



# Fachbrief Nr. 7

## Physik

**Zentralabitur in Physik**  
**Ländervergleich zu den KMK-Bildungsstandards**  
**Kompetenzstufenmodell mit Beispielaufgaben**

Ihr Ansprechpartner in der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft:  
Joachim Kranz, [joachim.kranz@senbwf.berlin.de](mailto:joachim.kranz@senbwf.berlin.de)

Ihr Ansprechpartner im LISUM Berlin-Brandenburg:  
Oliver Pechstein, [oliverpechstein@gmx.de](mailto:oliverpechstein@gmx.de)

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

mit diesem Fachbrief erhalten Sie erste Informationen zum Zentralabitur im Fach Physik und detaillierte Hinweise zum Ländervergleich zu den KMK-Bildungsstandards.

## **1. Allgemeines zum Zentralabitur im Fach Physik 2015**

### **Wie sieht die Zeitplanung aus?**

Im Jahr **2015** wird im Fach Physik erstmalig eine zentrale Abiturprüfung durchgeführt. Das bedeutet, dass sich die Schülerinnen und Schüler ab dem Schuljahr 2013/14 in der Qualifikationsphase für das Zentralabitur befinden. Das Zentralabitur betrifft sowohl den Grundkurs als auch den Leistungskurs.

**Im Frühjahr 2013** werden Sie über die **Schwerpunkthemen** für das erste Zentralabitur unterrichtet, die dann im Zentralabitur 2015 relevant sein werden. Ein Beispiel für ein Schwerpunktthema könnte z. B. „Bewegungen von Ladungsträgern in elektrischen Feldern“ sein. Das in der AV-Prüfungen bisher ausgewiesene „Schwerpunktsemester“ wird es dann nicht mehr geben. Zum Jahreswechsel 2012/2013 werden **Beispielaufgaben** per Fachbrief an die Schulen verschickt, zu denen wir dann Rückmeldungen erbitten.

### **Wie sind die Aufgaben im Zentralabitur aufgebaut?**

Die Aufgaben entsprechen in ihrem Aufbau grundsätzlich den bisherigen Vorgaben, d. h. es gibt einen Aufgaben- und einen Materialteil. Die Aufgaben sind kontext- und kompetenzorientiert. Die zur Lösung der Aufgaben benötigten Kompetenzen sind im Erwartungshorizont aufgeführt.

Die wichtigen Veränderungen im Einzelnen:

- Eine Aufgabenstellung besteht aus 4 Aufgaben, die jeweils aus 3-5 Teilaufgaben bestehen.
- Von den vier Aufgaben wird eine Aufgabe in einer eingeschränkten Lehrerwahl abgewählt und eine weitere von den Schülern. Das ist neu!
- Demnach werden zwei Aufgaben von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet.
- Jede Aufgabe geht zu 50% in die Wertung ein. Insgesamt werden 100 Bewertungseinheiten (BE) für den Grund- und den Leistungskurs vergeben, also 50 BE pro Aufgabe.

Weitere Informationen erhalten die Schulen in den nächsten Fachbriefen.

## **2. Wie erfolgt die Evaluation der Bildungsstandards den Naturwissenschaften?**

Im Mai 2012 wird in den Fächern Biologie, Chemie und Physik und Mathematik an ausgewählten Schulen Berlins und Brandenburgs der Ländervergleich zu den KMK-Bildungsstandards durchgeführt. An diesen Schulen bearbeiten Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe bundesweit Aufgaben. In den naturwissenschaftlichen Fächern werden in einer ersten Stufe im Rahmen dieses Ländervergleichs zunächst die Kompetenzbereiche „Umgang mit Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ getestet. Die zweite Stufe folgt voraussichtlich 2018 für die Kompetenzbereiche „Bewertung“ und „Kommunikation“.

Das vorliegende Material soll die betreffenden Lehrkräfte darüber informieren, welche Intentionen dem Test zu Grunde liegen, wie der Test abläuft und welche Aufgabenformate verwendet werden. Darüber hinaus kann es für eine langfristige Weiterentwicklung des Unterrichts genutzt werden.

Die Konstruktion der Testaufgaben folgt Kompetenzstufenmodellen, die vom IQB (Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen) in Zusammenarbeit mit den Universitäten Gießen (Prof. Dr. Mayer - Biologie), Duisburg/Essen (Prof. Dr. Sumfleth - Chemie und Prof. Dr. Fischer - Physik) entwickelt werden. Die Kompetenzmodelle für die Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung und Bewertung liegen bereits vor, entsprechende Testaufgaben werden zurzeit von Lehrerteams aus verschiedenen Bundesländern entwickelt.

