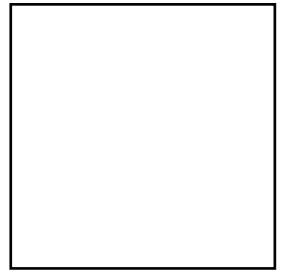


Bildungsstandards

im Fach Physik

für den Mittleren Schulabschluss



Rahmenvereinbarung

(Text folgt)

Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Der Beitrag des Faches Physik zur Bildung	5
2 Kompetenzbereiche des Faches Physik	7
2.1 Fachwissen	8
2.2 Erkenntnisgewinnung	9
2.3 Kommunikation	10
2.4 Bewertung	10
3 Standards für die Kompetenzbereiche des Faches Physik	11
3.1 Standards für den Kompetenzbereich Fachwissen	11
3.2 Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung	11
3.3 Standards für den Kompetenzbereich Kommunikation	12
3.4 Standards für den Kompetenzbereich Bewertung	12
4 Aufgabenbeispiele	13
4.1 Fachspezifische Beschreibung der Anforderungsbereiche	13
4.2 Kommentierte Aufgabenbeispiele	15

1 Der Beitrag des Faches Physik zur Bildung

Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten, beispielsweise bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Verfahren in der Medizin, der Bio- und Gentechnologie, der Neurowissenschaften, der Umwelt- und Energietechnologie, bei der Weiterentwicklung von Werkstoffen und Produktionsverfahren sowie der Nanotechnologie und der Informationstechnologie. Andererseits birgt die naturwissenschaftlich technische Entwicklung auch Risiken, die erkannt, bewertet und beherrscht werden müssen. Hierzu ist Wissen aus den naturwissenschaftlichen Fächern nötig.

Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung. Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Darüber hinaus bietet naturwissenschaftliche Grundbildung eine Orientierung für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder und schafft Grundlagen für anschlussfähiges, berufsbezogenes Lernen.

Die Physik stellt eine wesentliche Grundlage für das Verstehen natürlicher Phänomene und für die Erklärung und Beurteilung technischer Systeme und Entwicklungen dar. Durch seine Inhalte und Methoden fördert der Physikunterricht für das Fach typische Herangehensweisen an Aufgaben und Probleme sowie die Entwicklung einer spezifischen Weltansicht.

Physik ermöglicht Weltbegegnung durch die Modellierung natürlicher und technischer Phänomene und die Vorhersage der Ergebnisse von Wirkungszusammenhängen. Dabei spielen sowohl die strukturierte und formalisierte Beschreibung von Phänomenen als auch die Erarbeitung ihrer wesentlichen physikalischen Eigenschaften und Parameter eine Rolle. Im Physikunterricht können die Schülerinnen und Schüler vielfältige Anlässe finden, die physikalische Modellierung natürlicher Phänomene zur Erklärung zu nutzen.

Somit wird im Physikunterricht eine Grundlage für die Auseinandersetzung der jungen Menschen mit naturwissenschaftlichen Themen und ihren gesellschaftlichen Zusammenhängen gelegt. Zudem leistet er einen Beitrag zu anderen Fächern und zur Vorbereitung auf technische Berufe bzw. weiterführende Bildungsgänge und ermöglicht damit ein anschlussfähiges Orientierungswissen.

2 Kompetenzbereiche des Faches Physik

Mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses verfügen die Schülerinnen und Schüler über naturwissenschaftliche Kompetenzen im Allgemeinen sowie physikalische Kompetenzen im Besonderen. Kompetenzen sind nach Weinert¹ „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.

Die in vier Kompetenzbereichen festgelegten Standards beschreiben die notwendige physikalische Grundbildung. Die im Kompetenzbereich Fachwissen vorgenommene vertikale Vernetzung durch die übergeordneten vier Basiskonzepte Materie, Wechselwirkung, System und Energie soll den Schülerinnen und Schülern kumulatives Lernen erleichtern. Zugleich wird auf Basis des Fachwissens der Kompetenzerwerb in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewerten ermöglicht und das Fachwissen in gesellschaftlichen und alltagsrelevanten Kontexten angewandt. Darüber hinaus bieten die Kompetenzen Anknüpfungspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten.

Kompetenzbereiche im Fach Physik	
Fachwissen	Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen
Erkenntnisgewinnung	Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertung	Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Schülerinnen und Schüler mit einem Mittleren Schulabschluss müssen im Fach Physik Kompetenzen erworben haben, die neben den Fachinhalten auch die Handlungsdimension berücksichtigen:

- Die drei Naturwissenschaften bilden die inhaltliche Dimension durch Basiskonzepte ab. Sie begünstigen kumulatives, kontextbezogenes Lernen. Sie systematisieren und strukturieren Inhalte so, dass der Erwerb eines grundlegenden, vernetzten Wissens erleichtert wird. Die inhaltliche Dimension umfasst übergreifende, inhaltlich begründete Prinzipien und Erkenntnis leitende Ideen, mit denen Phänomene physikalisch beschrieben und geordnet werden.
- Die Handlungsdimension bezieht sich auf grundlegende Elemente der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, also auf experimentelles und theoretisches Arbeiten, auf

¹ Weinert, F. E., Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit, in: Weinert, F. E. (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen, 2001

Kommunikation und auf die Anwendung und Bewertung physikalischer Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten.

Diese beiden Dimensionen physikalischen Arbeitens ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, vielfältige Kompetenzen zu erwerben, die ihnen helfen, die natürliche und kulturelle Welt zu verstehen und zu erklären. Die Inhaltsdimension wird überwiegend im Kompetenzbereich Fachwissen dargestellt, die Handlungsdimension in den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Inhalts- und handlungsbezogene Kompetenzen können nur gemeinsam und in Kontexten erworben werden. Sie beschreiben Ergebnisse des Lernens, geben aber keine Unterrichtsmethoden oder -strategien vor.

2.1 Fachwissen

Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen

Physikalisches Fachwissen, wie es durch die vier Basiskonzepte charakterisiert wird, beinhaltet Wissen über Phänomene, Begriffe, Bilder, Modelle und deren Gültigkeitsbereiche sowie über funktionale Zusammenhänge und Strukturen. Als strukturierter Wissensbestand bildet das Fachwissen die Basis zur Bearbeitung physikalischer Probleme und Aufgaben.

