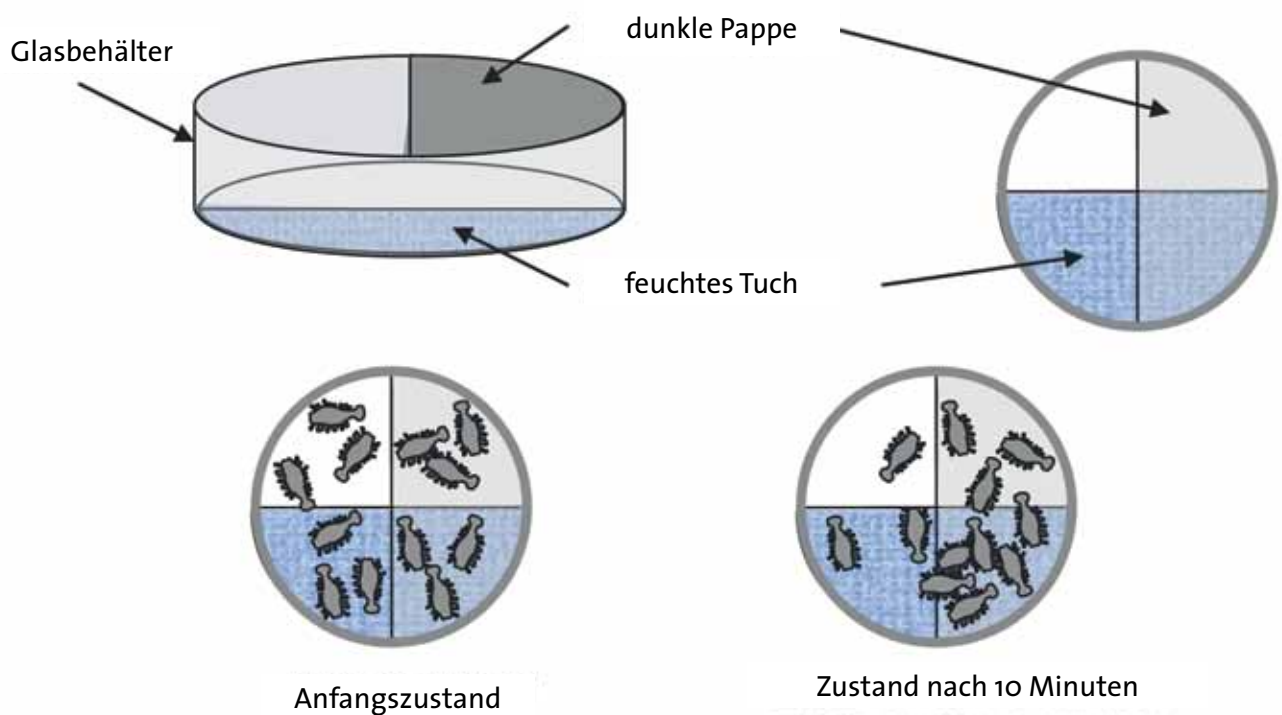
Typische Schülerfehler

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.

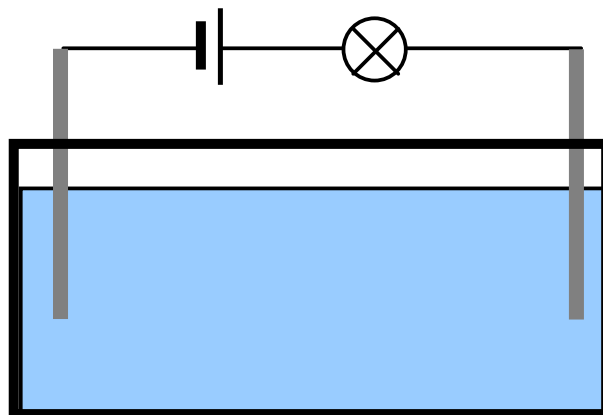
Eine Entscheidung darüber, was sie mehr stört: „Licht“ oder „Trockenheit“, kann aufgrund dieses einen Experiments nicht getroffen werden.

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.

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

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

Anmerkung:

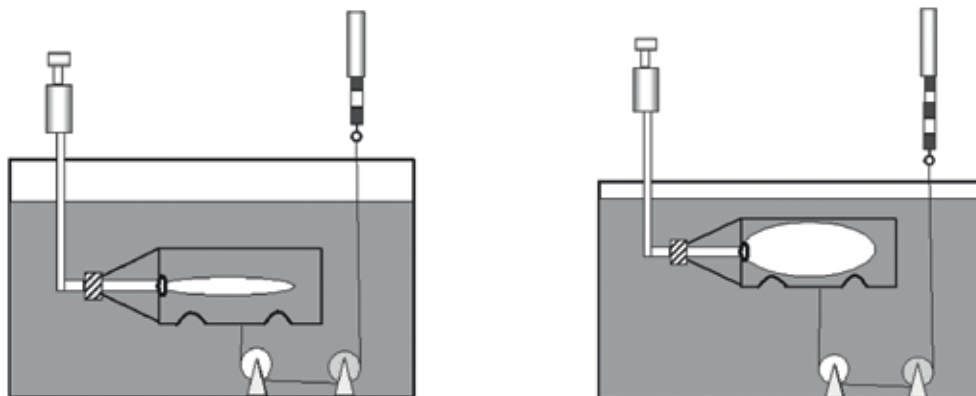
Bei der Formulierung der Aufgabe ist mit „ein Stoff ist gelöst“ eine umgangssprachliche Formulierung verwendet worden. Nicht in jedem Fall tritt beim Mischen eines

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 Plasteflasche, 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 ³	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 auf¹⁷.
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.