### **Wer nimmt an der Studie teil und wann findet sie statt?**

Am Ländervergleich 2012 nehmen ca. 50.000 Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe aus über 1.300 Schulen in Deutschland teil. In jeder der nach einem Zufallsverfahren gezogenen Schule werden ebenfalls per Zufall ein bis zwei Klassen bestimmt, die am Test teilnehmen. Der Zeitraum der Datenerhebung erstreckt sich in ausgewählten Bundesländern von Mai bis Juni 2012.

### **Was wird außer zu den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler noch erhoben?**

Im Rahmen der Studie soll auch untersucht werden, welche Rolle schulische und außerschulische Lerngelegenheiten für die Schülerinnen und Schüler spielen und inwieweit Rahmenbedingungen für die Optimierung von Lernprozessen genutzt werden können. Zu diesem Zweck werden die Schülerinnen und Schüler, die Fachlehrerinnen und Fachlehrer der entsprechenden Fächer sowie auch die Schulleiterinnen und Schulleiter der teilnehmenden Schulen schriftlich befragt. Darüber hinaus werden im Ländervergleich auch Indikatoren für Lesefähigkeit und kognitive Grundfähigkeit eingesetzt.

### **Wer verantwortet die Studie und wer führt die Studie durch?**

Auftraggeber der Studie sind die Kultusministerinnen und Kultusminister der Länder. Die wissenschaftliche und datenschutzrechtliche Gesamtverantwortung für den Ländervergleich liegt beim Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) an der Humboldt-Universität zu Berlin unter der Leitung von Prof. Dr. Petra Stanat und Prof. Dr. Hans Anand Pant. Am IQB werden die Messinstrumente und Fragebögen entwickelt, erprobt und optimiert. Mit der Organisation und Durchführung der Studie wurde das IEA Data Processing and Research Center (DPC) in Hamburg beauftragt. Die Testung selbst wird von externen Testleiterinnen und Testleitern durchgeführt, die vom DPC für diese Aufgabe geschult werden.

### **Wer wertet die Studie aus und wann wird darüber berichtet?**

Die Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler und die Datenaufbereitung erfolgt durch das DPC nach Maßgaben des IQB. Die statistischen Analysen zur Ermittlung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Ländern erfolgen am IQB. Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst, der 2013 der Öffentlichkeit vorgestellt wird. Im Anschluss an diese Veröffentlichung werden alle teilnehmenden Schulen in einer separaten Rückmeldung über das Ergebnis ihrer Schule informiert werden.

### **Informationen zum Test und zu den Testaufgaben**

#### **Welche Aufgaben werden in den Tests verwendet?**

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

- (a) geschlossene Aufgabenformate
- (b) halboffene Aufgabenformate und
- (c) offene Aufgabenformate.

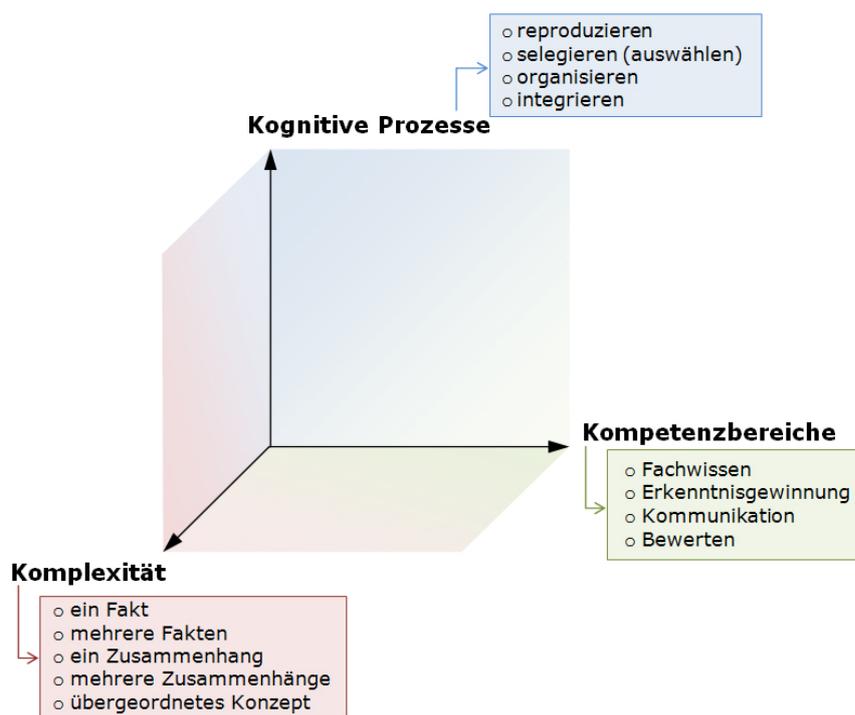
Geschlossene Aufgabenformate werden maschinell ausgewertet. Halboffene oder offene Formate erfordern Beurteilungen durch geschulte Kodierinnen und Kodierer anhand von genauen Kodieranweisungen.