Das Verständnis von Zusammenhängen, Konzepten und Modellen sowie deren Nutzung zur weiteren Erkenntnisgewinnung und zur Diskussion bzw. zur Lösung offener, kontextbezogener Aufgabenstellungen ist Teil einer anspruchsvollen Problembearbeitung. Im Folgenden werden die vier Basiskonzepte näher ausgeführt und Beispiele für mögliche Konkretisierungen angegeben.

1. Materie

Körper können verschiedene Aggregatzustände annehmen. Diese können sich durch äußere Einwirkungen ändern.

Körper bestehen aus Teilchen.

Materie ist strukturiert.

Beispiele

Form und Volumen von Körpern

Teilchenmodell,
Brownsche Bewegung

Atome, Moleküle, Kristalle

2. Wechselwirkung

Wenn Körper aufeinander einwirken, kann eine Verformung oder eine Änderung der Bewegungszustände der Körper auftreten.

Körper können durch Felder aufeinander einwirken.

Strahlung kann mit Materie wechselwirken, dabei können sich Strahlung und Materie verändern.

Beispiele

Kraftwirkungen, Trägheitsgesetz,
Wechselwirkungsgesetz, Impuls

Kräfte zwischen Ladungen, Schwerkraft, Kräfte zwischen Magneten

Reflexion, Brechung, Totalreflexion,
Farben, Treibhauseffekt, globale Erwärmung, ionisierende Strahlung

3. System

Stabile Zustände sind Systeme im Gleichgewicht.

Gestörte Gleichgewichte können Ströme und Schwingungen hervorrufen.

Ströme benötigen einen Antrieb (Ursache) und können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden.

Beispiele

Kräftegleichgewicht, Druckgleichgewicht, thermisches Gleichgewicht

Druck-, Temperatur- bzw. Potenzialunterschiede und die verursachten Strömungen

Elektrischer Stromkreis, thermische Ströme

4. Energie

Nutzbare Energie kann aus erschöpfbaren und regenerativen Quellen gewonnen werden.

Für den Transport und bei der Nutzung von Energie kann ein Wechsel der Energieform bzw. des Energieträgers stattfinden. Dabei kann nur ein Teil der eingesetzten Energie genutzt werden.

Die Gesamtheit der Energien bleibt konstant.

Bei Körpern unterschiedlicher Temperatur findet ein Energiefluss von alleine nur von höherer zu niedrigerer Temperatur statt.

Beispiele

fossile Brennstoffe, Wind- und Sonnenenergie, Kernenergie

Generator, Motor, Transformator, Wirkungsgrad, Entropie, Abwärme, Energieentwertung

Pumpspeicherwerk, Akkumulator, Wärmepumpe (Kühlschrank)

Wärmeleitung, Strahlung,

2.2 Erkenntnisgewinnung

Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen

Physikalische Erkenntnisgewinnung ist ein Prozess, der durch folgende Tätigkeiten beschrieben werden kann:

Wahrnehmen: Beobachten und Beschreiben eines Phänomens, Erkennen einer Problemstellung, Vergegenwärtigen der Wissensbasis,

Ordnen: Zurückführen auf und Einordnen in Bekanntes, Systematisieren

Erklären: Modellieren von Realität, Aufstellen von Hypothesen

Prüfen: Experimentieren, Auswerten, Beurteilen, kritisches Reflektieren von Hypothesen

Modelle bilden: Idealisieren, Beschreiben von Zusammenhängen, Verallgemeinern, Abstrahieren, Begriffe bilden, Formalisieren, Aufstellen einfacher Theorien, Transferieren

Eingebettet in den Prozess physikalischer Erkenntnisgewinnung sind das Experimentieren und das Entwickeln von Fragestellungen wesentliche Bestandteile physikalischen Arbeitens. In jedem Erkenntnisprozess wird auf bereits vorhandenes Wissen zurückgegriffen.

2.3 Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

Die Fähigkeit zu adressatengerechter und sachbezogener Kommunikation ist ein wesentlicher Bestandteil physikalischer Grundbildung.

Dazu ist es notwendig, über Kenntnisse und Techniken zu verfügen, die es ermöglichen, sich die benötigte Wissensbasis eigenständig zu erschließen. Dazu gehören das angemessene Verstehen von Fachtexten, Graphiken und Tabellen sowie der Umgang mit Informationsmedien und das Dokumentieren des in Experimenten oder Recherchen gewonnenen Wissens.

Zur Kommunikation sind eine angemessene Sprech- und Schreibfähigkeit in der Alltags- und der Fachsprache, das Beherrschen der Regeln der Diskussion und moderne Methoden und Techniken der Präsentation erforderlich. Kommunikation setzt die Bereitschaft und die Fähigkeit voraus, eigenes Wissen, eigene Ideen und Vorstellungen in die Diskussion einzubringen und zu entwickeln, den Kommunikationspartnern mit Vertrauen zu begegnen und ihre Persönlichkeit zu respektieren sowie einen Einblick in den eigenen Kenntnisstand zu gewähren.

2.4 Bewertung

Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Das Heranziehen physikalischer Denkmethode und Erkenntnisse zur Erläuterung, zum Verständnis und zur Bewertung physikalisch-technischer und gesellschaftlicher Entscheidungen ist Teil einer zeitgemäßen Allgemeinbildung. Hierzu ist es wichtig, zwischen physikalischen, gesellschaftlichen und politischen Komponenten einer Bewertung zu unterscheiden. Neben der Fähigkeit zur Differenzierung nach physikalisch belegten, hypothetischen oder nicht naturwissenschaftlichen Aussagen in Texten und Darstellungen ist es auch notwendig, die Grenzen naturwissenschaftlicher Sichtweisen zu kennen.