¹⁷ 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



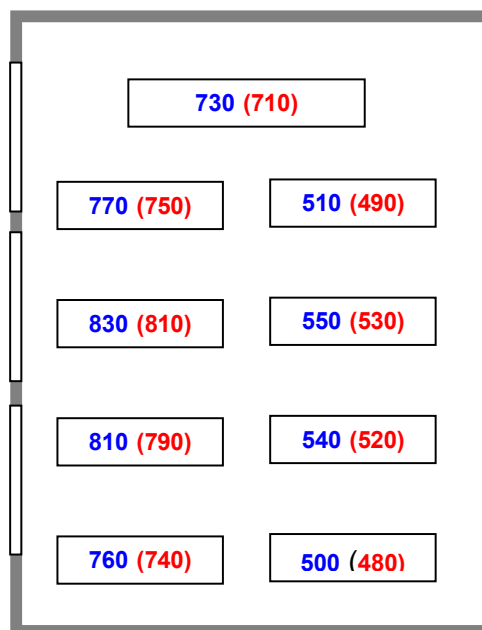
ihrem Physikraum untersucht. Sie haben jeder mit einem Luxmeter die Beleuchtungsstärke an verschiedenen Stellen im Raum gemessen und in die Skizze eingetragen. Die Werte von Cornelia sind blau und

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)			
Allgemeiner Bereich	Korridore	ISO	100 (50)
	Treppen	ISO	150 (100)
	Umkleideräume	ISO	100
	Waschräume	ISO	150 (100)
	Toiletten	ISO	150 (100)
Klassenräume	Allgemeinbeleuchtung	ISO	500 (300...500)
	Tafelbeleuchtung	ISO	500
	Experimentiertisch	ISO	750
Wohnungen/häusliche Tätigkeiten	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]
Straßenbeleuchtung (Kennwerte für Fußgänger)	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

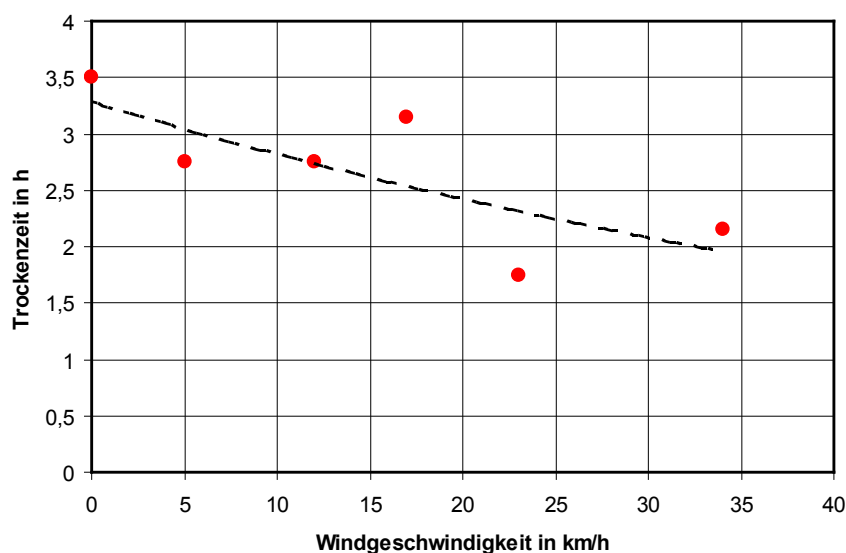
Beschreibe den Zusammenhang zwischen v und t als „Je ..., desto-Aussage“.

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.



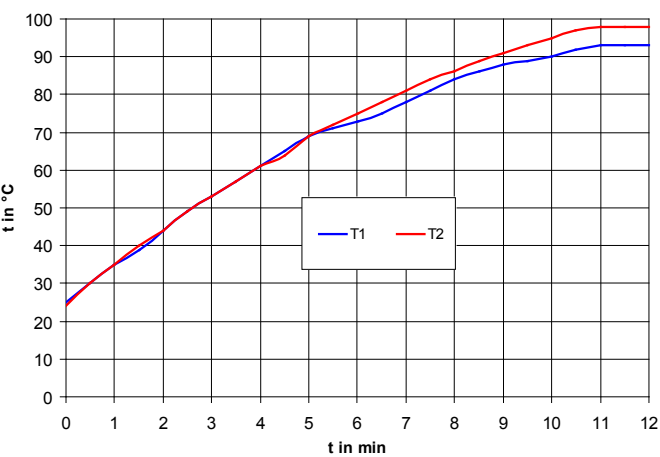
Es müssen also neben dem Wind noch andere Faktoren den Trockenprozess stark beeinflusst haben, z. B.

- 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:



- a) Ermittle mithilfe des Diagramms, bei welcher Temperatur das Wasser gekocht hat.
- b) 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 ± 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 < θ < 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“.