| Antwortformat                                 | Merkmal   |
|---|---|
| geschlossenes Antwortformat (multiple choice) | Es existieren mehrere Antwortmöglichkeiten, wobei nur eine Auswahlantwort richtig ist.                        |
| halboffenes Antwortformat                     | Es wird eine kurze Antwort in ein vorgegebenes Feld eingetragen, z. B. eine Wort- oder eine Zeichenergänzung. |
| offenes Antwortformat                         | Eine ausführliche freie Antwort wird formuliert, z. B. Texte, Zeichnungen, Graphen, Gleichungen, Formeln.     |

### Kompetenzstufenmodell und Beispielaufgaben

#### Welche Konstruktionsmerkmale von Aufgaben gehen in das Kompetenzmodell ein?

Das Kompetenzmodell für die ESNaS-Studie berücksichtigt die in den Standards festgelegten Kompetenzbereiche, die allseits bekannten, allerdings verfeinerten Anforderungsbereiche und als neue Größe die Komplexität der Aufgabenstellung. Daraus ergibt sich ein dreidimensionales Kompetenzmodell.



Dreidimensionales Kompetenzmodell für die Naturwissenschaften

Die Abbildung zeigt, dass die drei Dimensionen strukturiert sind, was im Folgenden näher erläutert werden soll. Ein Vorteil dieses Modells besteht darin, dass eine relativ zielscharfe Konstruktion von Aufgaben ermöglicht wird. Aufgaben dieser Konstruktion sollen schon Eingang in den Unterricht finden, da sich mit ihnen das Erreichen verschiedener Bildungsstandards üben und überprüfen lässt. Jede Aufgabe kann in das dreidimensionale Koordinatensystem eingetragen und somit auch eingeschätzt und bewertet werden.

## **Dimension „Kompetenzbereiche“**

Die Kompetenzbereiche umfassen

- das Fachwissen,
- die Erkenntnisgewinnung,
- die Bewertung und
- die Kommunikation.

In den Fächern Biologie, Chemie und Physik wird das Fachwissen durch die Basiskonzepte strukturiert. Für das Fach Chemie sind es das Stoff-Teilchen-Konzept, das Struktur-Eigenschafts-Konzept, das Konzept der chemischen Reaktion und das Energiekonzept.

"Mittels dieser Basiskonzepte der Chemie beschreiben und strukturieren die Schülerinnen und Schüler fachwissenschaftliche Inhalte. Sie bilden für die Lernenden die Grundlage eines systematischen Wissensaufbaus unter fachlicher und gleichzeitig lebensweltlicher Perspektive und dienen damit der vertikalen Vernetzung des im Unterricht situiert erworbenen Wissens". (www.kmk.org)

## **Dimension "Kognitive Prozesse"**

Dieser Dimension liegt eine Aufgabeneinteilung hinsichtlich der kognitiven Anforderungen, die die Schülerinnen und Schüler zu leisten haben, zugrunde. Dabei werden vier kognitive Prozesse unterschieden:

- Reproduzieren
- Selegieren (Auswählen)
- Organisieren
- Integrieren

Das Reproduzieren beschreibt die niedrigste Stufe der kognitiven Anforderung. Dabei sind Fakten oder Zusammenhänge, die im Aufgabenstamm genannt werden, zu identifizieren. Unabhängig vom Aufgabentypus, ob Multiple Choice oder freie Antwort, geht es um das Wiedergeben von Fachwissen. Beim Selegieren sind hingegen im Aufgabenstamm mehrere Fakten oder Zusammenhänge benannt, von denen die jeweils zutreffenden ausgewählt werden müssen. Beim Prozess des Organisierens müssen Fakten oder Zusammenhänge verknüpft werden, um zur Lösung einer Aufgabe zu gelangen. Das Integrieren stellt die höchste Stufe der kognitiven Prozesse dar, in der eigenständig zu entscheiden ist, welche der Fakten und Zusammenhänge für die Lösung einer Aufgabe zu verknüpfen sind. Aus dieser Verknüpfung resultieren Schlussfolgerungen, die als Aufgabenlösung zu kommunizieren sind.

Diese Dimension beschreibt also die Anforderungsbereiche, die aus den EPA (Einheitliche Prüfungsanforderungen zum Abitur) bekannt sind (AB I / AB II / AB III). Das Reproduzieren und Auswählen von Fakten und / oder Zusammenhängen entspricht dem AB I, das Organisieren dem AB II und das Integrieren dem AB III.