3 Standards für die Kompetenzbereiche des Faches Physik

Im Folgenden werden für die vier Kompetenzbereiche Regelstandards formuliert, die von Schülerinnen und Schülern mit Erreichen des Mittleren Schulabschlusses zu erwerben sind. Eine Zuordnung konkreter Inhalte erfolgt exemplarisch in den Aufgabenbeispielen. Die Standards sind nach den im Kapitel 2 beschriebenen Kompetenzbereichen geordnet.

3.1 Standards für den Kompetenzbereich Fachwissen

Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen

Die Schülerinnen und Schüler

- F 1 verfügen über ein strukturiertes Basiswissen auf der Grundlage der Basiskonzepte
- F 2 geben ihre Kenntnisse über physikalische Grundprinzipien, Größenordnungen, Messvorschriften, Naturkonstanten sowie einfache physikalische Gesetze wieder
- F 3 nutzen diese Kenntnisse zur Lösung von Aufgaben und Problemen
- F 4 wenden diese Kenntnisse in verschiedenen Kontexten an
- F 5 ziehen Analogien zum Lösen von Aufgaben und Problemen heran

3.2 Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- E 1 beschreiben Phänomene und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück
- E 2 wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen aus, prüfen sie auf Relevanz und ordnen sie
- E 3 verwenden Analogien und Modellvorstellungen zur Wissensgenerierung
- E 4 wenden einfache Formen der Mathematisierung an
- E 5 nehmen einfache Idealisierungen vor
- E 6 stellen an einfachen Beispielen Hypothesen auf
- E 7 führen einfache Experimente nach Anleitung durch und werten sie aus
- E 8 planen einfache Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse
- E 9 werten gewonnene Daten aus, ggf. auch durch einfache Mathematisierungen
- E 10 beurteilen die Gültigkeit empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerung

3.3 Standards für den Kompetenzbereich Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

Die Schülerinnen und Schüler

- K 1 tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus
- K 2 unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen
- K 3 recherchieren in unterschiedlichen Quellen
- K 4 beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise
- K 5 dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit
- K 6 präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit adressatengerecht
- K 7 diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten

3.4 Standards für den Kompetenzbereich Bewertung

Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Die Schülerinnen und Schüler

- B 1 zeigen an einfachen Beispielen die Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei inner- und außerfachlichen Kontexten auf
- B 2 vergleichen und bewerten alternative technische Lösungen auch unter Berücksichtigung physikalischer, ökonomischer, sozialer und ökologischer Aspekte
- B 3 nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei modernen Technologien
- B 4 benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen

4 Aufgabenbeispiele

Zielsetzung dieses Kapitels ist die Veranschaulichung der Standards basierend auf den vier Kompetenzbereichen, sowie die Verdeutlichung eines Anspruchsniveaus.

4.1 Fachspezifische Beschreibung der Anforderungsbereiche

Da noch keine empirisch abgesicherten Kompetenzstufenmodelle vorliegen, wird zunächst zur Einschätzung der in den Aufgabenbeispielen gestellten Anforderungen auf drei Bereiche zurückgegriffen, die sich in ihrer Beschreibung an den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) orientieren. Dabei gilt, dass die Anforderungsbereiche nicht Ausprägungen oder Niveaustufen einer Kompetenz sind. Es handelt sich vielmehr um Merkmale von Aufgaben, die verschiedene Schwierigkeitsgrade innerhalb ein und derselben Kompetenz abbilden können. Die nachfolgenden Formulierungen zeigen deshalb zunächst charakterisierende Kriterien zur Einordnung in einen der Anforderungsbereiche auf.

		Anforderungsbereich		
		I	II	III
Kompetenzbereich	Fachwissen	<p><i>Wissen wiedergeben</i></p> <p>Fakten und einfache physikalische Sachverhalte reproduzieren.</p>	<p><i>Wissen anwenden</i></p> <p>Physikalisches Wissen in einfachen Kontexten anwenden, einfache Sachverhalte identifizieren und nutzen, Analogien benennen.</p>	<p><i>Wissen transferieren und verknüpfen</i></p> <p>Wissen auf teilweise unbekannte Kontexte anwenden, geeignete Sachverhalte auswählen.</p>
	Erkenntnisgewinnung	<p><i>Fachmethoden beschreiben</i></p> <p>Physikalische Arbeitsweisen, insb. experimentelle, nachvollziehen bzw. beschreiben.</p>	<p><i>Fachmethoden nutzen</i></p> <p>Strategien zur Lösung von Aufgaben nutzen, einfache Experimente planen und durchführen, Wissen nach Anleitung erschließen.</p>	<p><i>Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden</i></p> <p>Unterschiedliche Fachmethoden, auch einfaches Experimentieren und Mathematisieren, kombiniert und zielgerichtet auswählen und einsetzen, Wissen selbstständig erwerben.</p>
	Kommunikation	<p><i>Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten</i></p> <p>Einfache Sachverhalte in Wort und Schrift oder einer anderen vorgegebenen Form unter Anleitung darstellen, sachbezogene Fragen stellen.</p>	<p><i>Geeignete Darstellungsformen nutzen</i></p> <p>Sachverhalte fachsprachlich und strukturiert darstellen, auf Beiträge anderer sachgerecht eingehen, Aussagen sachlich begründen.</p>	<p><i>Darstellungsformen selbständig auswählen und nutzen</i></p> <p>Darstellungsformen sach- und adressatengerecht auswählen, anwenden und reflektieren, auf angemessenem Niveau begrenzte Themen diskutieren.</p>
	Bewertung	<p><i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i></p> <p>Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse benennen, einfache, auch technische Kontexte aus physikalischer Sicht erläutern.</p>	<p><i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren</i></p> <p>Den Aspektcharakter physikalischer Betrachtungen aufzeigen, zwischen physikalischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden.</p>	<p><i>Eigene Bewertungen vornehmen</i></p> <p>Die Bedeutung physikalischer Kenntnisse beurteilen, physikalische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts nutzen, Phänomene in einen physikalischen Kontext einordnen.</p>

4.2 Kommentierte Aufgabenbeispiele

Mit der Aufgabensammlung sollen vor allem die Kompetenz- und Anforderungsbereiche konkretisiert werden. Die dafür gewählten Inhalte beschreiben kein Curriculum.