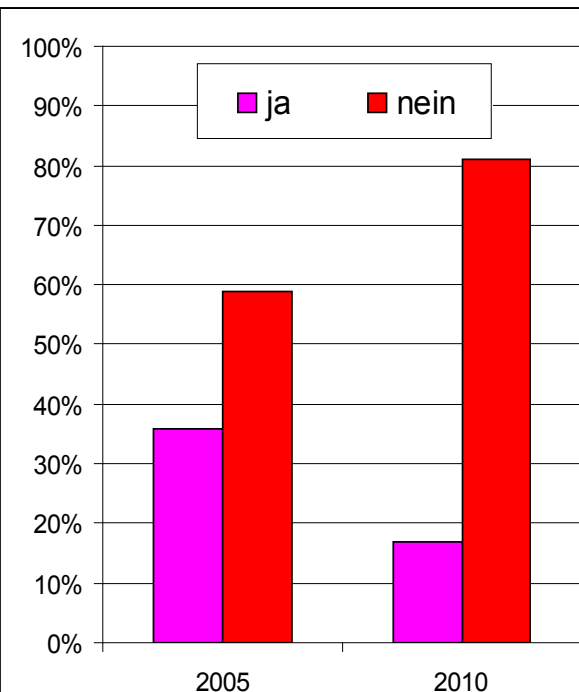
Trotz aller Werbung für erneuerbare Energien glauben nur 30 % der Befragten, dass der Bedarf durch sie auf absehbare Zeit gedeckt werden könnte.

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 cm² (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 cm² 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 eine 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

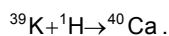
Die Bücher sind nebenstehend abgebildet.

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 KERVAN-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 ...

☐	... eine besondere Form des Wachstums von Eierschalen.
☐	... eine neue Form der Energiegewinnung.
☐	... eine neue Art der Umwandlung von Elementen.
☐	... eine besondere Mangelerkrankung bei Hühnern.

HINWEISE ZU DIESER AUFGABE

Dieser ernst zu nehmende Text¹⁸ 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).

- a) Stelle die im Material dargestellten Zusammenhänge zwischen dem Elektromog und dem Auftreten von Krankheiten in einer Tabelle zusammen. Unterscheide dabei zwischen belegten und vermuteten Zusammenhängen.
- b) Stelle eine Vermutung darüber auf, warum dieser Streit um die Wirkung des Elektromogs 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

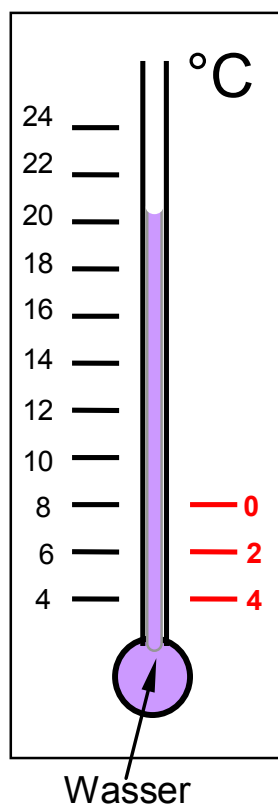
- massive Reduzierung der Grenzwerte, Sendeleistungen und Funkbelastungen auf ein biologisch vertretbares Maß speziell in Schlaf- und Regenerationsbereichen
- kein weiterer Ausbau der Mobilfunktechnologie, damit die Strahlungsbelastung nicht noch um ein Vielfaches zunimmt,
- Mitspracherecht der Bevölkerung 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, 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	- Welcher Sachverhalt soll bewertet werden? - Welche Vorschläge werden gemacht? - Wer soll entscheiden? - Für wen soll entschieden werden? - Werden Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt?
2	Benennen relevanter Werte (Werterangordnung aufstellen) Abwägen und begründen der Normen	- Welche Werte/ Normen werden beansprucht? (Wertverstoß/Normverstoß) - Welche sind für mich besonders wichtig, welche weniger?
3	Benennen der Handlungsziele und der dafür grundlegenden Motive	- Wer verfolgt welche Ziele? - Warum will er dieses Ziel erreichen?
4	Analyse der Ziele und Motive; Folgenabschätzung	- Welche Wertung würde ich vorschlagen, wenn ich von der Handlung betroffen wäre? - Werden Personen, Lebewesen, Landschaften von dem Handeln direkt oder indirekt benachteiligt oder in ihren Lebensmöglichkeiten eingeschränkt (räumliche Ferne) - Wäre die Lösung aus der Sicht eines neutralen Beobachters für alle Beteiligten fair? - Sind die Folgen abschätzbar? (zeitliche Ferne)
5	Schlussfolgerung	

5 BEWERTUNG VON SCHÜLERLEISTUNGEN – ANREGUNGEN FÜR DIE FACHSCHAFTSARBEIT

Bei der Analyse von Originalarbeiten der Schülerinnen und Schüler wird deutlich, dass trotz Vorgaben für die Erteilung der Bewertungseinheiten identische Schülerleistungen selbst an der gleichen Schule unterschiedlich eingeschätzt werden. Es gibt sicherlich gute Argumente für die eine bzw. für die andere Einschätzung. Aus Gründen der Vergleichbarkeit sollte die Bewertung von Schülerleistungen aber nach vereinbarten, einheitlichen Kriterien erfolgen. Diese Vereinbarungen können in

Fachschaftsberatungen oder in regionalen Fortbildungen an konkreten Beispielen erarbeitet werden. Um diesen Prozess zu unterstützen, werden in diesem Kapitel Anregungen für eine solche Auseinandersetzung um die Bewertung von Schülerleistungen in Form von Aufgaben gegeben. Diese Aufgaben enthalten bewusst keine von den Autoren erarbeitete Lösung, diese entsteht ja erst in der Auseinandersetzung und durch Kompromissbildung.