Die Aufgabenkonstruktion der Testaufgaben der ESNaS-Studie basiert auf diesem Modell, d. h. mit den Testaufgaben wird versucht, die drei Dimensionen gezielt abzudecken.

### Dimension Komplexität

Komplexere Aufgaben haben einen höheren Schwierigkeitsgrad. Die Schülerinnen und Schüler benötigen in der Regel mehr Arbeitsschritte zu ihrer Lösung, d. h. die Komplexität berücksichtigt den Lösungsprozess einer Aufgabe, der in fünf Stufen eingeteilt wird:

- I ein Fakt
- II zwei (mehrere) Fakten
- III ein Zusammenhang
- IV zwei (mehrere) Zusammenhänge
- V Anwendung eines übergeordneten Konzeptes

In der Realität finden sich allerdings häufig Abweichungen von der Untergliederung dieser Dimension, denn im Unterricht — und so auch in den Aufgaben dieser Handreichung — finden sich Aufgaben mit mehr als zwei Fakten bzw. Zusammenhängen. Die Struktur dieser Dimension hat also insbesondere für die Umfrage eine Bedeutung. Damit wird auch die Modellhaftigkeit der Kompetenzerfassung deutlich: die Einteilung birgt eine Beschränkung in der Erfassung der Lernprozesse, die letztlich durch die statistische Auswertbarkeit der Aufgaben verursacht wird.

### Matrix der Aufgabenschwierigkeit

Die folgende Matrix ermöglicht einen Überblick über den Schwierigkeitsgrad von Aufgaben. Dabei steigt die Schwierigkeit von links unten nach rechts oben an. In einer einfachen Aufgabe wird ein Fakt reproduziert, in sehr anspruchsvollen Aufgaben hingegen müssen Konzepte auf neue Situationen übertragen (integriert) werden.

|                                    |                 |                    |                         |                           |                |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|
| <b>Integrieren</b>                 |                 |                    |                         |                           |                |
| <b>Organisieren</b>                |                 |                    |                         |                           |                |
| <b>Selektieren<br/>(Auswählen)</b> |                 |                    |                         |                           |                |
| <b>Reproduzieren</b>               |                 |                    |                         |                           |                |
|                                    | <b>Ein Fakt</b> | <b>Zwei Fakten</b> | <b>Ein Zusammenhang</b> | <b>Zwei Zusammenhänge</b> | <b>Konzept</b> |

*Schwierigkeit steigt* →

### Definition der Kompetenzstufen

In den Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Fächer werden Kompetenzen ausgewiesen, die bei der Erlangung des MSA in dem jeweiligen Fach in der Regel erwartet werden. Um die Kompetenzen darüber hinaus möglichst umfassend darstellen zu können, wurde 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 zwischen fachdidaktischen Erwägungen und psychometrischen Analysen mit Blick auf Schulpraxis und Bildungspolitik. Die auf empirischen Daten beruhenden Kompetenzstufen können fünf qualitativ abgestuften, normativen Standards zugeordnet werden und bezogen auf den MSA wie in der folgenden Tabelle beschrieben werden.

| Stufe | Standard                             | Beschreibung des Standards  |
|-------|--------------------------------------|---|
| V     | Optimalstandard<br>(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 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 verfügen über Kompetenzen, die im Durchschnitt bis zur Erreichung des MSA erworben werden sollen.  |
| II    | Mindeststandard                      | Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard erreichen, verfügen über die Kompetenzen, welche alle Schülerinnen und Schüler bis zum MSA erworben haben sollten.  |
| I     | Unterer<br>Mindeststandard           | Schülerinnen und Schüler 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.  |

**Welche Bedeutung hat das Kompetenzstufenmodell für den Physikunterricht?**

Das Kompetenzstufenmodell ermöglicht erstmals die zielgerichtete Erstellung von Aufgaben zum Lernen und Prüfen in unterschiedlichen Anforderungsbereichen. Ausgehend vom Schulinternen Curriculum können die Schulen differenzierte Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler erstellen und damit auf die individuelle Kompetenzentwicklung reagieren. Ein zweiter wichtiger Aspekt ist die Diagnosemöglichkeit für die individuelle Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Die Lehrkräfte werden in die Lage versetzt, Rückmeldungen an die Lerner bezüglich ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten zu geben, so zum Beispiel, ob Schüler mit Fakten umgehen können oder darüber hinaus auch Zusammenhänge und Konzepte beschreiben und bearbeiten können.