Die Aufgabenbeispiele berücksichtigen alle Basiskonzepte, Kompetenz- und Anforderungsbereiche. Zudem werden unterschiedliche Aufgabentypen angeboten.

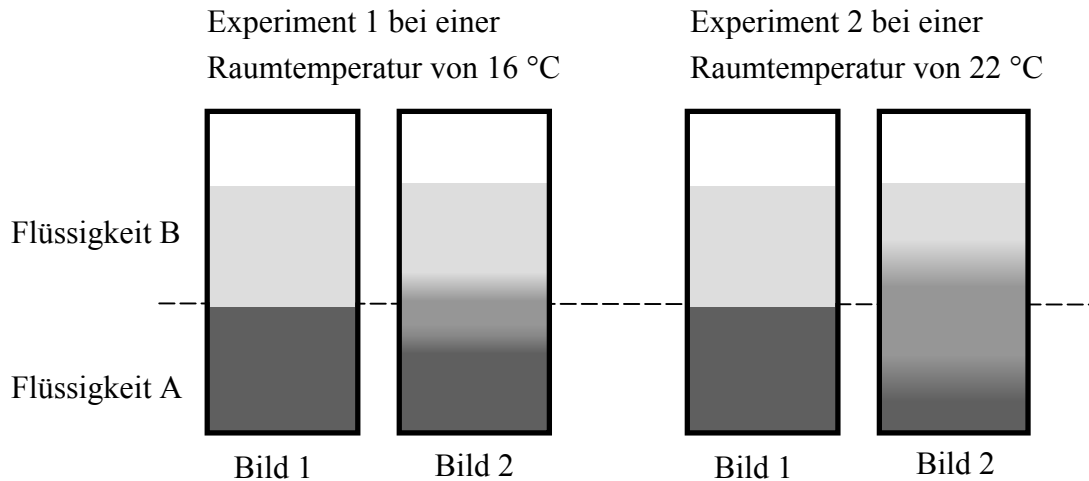
Der Schwerpunkt der Aufgaben in Bezug auf das jeweils zentrale Basiskonzept wird angegeben. Der Erwartungshorizont einer Lösung wird im Anschluss an die Aufgabenstellung beschrieben. Bei offenen Aufgaben ist nur ein Lösungsweg angegeben. Die vorgeschlagenen Erwartungshorizonte stellen einen Kompromiss zwischen schülernaher Formulierung und fachlicher Exaktheit dar.

Zu jedem Aufgabenteil gibt eine Matrix die Einordnung in die Kompetenz- und Anforderungsbereiche an. Sie basiert auf der vorstehenden allgemeinen Matrix, die zeigt, wie sich die vier Kompetenzbereiche in drei Anforderungsbereichen beschreiben lassen.

1. Aufgabenbeispiel: Durchmischung von Flüssigkeiten

(Basiskonzept Materie: Körper bestehen aus Teilchen.)

In zwei Versuchen wird mit Flüssigkeiten experimentiert, die sich vermischen können. Beide Flüssigkeiten haben jeweils die gleiche Temperatur (Raumtemperatur). Die Flüssigkeit A wird in ein Becherglas gegossen und eine zweite Flüssigkeit B wird vorsichtig darüber geschichtet. Das Becherglas wird drei Stunden ruhig stehen gelassen. Bild 1 zeigt jeweils den Ausgangszustand, Bild 2 das Endergebnis des Experimentes.



1. Beschreiben und vergleichen Sie die Ergebnisse der beiden Experimente.
2. Es werden mehrere Hypothesen zur Erklärung der Ergebnisse aufgestellt. Kreuzen Sie bei jeder Hypothese an, ob Sie diese für richtig, falsch oder unentscheidbar halten. Sollten Sie eine Hypothese für falsch halten, geben Sie eine kurze Begründung für Ihre Meinung an.

Arbeitsblatt

	Hypothesen	richtig	falsch	keine Entscheidung möglich	Begründung
1	Bei höherer Temperatur bewegen sich die Teilchen schneller und die Flüssigkeiten durchmischen sich leichter.				
2	Die Teilchen der Flüssigkeit A bewegen sich gezielt in Richtung der Flüssigkeit B.				
3	Die Teilchen der Flüssigkeit B sind schwerer als die Teilchen der Flüssigkeit A.				

Erwartungshorizont

Zu 1

Beobachtung zum Experiment 1: Die Flüssigkeiten mischen sich an der Grenzfläche, die obere Flüssigkeit ist jedoch weiter in die untere Flüssigkeit eingedrungen als umgekehrt.

Beobachtung zum Experiment 2 und Vergleich: Die Beobachtung entspricht der im Experiment 1, jedoch ist die gegenseitige Durchmischung größer.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 2

	I	II	II
F			
E			
K			
B			

	Hypothesen	richtig	falsch	keine Entscheidung möglich	Begründung
1	Bei höherer Temperatur bewegen sich die Teilchen schneller und die Flüssigkeiten durchmischen sich leichter.	X			
2	Die Teilchen der Flüssigkeit A bewegen sich gezielt in Richtung der Flüssigkeit B.		X		Die Brownsche Bewegung verläuft ungeordnet.
3	Die Teilchen der Flüssigkeit B sind schwerer als die Teilchen der Flüssigkeit A.			X	

2. Aufgabenbeispiel: Schilddrüse

(Basiskonzept Materie: Materie ist strukturiert.)

Zur Untersuchung einer Schilddrüse soll eine geeignete radioaktive Substanz (als sogenannter Marker) ausgewählt werden. Diese Substanz wird in einer Verbindung mit anderen Stoffen vom Patienten eingenommen und verteilt sich durch Stoffwechselprozesse im Körper. Mit einer besonderen Kamera wird nach einigen Stunden die Stärke der Strahlung, die von der Substanz ausgeht, für jeden Punkt der Schilddrüse aufgenommen und daraus ein Bild berechnet. Auf diesem Bild sind Veränderungen erkennbar.

- Entscheiden Sie jeweils, ob die in den Tabellen aufgeführten Eigenschaften für eine medizinische Nutzung von Bedeutung sind.