AUFGABE 1: BEWERTUNG DER ZEICHNUNG EINES DIAGRAMMS

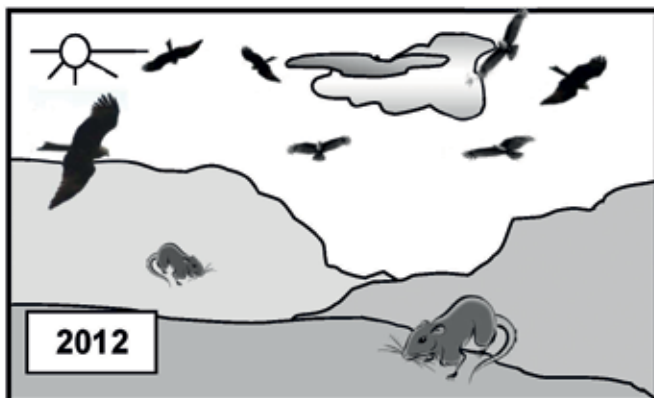
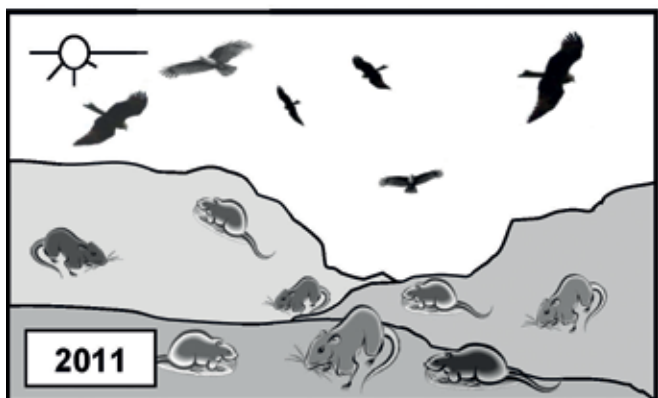
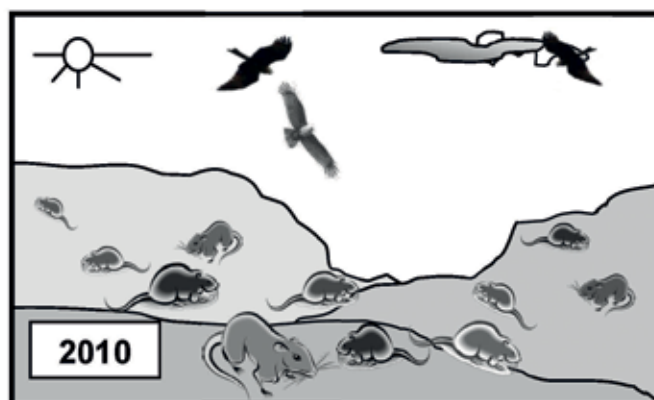
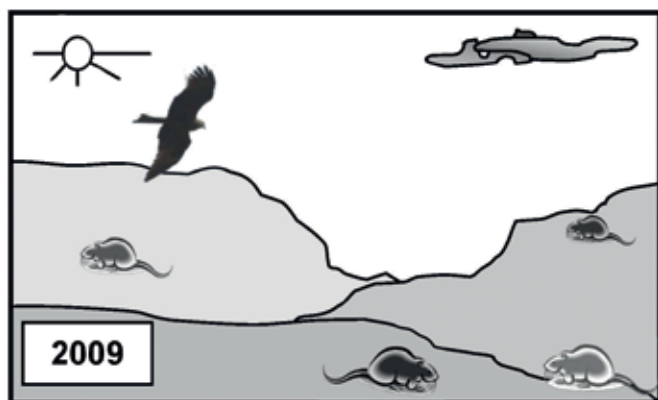
Die folgenden Schülerantworten sollen nach ihrer Leistung aufsteigend geordnet werden.
Kopieren Sie die Aufgabe aus der Vergleichsarbeit und die dargestellten Schülerleistungen in ausreichender Anzahl für Ihre Kollegen.
Jeder Kollege zerschneidet seine Kopie und ordnet die Schülerantworten nach seinen Einschätzungen.

Abschließend werden die Anordnungen verglichen und bei Abweichungen darüber diskutiert, nach welchen Kriterien bewertet wurde.

Im Ergebnis entstehen abgestimmte Kriterien zur Bewertung der Schülerleistung „Erstelle ein Diagramm“.

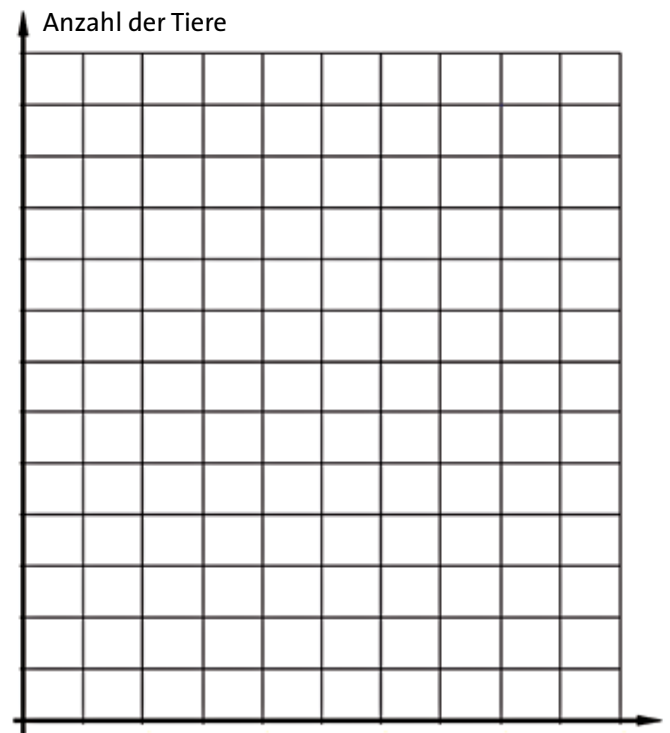
NAGETIERE UND RAUBVÖGEL (AUFGABE 2C DER VERGLEICHSARBEIT 2013)

In den nebenstehenden zeitlich aufeinander folgenden vier Abbildungen ist die nach jeweils einem Jahr beobachtete Veränderungen vereinfacht dargestellt.