**Beschreibung der Kompetenzstufen in den Kompetenzbereichen „Umgang mit Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ (Auszug)**

| Kompetenzstufe | Umgang mit Basiskonzepten   | Problemlösen   |
|----------------|---|--|
|                | Die Schülerinnen und Schüler können ...   |  |
| I              | in lebensweltlichen Zusammenhängen vorgegebene physikalische Bezüge zu<br>- Energieform und Umwandlung<br>- (Materie-)Teilchen und Stoffeigenschaften<br>- elektrischen Strom<br>- Gleichgewicht und Störung wiedergeben.   | Aufgaben mit physikalischen Bezügen nach vorgegebenem Muster lösen.  |
| II             | - einzelne Energieformen,<br>- Beispiele für die Strukturiertheit der Materie,<br>- unterschiedliche Wirkungen von Kräften<br>- grundlegende Gleichgewichtszustände beschreiben.  | gegebene Lösungen von physikbezogenen Aufgaben und Problemen wiedergeben und erläutern.  |
| III            | unterschiedliche Situationen unter Berücksichtigung<br>- von Energieformen (...),<br>- der Strukturiertheit der Materie (...),<br>- von Gleichgewichtszuständen (...) erklären.<br>Veränderungen auf die Wirkung von Kräften, Feldern und Strahlung zurückführen.   | physikalische Kenntnisse (funktionale Zusammenhänge, Gesetzmäßigkeiten, Grundprinzipien, Größenordnungen, Messvorschriften, Naturkonstanten) zur Lösung von Aufgaben und Problemen nutzen.     |
| IV             | unterschiedliche neue Situationen unter Berücksichtigung<br>- von Energieformen (...),<br>- der Strukturiertheit der Materie (...),<br>- von Gleichgewichtszuständen (...) qualitativ und in Ansätzen quantitativ erklären.<br>Veränderungen in komplexen Vorgängen auf die Wirkung von Kräften, Feldern und Strahlung zurückführen.      | physikalische Kenntnisse zur Lösung von neuen Aufgaben und Problemen nutzen.<br><br>physikbezogene Aufgaben- bzw. Problemlösungen beschreiben.   |
| V              | unterschiedliche komplexe Situationen unter Berücksichtigung<br>- von Energieformen (...),<br>- der Strukturiertheit der Materie (...),<br>- von Gleichgewichtszuständen (...) qualitativ und quantitativ erklären.<br>Veränderungen in komplexen Vorgängen auf die Wirkung von Kräften, Feldern und Strahlung differenziert beschreiben. | selbstständig physikalische Kontexte identifizieren, die zur Lösung von Aufgaben und Problemen benötigt werden.<br><br>selbstständig physikbezogene Aufgaben- bzw. Problemlösungen entwickeln. |

## Aufgabenbeispiele für das Fach Physik

### Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“

Das für die Bearbeitung der Aufgaben erforderliche wesentliche Fachwissen wird den Schülerinnen und Schülern vorgegeben. Diese Fachinformationen ermöglichen den Schülerinnen und Schülern einerseits die Erinnerung an länger zurückliegende Unterrichtsinhalte, können andererseits aber auch eine Erweiterung ihres Wissens darstellen. Entscheidend für den Nachweis von Kompetenz ist nicht die Reproduktion von Fachwissen, sondern die Fähigkeit des Umgangs mit Fachwissen.

### Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“

Der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess ist besonders gekennzeichnet durch das hypothesengeleitete Experimentieren. Das Prinzip der Variablenkontrolle und das Auswerten der gewonnenen Daten sind dabei von großer Bedeutung. Typisch für die Bildung und Anwendung von Modellen sind in der Sekundarstufe I z. B. das Teilchenmodell und ein einfaches Atommodell.

Die in folgenden Anhang aufgeführten Aufgabenbeispiele sollen das Konstruktionsprinzip der Aufgaben verdeutlichen. Diese Beispiele können zudem im Unterricht an passender Stelle eingesetzt werden und sie lassen leicht auf ähnliche Unterrichtsinhalte übertragen.

### Anhang mit Aufgabenbeispielen

Die Aufgaben können unter <http://www.iqb.hu-berlin.de/laendervergleich/LV2012> heruntergeladen werden. Für die Verwendung von Aufgaben, in denen farbige Darstellungen eine Rolle spielen, ist es sinnvoll, die Originaldateien zu verwenden.

### Beispiel Physik 1 Strom

#### Fachinformation

Die elektrische Stromstärke gibt an, wie viele Ladungsträger pro Zeitspanne an einer bestimmten Stelle des Leiters vorbeifließen. Das physikalische Formelzeichen der Stromstärke ist  $I$ . Die Einheit der Stromstärke ist Ampere (A).

In welcher Einheit wird die elektrische Stromstärke gemessen? Kreuze an.