Eigenschaften von Substanzen (Marker) allgemein

giftig		grün		reflektierend		elektrisch leitend	
ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein

Halbwertszeit		ausscheidbar		Teilchendurchmesser		nachweisbar	
ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein

- Welche der angegebenen Substanzen A, B, C, D ist für die beschriebene Untersuchung geeignet? Begründen Sie ihre Entscheidung auf der Basis der folgenden Tabelle.

Strahlungseigenschaften von Substanzen (Marker)

Substanz	Strahlungsart	mittlere Reichweite		Halbwertszeit *
		in Luft	in Gewebe	
A	α	3,8 cm	0,1 mm	4 Stunden
B	β	5,5 m	2,5 cm	6 Stunden
C	β	6,7 m	4,2 cm	25 Jahre
D	γ	viele m	einige m	mehrere Stunden

* Die Halbwertszeit gibt die Zeit an, in der die ursprüngliche Strahlungsintensität einer Substanz auf die Hälfte abgesunken ist.

- Diskutieren Sie Vorteile und Gefahren einer Untersuchung, bei der radioaktive Substanzen eingesetzt werden.

Erwartungshorizont

Zu 1

Tabelle der Eigenschaften von Substanzen

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

giftig		grün		reflektierend		elektrisch leitend	
ja			nein		nein		nein

Halbwertszeit		ausscheidbar		Teilchendurchmesser		nachweisbar	
ja		ja			nein	ja	

Als Begründung bei „giftig“ kann auf die Konzentration eingegangen werden.

Zu 2

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Substanz	Reichweite	Halbwertszeit	Eignung
A	zu klein	ausreichend	nein
B	ausreichend	ausreichend	ja
C	ausreichend	zu lang	nein
D	ausreichend	ausreichend	ja

Entscheidung für B und D. Begründung der Entscheidung.

Zu 3

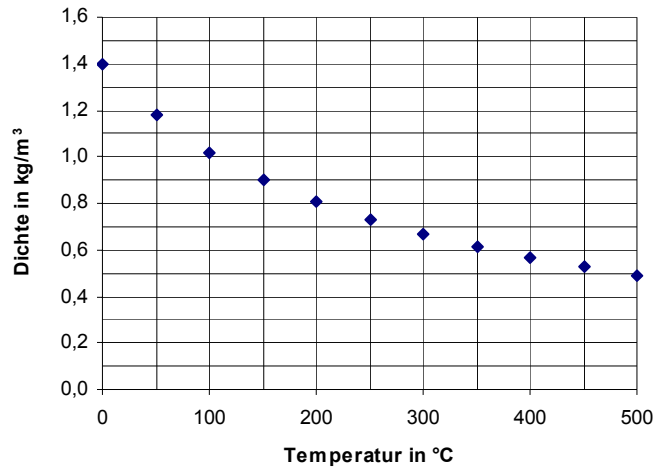
Vorteile wie z. B. gute Abbildung innerer Organe möglich, Einsatz zur Krebsbekämpfung.

Gefahren wie z. B. Schädigung gesunden Gewebes durch Strahlenbelastung von Patienten und medizinischem Personal.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

3. Aufgabenbeispiel: Heißluftballon

(Basiskonzept Materie: Körper bestehen aus Teilchen.)



Fahrten mit Heißluftballons werden immer beliebter. Mit einem Gasbrenner wird die Luft im Inneren des Ballons erhitzt. Das Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen der Dichte und der Temperatur der Luft bei konstantem Druck.

1. Erklären Sie die Lage der Messpunkte im Diagramm mit der Bewegung der Teilchen.
2. Warum schwebt der Heißluftballon? Begründen Sie Ihre Antwort mithilfe des Diagramms.
3. Der abgebildete Heißluftballon hat ein Volumen von 1600 m^3 . Die Luft im Inneren des Ballons hat eine Temperatur von 100 °C . Die Luft, in der der Ballon schwebt, hat eine Temperatur von 0 °C . Hülle, Korb und weitere Ausrüstungen wiegen zusammen etwa 340 kg .
 - Welche Masse hat die Luft im Inneren?
 - Welche Masse hat die vom Ballon verdrängte Außenluft von 0 °C ?
 - Können 5 Personen von je 75 kg gleichzeitig mit dem Ballon fahren?

Erwartungshorizont

Zu 1

Jede Temperaturerhöhung führt zu einer Zunahme der mittleren Geschwindigkeit der Gasteilchen und somit zu einer Vergrößerung des mittleren Abstandes zwischen ihnen. Dadurch nimmt die Dichte ab.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 2

Die Luft im Ballon hat durch ihre höhere Temperatur eine kleinere Dichte als die Luft, die den Ballon umgibt. Der Ballon schwebt, wenn er genauso schwer ist wie die von ihm verdrängte Luft. Deshalb muss aus seinem Inneren durch die Erwärmung so viel Luft verdrängt werden, bis die Masse dieser Luft der von Hülle, Korb und Beladung des Heißluftballons entspricht.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 3

Aus dem Diagramm wird die Dichte der Luft entnommen. Es wird die Masse der Luft bei 0 °C (etwa 2240 kg) und bei 100 °C (etwa 1600 kg) berechnet. Die Differenz aus den beiden Massen wird als die Gesamtmasse aus Hülle, Korb und Beladung erkannt (etwa 640 kg). Demzufolge können maximal 4 Personen zu je 75 kg mitfahren.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

4. Aufgabenbeispiel: Sonnenlicht

(Basiskonzept Wechselwirkung: Strahlung kann mit Materie wechselwirken, dabei können sich Strahlung und Materie verändern.)



Die Sonne ist für das irdische Leben unverzichtbar. Allerdings wird auch sehr häufig vor Gefahren der Sonnenstrahlung gewarnt. Dabei wird auf verschiedene Anteile der Sonnenstrahlung, deren Eigenschaften und Wirkungen Bezug genommen.

Nutzen Sie zur Lösung der folgenden Aufgaben die zur Verfügung stehenden Informationsquellen (Schul- und Fachbücher, Lexika, Internet, ...).