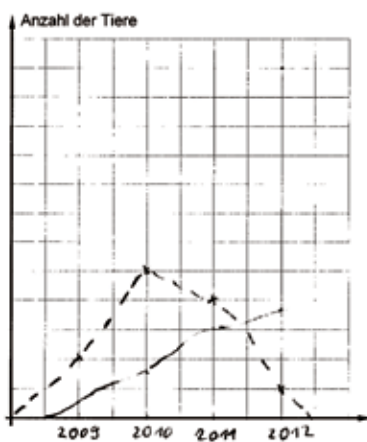


- c) Stelle die zeitliche Veränderung der Anzahl der Raubvögel und der Anzahl der Nagetiere in ein und demselben Diagramm dar. Verwende dabei folgende Linien:

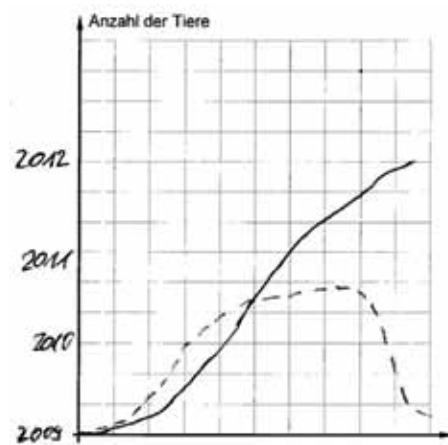
_____ Vögel
 - - - - - Nagetiere



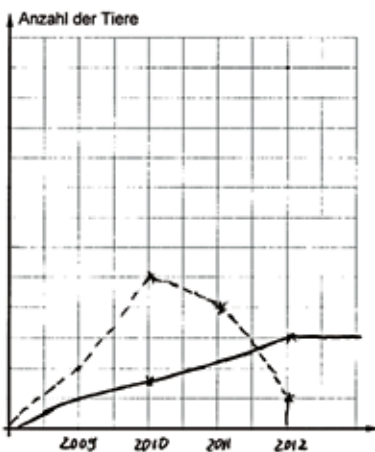
Schülerantworten



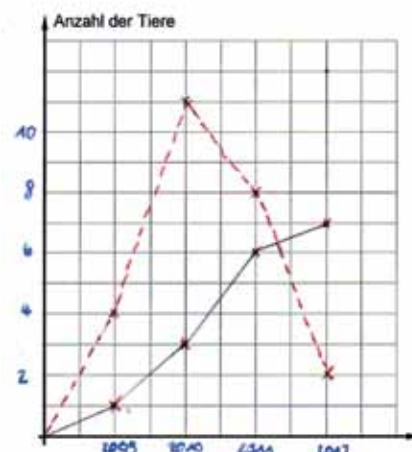
Schülerin A



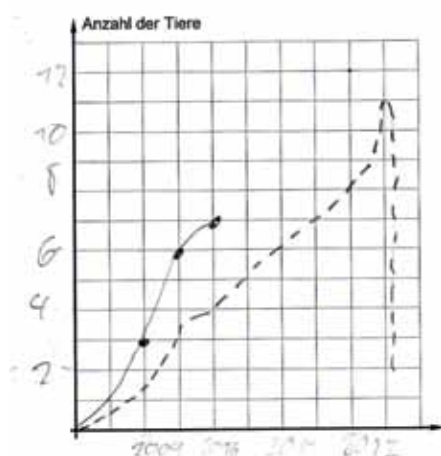
Schüler B



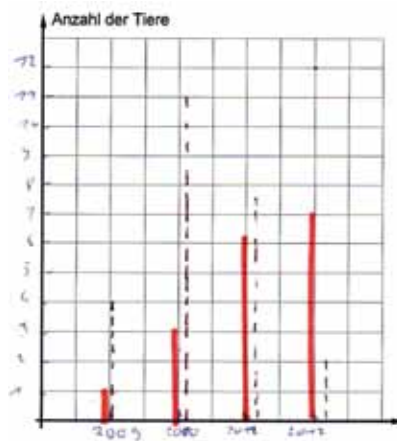
Schülerin C



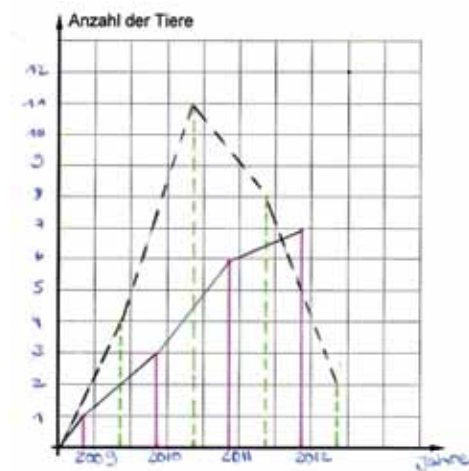
Schülerin D



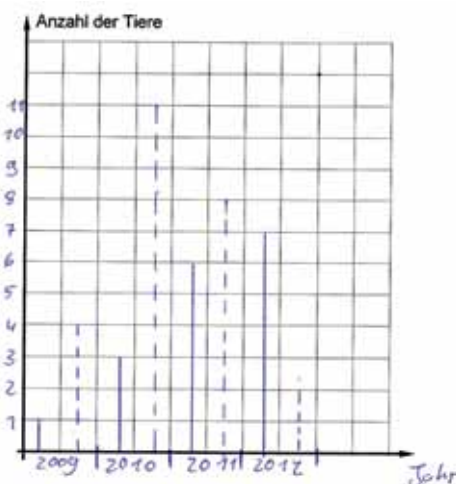
Schülerin E



Schüler F



Schüler G



Schülerin H

AUFGABE 2: BEWERTUNG DER BESCHREIBUNG EINER BEOBACHTUNG

Die folgenden Schülerantworten sollen in drei Gruppen geordnet werden: (0) falsch, (1) teilweise richtig, (2) vollständig richtig. Die Gruppennummern können auch als Bewertungseinheiten verstanden werden. Kopieren Sie die Aufgabe aus der Vergleichsarbeit und die dargestellten Schülerleistungen in ausreichender Anzahl für Ihre Kollegen.