- Volt (V)
- Ampere (A)
- Wattsekunde (Ws)
- Watt (W)

| Umgang mit Fachwissen                             |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Reproduzieren | <input type="checkbox"/> Selegieren (Auswählen) | <input checked="" type="checkbox"/> ein Fakt                     | <input type="checkbox"/> zwei Fakten        |
| <input type="checkbox"/> Organisieren             | <input type="checkbox"/> Integrieren            | <input type="checkbox"/> ein Zusammenhang                        | <input type="checkbox"/> zwei Zusammenhänge |
|   |   | <input type="checkbox"/> Anwendung eines übergeordneten Konzepts |   |

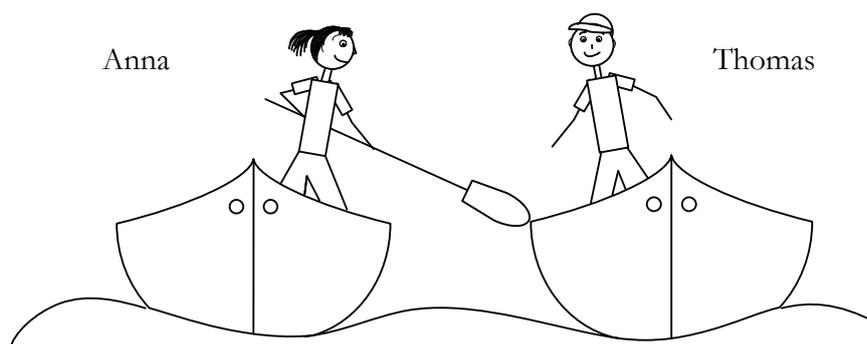
Ein kleiner physikalischer Text wird sinnerfassend gelesen, ein Fachbegriff wird identifiziert und wiedergegeben. Die erfolgreiche Bearbeitung dieser Aufgabe entspricht dem unteren Bereich des geforderten Mindeststandards (Kompetenzstufe I).

**Beispiel Physik 2**  
**Kräfte bei Bewegungen**

**Fachinformation**

Wechselwirkungsgesetz:

Wenn zwei Körper aufeinander einwirken, wirkt auf jeden Körper eine Kraft. Diese Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet.



Anna und Thomas befinden sich in zwei verschiedenen Ruderbooten dicht nebeneinander auf einem See. Anna drückt mit einem Ruder gegen Thomas' Boot. Warum bewegen sich beide Boote und nicht nur Thomas' Boot?

Kreuze an.

Wenn Anna das Boot von Thomas wegstößt, ...

- ... überträgt sich diese Kraft wieder zurück auf Annas Boot.
- ... teilt sich diese Kraft auf beide Boote auf.
- ... wirkt auf Annas Boot eine entgegengesetzte Kraft, die genauso groß ist.
- ... wird Wasser verdrängt, das die Boote auseinandertreibt.

| Umgang mit Fachwissen                            |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Reproduzieren           | <input type="checkbox"/> Selegieren (Auswählen) | <input type="checkbox"/> ein Fakt                                | <input type="checkbox"/> zwei Fakten        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Organisieren | <input type="checkbox"/> Integrieren            | <input checked="" type="checkbox"/> ein Zusammenhang             | <input type="checkbox"/> zwei Zusammenhänge |
|  |   | <input type="checkbox"/> Anwendung eines übergeordneten Konzepts |   |

Basiskonzept: Wechselwirkung

Ein durch die Fachinformation gegebenes physikalisches Gesetz wird mit einem Phänomen zusammengeführt. Dies erfordert ein Verständnis formalisierter Gesetze.

Die erfolgreiche Bearbeitung der Aufgabe ist typisch für die Erreichung des Regelstandards (Kompetenzstufe III).

**Beispiel Physik 3  
Röntgenstrahlung**

**Fachinformation**

Röntgenstrahlen können Stoffe durchdringen, ein Teil der Strahlung wird dabei jedoch stets verschluckt („absorbiert“).  
Röntgenstrahlen können einen Fotofilm schwärzen: Je mehr Strahlung auf eine bestimmte Stelle des Films trifft, desto dunkler wird diese Stelle.



Bei der Aufnahme eines Röntgenbildes wird der Körper von der einen Seite mit Röntgenstrahlen bestrahlt. Auf der anderen Seite des Körpers befindet sich ein Fotofilm, auf dem das Röntgenbild entsteht.

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?  
Kreuze an.