1. Nennen Sie die verschiedenen Anteile des Sonnenlichts. Wonach unterscheidet man diese?
2. Als Folge der Wechselwirkung des Sonnenlichts mit Materie lassen sich Wirkungen wie der Sonnenbrand, die Fotosynthese und die starke Erwärmung eines Körpers beobachten. Ordnen Sie diesen drei Wirkungen die dafür verantwortlichen Anteile des Sonnenlichts zu.
3. Geldscheine werden mit Hilfe von ultraviolettem Licht auf Echtheit geprüft. Beschreiben Sie eine Möglichkeit für den Nachweis des UV-Anteils in der Sonnenstrahlung mit Hilfe eines Geldscheines.

Erwartungshorizont

Zu 1

Es werden für den Menschen sichtbare und unsichtbare Anteile unterschieden.

Unsichtbare Anteile: Infrarot (Wärmestrahlung) und Ultraviolett

Sichtbare Anteile: Farbspektrum

Weitergehende Aussagen zu Eigenschaften und Wirkungen sind je nach den zur Verfügung stehenden Medien zu erwarten.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 2

Es erfolgt eine Zuordnung der verschiedenen Strahlungsanteile, z. B. in folgender Form:

- Sonnenbrand – Ursache: ultraviolette Strahlung
- Fotosynthese – Ursache: Teile des sichtbaren Lichtes
- Starke Erwärmung von Körpern – Ursache: infrarote Strahlung

In Abhängigkeit von den genutzten Informationsquellen kann die Ursache noch näher erläutert werden, z. B. wird die ultraviolette Strahlung nochmals in UV-A- und UV-B unterschieden, die letztere als die gefährlichere Strahlungsart benannt.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 3

Beschreiben eines geeigneten Verfahrens zum „Abtrennen„ des UV – Lichtes und der Umwandlung in sichtbares Licht am Geldschein in einem abgedunkelten Raum.

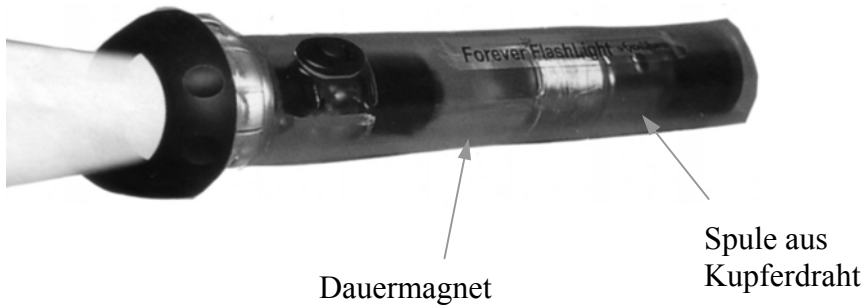
	I	II	III
F			
E			
K			
B			

5. Aufgabenbeispiel: Batterielose Taschenlampe

(Basiskonzept Wechselwirkung: Körper können durch Felder aufeinander einwirken.)

In einem Katalog wird eine neuartige Taschenlampe angeboten:

Weltneuheit: Immer einsatzbereit. Kurze Zeit in Längsrichtung schütteln (siehe Abbildung) reicht aus, und schon hat man Dauerlicht.



1. Erklären Sie, warum durch das Schütteln eine elektrische Spannung erzeugt werden kann.
2. Planen Sie ein Experiment, mit dem die Erzeugung einer solchen Spannung demonstriert werden kann.
3. Geben Sie weitere Bauteile an, die außer Spule und Magnet noch zum Betrieb dieser Lampe notwendig sind. Begründen Sie Ihre Auswahl. Fertigen Sie eine Schaltskizze der Lampe an.

Erwartungshorizont

Zu 1

Durch das Schütteln der Lampe wird eine Änderung des Magnetfeldes innerhalb der Spule hervorgerufen und dadurch eine Spannung induziert.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 2

Es wird ein geeigneter Versuchsaufbau entwickelt, der insbesondere eine Nachweismöglichkeit für die Induktionsspannung enthält. Der Versuchsaufbau kann verbal oder grafisch dargestellt werden. Es kann auch ein entsprechendes Experiment aufgebaut werden.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

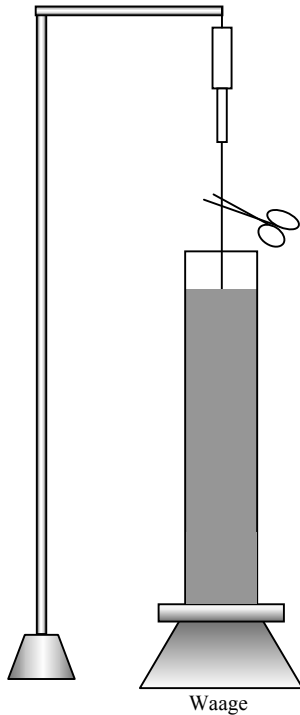
Zu 3

Es wird erkannt, dass für den fünfminütigen Dauerbetrieb ein Energiespeicher (Akkumulator oder Kondensator) notwendig ist. Dieser kann nur durch Gleichstrom geladen werden. Deshalb ist eine Gleichrichtung des Induktionsstroms notwendig. Es wird ein Schaltbild gezeichnet.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

6. Aufgabenbeispiel: Tauchexperiment

(Basiskonzept Wechselwirkung: Wenn Körper aufeinander einwirken, kann eine Verformung oder eine Änderung der Bewegungszustände der Körper auftreten.)



Auf einer Waage steht ein mit Wasser gefüllter Glaszylinder. An einem Kraftmesser hängt ein Metallstück. Mit diesem Aufbau soll experimentiert werden.

Zunächst hängt das Metallstück außerhalb des Wassers.

Anschließend wird es vollständig eingetaucht.

1. Erläutern Sie, wie sich die Messwerte von Kraftmesser und Waage verändern.
2. Wie ändern sich die Messwerte, wenn man den Faden, an dem das Metallstück hängt, durchschneidet?

Erwartungshorizont

Zu 1

Der Kraftmesser zeigt die Gewichtskraft auf das Metallstück (und den Faden) an, die Waage die Masse des gefüllten Zylinders.