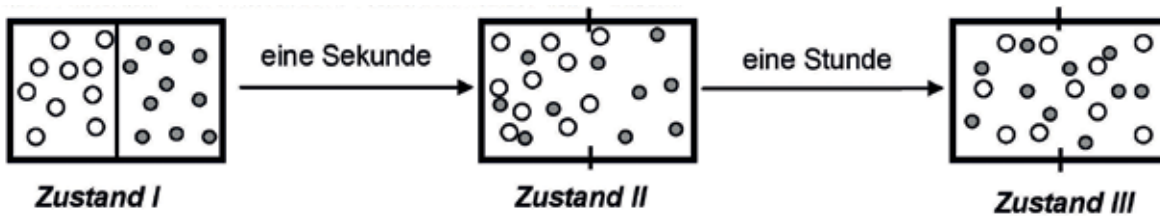
Jeder Kollege zerschneidet seine Kopie und ordnet die Schülerantworten nach seinen Einschätzungen in die drei Gruppen ein.

Abschließend werden die Einordnungen verglichen und bei Abweichungen darüber diskutiert, nach welchen Kriterien bewertet wurde.

Im Ergebnis entstehen abgestimmte Kriterien zur Bewertung der Schülerleistung „Beschreiben einer Beobachtung“.

LUFT UND IHRE BESTANDTEILE (AUFGABE 4.3 A DER VERGLEICH SARBEIT 2013)

Ein geschlossenes Gefäß ist in der Mitte getrennt. In der linken Hälfte befindet sich Kohlenstoffdioxid und in der rechten Sauerstoff. Jetzt wird die Trennwand vorsichtig entfernt. Nach einer Sekunde tritt Zustand II und nach einer Stunde Zustand III ein. Diese Veränderungen sind in den Abbildungen mit einem Teilchenmodell dargestellt.



a) Beschreibe deine Beobachtungen

Im ersten Zustand sind beide noch getrennt, aber sobald die Trennwand weg ist, verteilen sich die Kohlenstoffdioxidteilchen schneller. Im Zustand III versuchen sich die Teilchen zu verbinden.

Schüler A

Nach einer Sekunde haben sie sich zu der anderen Seite. Nach einer Stunde haben sie sich richtig vermischt.

Schülerin B

der Sauerstoff vermischt sich nur langsam mit dem Kohlenstoffdioxid

Schülerin C

die Trennwand löst sich sehr schnell auf und die Teilchen verteilen sich sofort in dem Gefäß.

Schüler D

Nach 1 s vermischen sich Teilchen ungleichmäßig, wobei sich eher der Sauerstoff auf den Kohlenstoffdioxid zubewegt. Nach 1 h sind beide Teilchenarten gut vermischt.

Schülerin E

Die Teilchen vermischen sich mit zunehmender Zeit immer mehr und dies sehr schnell.

Schüler F

Im Zustand II sind die Sauerstoffteilchen ~~zwischen~~ zwischen Kohlenstoffdioxidteilchen und im Zustand III sind sie alle gleich im Raum verteilt.

Schüler G

Die Teilchen fangen an sich langsam zu vermischen, fließen aber nicht ineinander.

Schülerin H

I: O_2 und CO_2 sind getrennt
 II: O_2 und CO_2 reagieren mit einander
 III: O_2 und CO_2 Gemisch

Schüler I

erst sind beide getrennt dann öffnet man es
 Zustand II tritt ein die Sauerstoffteilchen verteilen sich nach einer Sekunde nicht so schnell
 Zustand 3. sie sind gleichmäßig verteilt

Schüler J

Sauerstoff geht auf Kohlenstoffdioxid zu und nach einer Stunde haben sich im Gefäß verteilt und 1 Sauerstoff hat jeweils 1 Kohlenstoffdioxidteilchen.

Schülerin K

AUFGABE 3: BEWERTUNG DES SCHREIBENS EINES BERICHTES

Die folgenden Schülerantworten sollen unter zwei Aspekten eingeschätzt werden:

- inhaltliche Richtigkeit (i)
- formale Richtigkeit (f)

Dann sollen diese Schülerantworten in vier Gruppen eingeteilt werden:

- Gruppe 1: weder Aspekt i noch f erfüllt
- Gruppe 2: nur Aspekt i erfüllt
- Gruppe 3: nur Aspekt f erfüllt
- Gruppe 4: Aspekt i und f erfüllt