- Röntgenstrahlen schwärzen den Film entsprechend der Helligkeit der jeweils durchstrahlten Objekte.
- Röntgenstrahlen werden vom Knochen stärker verschluckt als von Muskeln oder Gewebe.
- Röntgenstrahlen regen insbesondere Knochen entsprechend ihrer Dicke zur Abgabe von Strahlung an.
- Die dunklen Zonen auf dem Film geben an, wo die Röntgenstrahlen im Brustkorb besonders stark verschluckt werden.

| Umgang mit Fachwissen                  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Reproduzieren | <input type="checkbox"/> Selegieren (Auswählen) | <input type="checkbox"/> ein Fakt   | <input type="checkbox"/> zwei Fakten        |
| <input type="checkbox"/> Organisieren  | <input checked="" type="checkbox"/> Integrieren | <input type="checkbox"/> ein Zusammenhang                                   | <input type="checkbox"/> zwei Zusammenhänge |
|  |   | <input checked="" type="checkbox"/> Anwendung eines übergeordneten Konzepts |   |

Basiskonzept: Wechselwirkung:

Durch die Fachinformation werden physikalische Zusammenhänge vorgegeben, die i.A. das Wissen der Schüler erweitern und ergänzen. Diese müssen zur Erklärung eines komplexen Phänomens angewendet werden.

Die erfolgreiche Bearbeitung der Aufgabe ist typisch für die Erreichung der höchsten Kompetenzstufe V (Maximalstandard) und übertrifft den Regelstandard deutlich.

**Beispiel Physik 4**  
**Untersuchungen zum elektrischen Widerstand**

Ina hat gelernt, dass der elektrische Widerstand eines Drahtes von seiner Länge und von der Größe seiner Querschnittsfläche abhängt.



Nun soll Ina in einem Experiment untersuchen, ob der elektrische Widerstand eines Drahtes auch von dem Material abhängt. Sie hat zwei Drähte zur Verfügung: einen Draht aus Eisen und einen aus Kupfer. Beide Drähte sind 1,00 m lang und haben eine Querschnittsfläche von 0,1 mm<sup>2</sup>.

In welcher Eigenschaft unterscheiden sich die beiden Drähte? Kreuze an.

Sie unterscheiden sich ...

- ... in ihrer Querschnittsfläche.
- ... in ihrem Material.
- ... in ihrer Form.
- ... in ihrer Länge.

| Erkenntnisgewinnung                    |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Reproduzieren | <input checked="" type="checkbox"/> Selegieren (Auswählen) | <input checked="" type="checkbox"/> ein Fakt                     | <input type="checkbox"/> zwei Fakten        |
| <input type="checkbox"/> Organisieren  | <input type="checkbox"/> Integrieren                       | <input type="checkbox"/> ein Zusammenhang                        | <input type="checkbox"/> zwei Zusammenhänge |
|  |  | <input type="checkbox"/> Anwendung eines übergeordneten Konzepts |   |

Naturwissenschaftliche Untersuchungen (Untersuchungsdesign, Variablenkontrolle):

Ein kleiner physikalischer Text wird sinnerfassend gelesen, eine Variable wird identifiziert und wiedergegeben.

Die erfolgreiche Bearbeitung dieser Aufgabe entspricht noch nicht dem geforderten Mindeststandard (Kompetenzstufe I).

**Beispiel Physik 5**  
**Schallgeschwindigkeit**

Jana steht auf einer großen Baustelle. Sie beobachtet einen Arbeiter, der mit einem schweren Hammer einen Eisenstab in den Boden schlägt. Jana fällt auf, dass sie die Schläge erst eine ganze Weile später hört, als dass sie diese sieht. Sie erklärt sich das damit, dass der Schall eine gewisse Zeit braucht, bis er an ihr Ohr gelangt.

Um diese Vermutung zu überprüfen, möchte sie zusammen mit ihrem Freund Pit die Geschwindigkeit von Schall messen: Auf einer langen, geraden Straße schlägt Pit in genau bestimmten Entfernungen von jeweils mehreren hundert Metern gut sichtbar mit einem Hammer auf eine Stahlplatte. Jana misst mit einer Stoppuhr jedes Mal die Zeit zwischen Sehen und Hören des Schlags.

Jana und Pit können voraussetzen, dass sich der Schall bei jeder ihrer Messungen gleich schnell ausbreitet.

Welche Hypothese ist dann bei Janas Experiment sinnvoll?  
Kreuze an.

- Die gemessene Geschwindigkeit wird umso größer sein, je größer die Entfernung ist.
- Die gemessene Geschwindigkeit wird umso kleiner sein, je größer die Entfernung ist.
- Die gemessene Zeit wird umso größer sein, je kleiner die Entfernung ist.
- Die gemessene Zeit wird umso größer sein, je größer die Entfernung ist.

| Erkenntnisgewinnung                              |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Reproduzieren           | <input type="checkbox"/> Selegieren (Auswählen) | <input type="checkbox"/> ein Fakt                                | <input type="checkbox"/> zwei Fakten        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Organisieren | <input type="checkbox"/> Integrieren            | <input checked="" type="checkbox"/> ein Zusammenhang             | <input type="checkbox"/> zwei Zusammenhänge |
|  |   | <input type="checkbox"/> Anwendung eines übergeordneten Konzepts |   |

Naturwissenschaftliche Untersuchungen (Hypothese):

Ein Zusammenhang wird angewendet, um eine Hypothese zu begründen.  
Die erfolgreiche Bearbeitung der Aufgabe ist typisch für die Erreichung des Regelstandards (Kompetenzstufe III).