Nach dem Eintauchen wird die angezeigte Kraft aufgrund der Auftriebskraft verringert. Der Auftrieb bewirkt andererseits eine Erhöhung der Anzeige der Waage.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 2

Nach dem Durchschneiden des Fadens geht der Kraftmesser auf Null zurück. Die Anzeige der Waage zeigt wiederum einen höheren Wert an.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

7. Aufgabenbeispiel: Hebel

(Basiskonzept System: Stabile Zustände sind Systeme im Gleichgewicht.)

1. Auf der Wippe kommt Clara nicht nach unten, wenn ihr großer Bruder Bernd am anderen Ende sitzt. Clara will wippen und sagt ihrem Bruder, wie er sich verhalten soll, damit das gelingt.

Was soll Bernd tun? Begründen Sie ihre Antwort.



2. Zerschneiden Sie ein Streichholz in zwei gleich große Stücke. Danach soll jedes der beiden Stücke nochmals in zwei kleinere Stücke zerbrochen werden.

Was spüren Sie beim Zerschneiden?

Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen und erklären Sie diese mit physikalischen Begriffen.

Erwartungshorizont

Zu 1

Bernd soll näher zum Mittelpunkt der Wippe rutschen, dann kann er mit Clara wippen. Bernd ist schwerer als Clara. Bei geeigneten Abständen der Kinder zum Drehpunkt ist die Wippe dennoch im Gleichgewicht. Durch Störung des Gleichgewichtes können die Kinder wippen. Das ist möglich durch Abstoßen (zusätzliche Kraft) oder durch Verlagerung der Schwerpunkte (Änderung der Abstände zum Drehpunkt).

Alternativ: Es wird eine Berechnung mit Hilfe des Hebelgesetzes vorgenommen. Dabei nutzt der Schüler Werte, die auf seiner Erfahrung beruhen.

	I	II	III
F		■	
E	■		
K		■	
B			

Zu 2

Beim ersten Mal ist das Zerbrechen ohne großen Kraftaufwand durchzuführen. Die zwei entstandenen kürzeren Stücke sind nur mit einem deutlich höheren Kraftaufwand zu zerbrechen.

Das Streichholz kann in diesem Fall als ein zweiseitiger Hebel angesehen werden. Beim ersten Bruch sind die beiden Hebelarme noch länger (geringerer Kraftaufwand). Beim Zerbrechen der kurzen Stücke sind die Hebelarme kürzer (größerer Kraftaufwand).

	I	II	III
F		■	
E	■		
K		■	
B	■		

8. Aufgabenbeispiel: Ströme

(Basiskonzept System: Stabile Zustände sind Systeme im Gleichgewicht. Gestörte Gleichgewichte können Ströme und Schwingungen hervorrufen.)

- a) Bei einem Gewitter treten Blitze zwischen Gewitterwolken und Boden auf.
- b) Ein Topf mit heißem Pudding wird in eine Schüssel mit kaltem Wasser gestellt.
- c) Aus einem aufgepumpten Fahrradschlauch wird das Ventil herausgezogen.

Was haben diese drei Phänomene miteinander zu tun? Gehen Sie auch auf die jeweilige Ursache dieser Phänomene ein.

Erwartungshorizont

Gemeinsam ist den drei Phänomenen ein Ungleichgewicht. Daraus resultieren Ströme, die aufrecht erhalten werden, bis sich das System im Gleichgewicht befindet.

Beim Blitz fließen elektrische Ladungen aufgrund eines Ladungsunterschieds (Potenzialunterschieds) zwischen Wolke und Erde.

Der Pudding kühlt sich ab und das Kühlwasser erwärmt sich bis zum Temperatenausgleich.

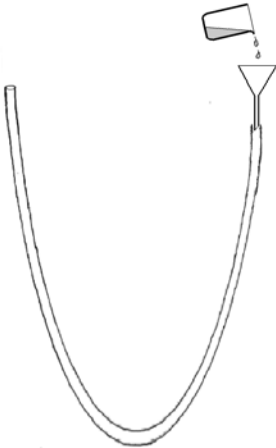
Die Luft strömt solange aus dem Fahrradschlauch aus, bis der Druck im Reifen dem äußeren Luftdruck entspricht.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

9. Aufgabenbeispiel: Schlauchwaage

(Basiskonzept System: Stabile Zustände sind Systeme im Gleichgewicht. Gestörte Gleichgewichte können Ströme und Schwingungen hervorrufen.)

Füllen Sie einen etwa 2 m langen, durchsichtigen Schlauch zu etwa zwei Dritteln mit Wasser. Sorgen Sie dafür, dass alle Luftblasen entweichen.



1. Heben Sie ein Schlauchende etwas in die Höhe und beobachten Sie die Wasserstände rechts und links! Wiederholen Sie das Ganze mit beiden Schlauchenden einige Male! Was fällt auf? Notieren Sie ihre Beobachtungen.
2. Erklären Sie die Beobachtungen.
3. Im Klassenraum sollen an gegenüberliegenden Wänden zwei Bilder in gleicher Höhe angebracht werden.
Wie könnte man mit einer Schlauchwaage die beiden Aufhängepunkte ermitteln?

Erwartungshorizont

Zu 1

Mögliche Beobachtungen:

- Die Flüssigkeit schwingt im Schlauch hin und her.
- Die Flüssigkeit kommt nach einer Weile zum Stillstand und die Wasserspiegel in den Schenkeln haben die gleiche Höhe.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 2

Durch das Hochheben des einen Schlauchteiles wird das Gleichgewicht im Schlauch gestört. Deshalb gerät die Flüssigkeit in Schwingung. Auf Grund des Luftdruckes, der auf beiden Seiten gleich wirkt, stellt sich nach einiger Zeit das Gleichgewicht wieder ein.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 3

Die Schlauchwaage muss lang genug sein.