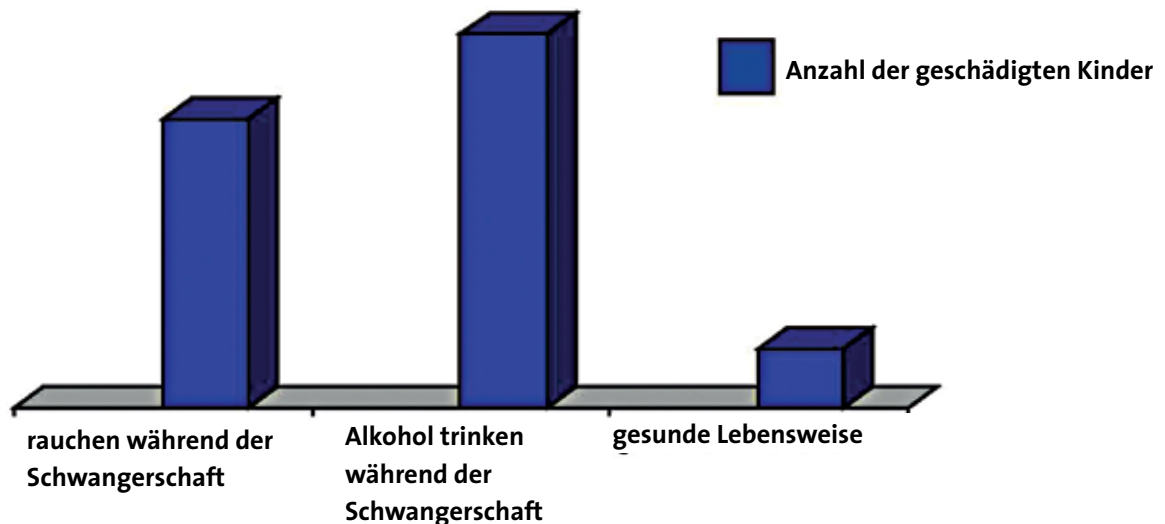
Kopieren Sie die Aufgabe aus der Vergleichsarbeit und die dargestellten Schülerleistungen in ausreichender Anzahl für Ihre Kollegen.

Jeder Kollege stellt für die Aspekte i und f Kriterien auf, zerschneidet seine Kopie und ordnet die Schülerantworten nach seinen Einschätzungen in die vier Gruppen ein. Abschließend werden die Einordnungen verglichen und bei Abweichungen darüber diskutiert, nach welchen Kriterien bewertet wurde.

Im Ergebnis entstehen abgestimmte Kriterien zur Bewertung der Schülerleistung „Schreiben eines Berichtes“.

LEBENSWEISEN UND DEREN FOLGEN (AUFGABE 2 B DER VERGLEICH SARBEIT 2011)

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:



- b) Schreibe einen kurzen Bericht für eure Schülerzeitung über die in der Abbildung dargestellten Zusammenhänge.

Nutze dazu folgende Wörter:

Alkohol, Behinderung, kindliche Organismus, Nabelschnur, normale Entwicklung, Plazenta, Schwangerschaft, Tod, ungesund

Der Genuss von Alkohol während der Schwangerschaft beeinträchtigt den kindlichen Organismus und kann zu einer Behinderung oder sogar zum Tod des Kindes führen.

Schülerin A

In der Schwangerschaft trinken viele Alkohol, das kann zur Behinderung führen. Außerdem leidet da auch der kindliche Organismus darunter. Es ist sehr ungesund für beide. Eine normale Entwicklung heißt, kein Alkohol, keine Drogen und vieles mehr was schadet. Trotz einer normalen und gesunden Entwicklung im Bauch kann es trotzdem zu Problemen führen, die Nabelschnur kann sich um den Hals wickeln was zum Tod führen kann oder es stimmt mit der Plazenta etwas nicht.

Schüler B

Alkohol, Teer, (Drogen) sind sehr ungesund für den menschlichen Körper. Vorallem aber für Kinder und schwangere Frauen. Es behindert die völlige ^(normale) Entwicklung des Kindes (im Bauch), dadurch sterben auch sehr viele Gehirnzellen ab, die nicht wieder nachwachsen. Durch eine große Zunahme von dieser schädliche (Dkt.) kann es zum Tod vom Kind führen, weil z.B. Teer die Atemwege durch die Nabelschnur verstopft und das Kind kriegt nicht genug Sauerstoff. Und die Mutter kann auch an Krebs sterben.

Schüler C

Wenn schwangere Frauen in der Schwangerschaft Alkohol oder rauchen kann es das zu führen das das Kind behindert wird weil alles was die Mutter auf nimmt bekommt das Kind mit auch die Nabelschnur. Und das schlimmsten fühlen kann das man nicht voll entwickelte Kind tot auf die Welt kommen.

Schülerin D

medizinische Studien haben bewiesen das zwischen 2000 und 2010 sehr viele Mütter während der Schwangerschaft rauchen und Alkohol trinken! Das kann für das Kind was gerade heran wächst ziemlich ungesund sein oder auch wenns sehr schlimm ist zum Tod führen. Manche Kinder von vielen Müttern die während der Schwangerschaft rauchen oder Alkohol trinken werden mit Behinderungen geboren oder haben keine normale Entwicklung. Der kindliche Organismus wird dadurch gestört. Dadurch das die Kinder im Bauch mit der Nabelschnur mit der Mutter verbunden sind. Passieren solche Dinge.

Schülerin E

Wir möchten euch informieren das wenn man ^{Alkohol} trinkt in der Schwangerschaft trinkt das, dass Kind Tod sein kann oder Behinderungen haben kann. Jetzt kommen wir zum Rauchen in der Schwangerschaft das, dass Kind ungesund aufwächst oder kindliche Organismus haben kann oder Plazenta hat. Wenn man gesund lebt in der Schwangerschaft hat das Kind auch eine normale Entwicklung und die Nabelschnur ist auch ^{entwikkelt} gut ^{verheilt}. Das muss man alles wissen.