### Beispiel Physik 6 Messfehler

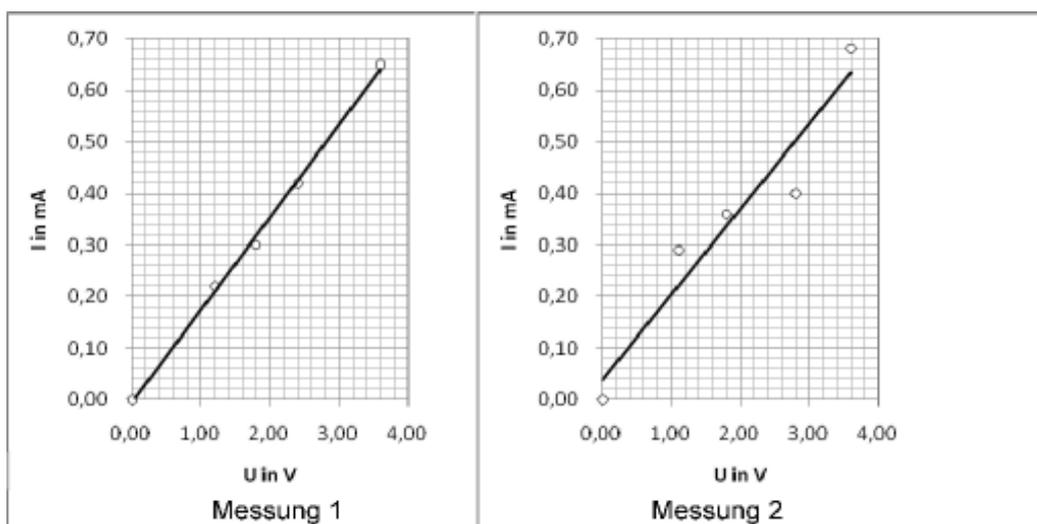
Auch wenn man bei Messungen sehr sorgfältig vorgeht und ein hochwertiges Messgerät verwendet, erhält man bei der Messung einer bestimmten Größe oftmals abweichende Messwerte. Stell dir vor, du hast die Länge eines Bleistifts mit einem Lineal gemessen und 118 mm erhalten. Die Messabweichung des Lineals beträgt  $\pm 1$  mm. Das bedeutet, dass der tatsächliche Messwert mit hoher Wahrscheinlichkeit zwischen 117 mm und 119 mm liegt.

Allgemein gilt: Je kleiner die Messabweichungen sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Messwerte nur wenig vom tatsächlichen Wert der Messgröße abweichen.

Eine Möglichkeit, die Genauigkeit von Messergebnissen zu erhöhen, besteht darin, ein und dieselbe Größe mehrmals zu messen und daraus den Mittelwert zu bestimmen. An einem elektrischen Stromkreis werden zwei Messreihen aufgenommen.

| Messung 1 |         | Messung 2 |         |
|-----------|---------|-----------|---------|
| U in V    | I in mA | U in V    | I in mA |
| 0,00      | 0,00    | 0,00      | 0,00    |
| 1,20      | 0,22    | 1,10      | 0,29    |
| 1,80      | 0,30    | 1,80      | 0,36    |
| 2,40      | 0,42    | 2,80      | 0,40    |
| 3,60      | 0,65    | 3,60      | 0,68    |

U steht dabei für Spannung, V für Volt, I für Strom und mA für Milliampere.



Formuliere ein Kriterium, mit dem entschieden werden kann, welche von den beiden Messungen genauer ist.

| Erkenntnisgewinnung                    |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Reproduzieren | <input type="checkbox"/> Selegieren (Auswählen) | <input type="checkbox"/> ein Fakt   | <input type="checkbox"/> zwei Fakten        |
| <input type="checkbox"/> Organisieren  | <input checked="" type="checkbox"/> Integrieren | <input type="checkbox"/> ein Zusammenhang                                   | <input type="checkbox"/> zwei Zusammenhänge |
|  |   | <input checked="" type="checkbox"/> Anwendung eines übergeordneten Konzepts |   |

Naturwissenschaftliche Untersuchungen (Auswerten von Daten):

Die Ergebnisse von Experimenten müssen verglichen und beurteilt werden, das Konzept der Fehlerdiskussion muss angewendet werden.

Die erfolgreiche Bearbeitung der Aufgabe ist typisch für die Erreichung der höchsten Kompetenzstufe V (Maximalstandard) und übertrifft den Regelstandard deutlich.