Schülerin F

Eine ungesundes Leben vom Mütter die Schwangerschaften haben, ist ungesund ~~weil~~ ^{da} für die normale Entwicklung der kindlichen Organismen und das kann zu Behinderungen führen. Der Tod vom ungelassen ist doch Alkohol gesunder und die Halsknoten ~~so~~ fällt ab. das war ~~was~~ ^{war} mein Bericht.

Schülerin G

Schlechte Lebensweisen junger Mütter

Aufgrund neuester Studien wurde jetzt dargestellt, welche Auswirkungen Drogen während der Schwangerschaft haben können. Hierbei können die Säuglinge geistig und körperlich, sogar tödlich geschädigt werden. Deswegen sollten alle Schwangeren Frauen zweimal nachdenken, bevor sie zur Zigarette oder Tablette oder Flasche greifen.

Schüler H

und ungesund lebt

Wenn eine Mutter während der Schwangerschaft raucht oder Alkohol trinkt, nimmt sie die Schadstoffe ins Blut und dadurch auch in die Plazenta. Das Kind nimmt die Schadstoffe damit die Halsknoten auf. Die Lunge kommen dann nicht, ~~sondern~~ ^{sondern} kindlichen Organismus. Dadurch werden ~~alle~~ ^{alle} Organe im Körper behindert und eine normale Entwicklung ist fast nicht mehr. Dadurch sind viele Baby, von Geburt an geschädigt oder kommen schon Tod auf die Welt.

Schülerin I

An alle Schwangeren und noch werdenden Mütter.

Ihr alle wisst sicher, das ihr Kind gesund auf die Welt kommt. Das auch da man man ~~einige~~ ^{einige} beachten. Rauchen oder Trinken nie sollte nicht während der Schwangerschaft. Es kommt dann häufig zu Fehlgeburten und geschädigten Kindern. Auch wenn sie Tabletten nehmen vermeiden sie das meiste auch hier ist das Risiko hoch. Fehlgeburten zu bekommen aber noch ~~besser~~ ^{besser} sind die geschädigten Kinder. Und das wollen sie sicher nicht. Also erinnern sie sich gesund, beten so lange es geht und so viel wie möglich Sport, nehmen sie Vitamine und ~~best~~ ^{best} auch paar Koffein ~~Extrakte~~ ^{Extrakte} zu sich. Machen sie das für das bessere Leben ihres Kindes.

Schülerin J

6 ANHANG

6.1 QUELLENVERZEICHNIS

- /1/ <https://www.mpib-berlin.mpg.de> (Stand: 19.02.2014)
- /2/ <http://www.mpib-berlin.mpg.de/Pisa/index.html> (Stand: 19.02.2014)
- /3/ Baumert et al. (Hrsg.): PISA 2000 – Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich Zusammenfassung zentraler Befunde. – Berlin, 2001
- /4/ <https://www.iqb.hu-berlin.de> (Stand: 19.02.2014)
- /5/ Organisation for the Economic Cooperation and Development (OECD) (Hrsg.): (1999). Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment. – OECD Paris, 1999
[In deutscher Sprache: OECD/Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): Schülerleistungen im internationalen Vergleich. Eine neue Rahmenkonzeption für die Erfassung von Wissen und Fähigkeiten – Max-Planck-Institut für Bildungsforschung Berlin. 2000]
- /6/ Prenzel, Manfred et al. (Hrsg.): PISA 2006 – Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie. – aus: <http://pisa.ipn.uni-kiel.de/index.html> (Stand: 18.02.2014)
- /7/ http://www.pisa.tum.de/fileadmin/woobgi/www/Berichtband_und_Zusammenfassung_2012/PISA_Zusammenfassung_online.pdf (Stand: 13.01.2014)
- /8/ <http://www.iqb.hu-berlin.de/laendervergleich/lv2012> (Stand: 18.02.2014)
- /9/ IQB: Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. – Berlin, 2011
- /10/ IQB: Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. – Berlin, 2011
- 11/ IQB: Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. – Berlin, 2011
- /12/ Pant, Hans Anand et al. (Hrsg.): IQB-Ländervergleich 2012 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I. – Waxmann Münster, 2013
- /13/ <http://www.bildung-lsa.de> – Unterricht > Zentrale Leistungserhebungen > Vergleichsarbeiten > Begleituntersuchung (Stand: 18.02.2014)
- /14/ Köller, Olaf et al. (Hrsg.): Sprachliche Kompetenzen im Ländervergleich, Waxmann 2010

6.2 BILDQUELLEN

S. 45 © Sgbeer (via Wikimedia Commons); S. 46 © Superbass / CC-BY-SA-3.0 (via Wikimedia Commons); S. 47 WMF AG, Geislingen/Steige, 2011; S. 56 © gradt - fotolia.com, © ArenaCreative - fotolia.com, © Mathias Weigand - fotolia.com; S. 57 http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~tpfeiffe/lehre/VirtualReality/slides/images/o3_-_Menschliches_Auge_Querschnitt.png; S. 60 Hans-Peter Pommeranz, Halle; S. 61 © Lanzi (via Wikimedia Commons); S. 62 © Malene Thyssen (via Wikimedia Commons); © Kolling (via Wikimedia Commons); S. 65 Johannes Buchner, Oberlaimbach; S. 66 © Damian Gretka - fotolia.com; S. 68 Rasbak; Sławek Staszczuk; S. 69 cloudzilla, „Serene Blue“, CC-Lizenz (BY 2.0) via www.piqs.de; S. 74 © contrastwerkstatt - fotolia.com; S. 75 © Irina Fischer - fotolia.com; S. 86 Hans-Peter Pommeranz, Halle; S. 87 Paul Clements