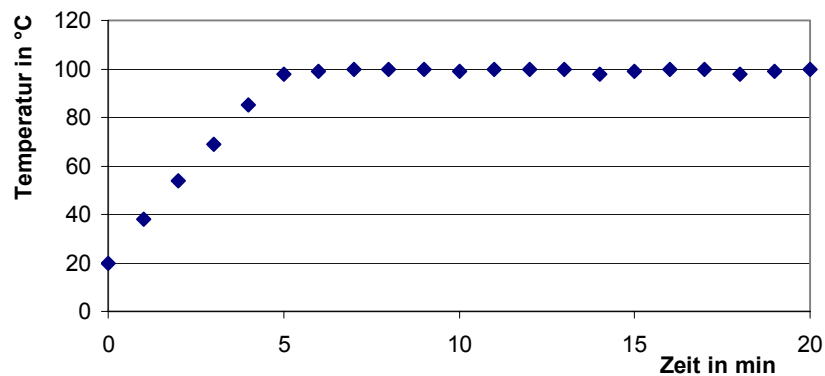
Die beiden Enden der Schlauchwaage werden in entsprechender Höhe an die gegenüberliegenden Wände gehalten. Dort wo jeweils der Wasserspiegel steht, können die Aufhängepunkte markiert werden.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

10. Aufgabenbeispiel: Energiebedarf beim Kochen von Kartoffeln

(Basiskonzept Energie: Für den Transport und bei der Nutzung von Energie kann ein Wechsel der Energieform bzw. des Energieträgers stattfinden. Dabei kann nur ein Teil der eingesetzten Energie genutzt werden.)

Kartoffeln werden auf einem Gasherd in einem Topf mit Wasser gekocht. Auf dem Topf liegt ein Deckel. Nachdem die Gasflamme entzündet wurde, wird die Temperatur des Wassers in regelmäßigen Zeitabständen gemessen. Aus den Messwerten ergibt sich folgendes Diagramm:



1. Beschreiben Sie anhand des Diagramms den Temperaturverlauf des Wassers in Abhängigkeit von der Zeit.
2. Erläutern Sie, wozu die von der Gasflamme zugeführte Energie in den ersten fünf Minuten und den folgenden fünfzehn Minuten verwendet wird.
3. Begründen Sie, warum es empfehlenswert ist nach den ersten fünf Minuten die Gasflamme kleiner einzustellen.
4. Berechnen Sie die Energie, die dem Wasser und den Kartoffeln in den ersten fünf Minuten zugeführt wird. Da Kartoffeln im Wesentlichen aus Wasser bestehen, wird angenommen, dass insgesamt 1,5 kg Wasser erwärmt werden. Man benötigt 4,19 kJ Energie, um 1 kg Wasser um 1 °C zu erwärmen.
5. Für die Erwärmung der Kartoffeln und des Wassers von 20 °C auf 100 °C wurden 0,054 m³ Erdgas benötigt. Das Erdgas hat einen Heizwert von 39 MJ/m³. Berechnen Sie den Wirkungsgrad für diese Erwärmung.
6. Die Kartoffeln waren beim Kochen in einem geschlossenen Topf nicht vollständig mit Wasser bedeckt. Nennen Sie Argumente, die dafür sprechen, beim Kochen von Kartoffeln möglichst wenig Wasser zu verwenden.

Erwartungshorizont

Zu 1

Die Temperatur steigt innerhalb der ersten 5 Minuten von 20 °C auf 100 °C fast gleichmäßig an. Danach bleibt sie weitgehend konstant auf etwa 100 °C.

	I	II	III
F		■	
E	■		
K	■		
B			

Zu 2

In den ersten fünf Minuten wird die von der Gasflamme zugeführte Energie für die Erwärmung des Wassers und der Kartoffeln verwendet, danach zum Verdampfen des Wassers. Während der ganzen Zeit wird ein Teil der zugeführten Energie an die Umgebung abgegeben.

	I	II	III
F		■	
E			
K		■	
B			

Zu 3

Nach fünf Minuten ist nur noch die Energie zuzuführen, die an die Umgebung abgegeben wird bzw. mit dem Wasserdampf entweicht. Entsprechend kann man die Gasflamme kleiner einstellen. Wird in dieser Phase zu viel Gas verbrannt, verdampft unnötig viel Wasser und damit entweicht auch mehr Wasserdampf.

	I	II	III
F		■	■
E			
K		■	
B	■		

Zu 4

Es wird der Wert für die Energie mit ca. 500 kJ berechnet.

	I	II	III
F		■	
E			
K			
B			

Zu 5

In den ersten fünf Minuten wurden beim Verbrennen ca. 2100 kJ Energie an den Kochtopf und die Umgebung abgegeben. Zum Erwärmen des Wassers und der Kartoffeln wurden ca. 500 kJ genutzt. Für den Wirkungsgrad ergibt sich ein Wert von 24 %.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 6

Wegen der geringeren Wassermenge wird weniger Energie benötigt. Über der Wasseroberfläche bildet sich Wasserdampf, der eine Temperatur von ca. 100 °C hat. Dieser Wasserdampf fördert das Garen der Kartoffeln ebenso wie das siedende Wasser.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

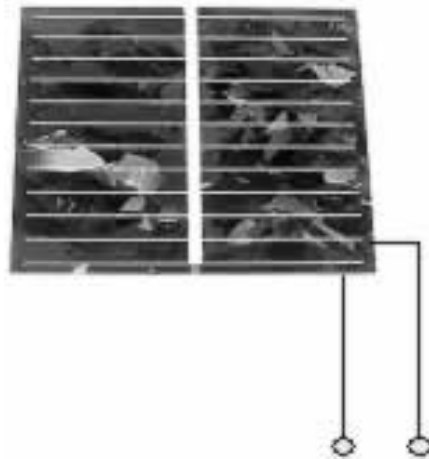
11. Aufgabenbeispiel : Experimente mit einer Solarzelle

(Basiskonzept Energie: Für den Transport und bei der Nutzung von Energie kann ein Wechsel der Energieform bzw. des Energieträgers stattfinden. Dabei kann nur ein Teil der eingesetzten Energie genutzt werden.)

Solarzellen gewinnen immer mehr an Bedeutung als regenerative Energiequellen, es gibt bereits Solarkraftwerke mit einer Leistung im Megawattbereich. Im folgenden Modellversuch übernimmt die Taschenlampe die Rolle der Sonne.

Experimentiermaterial:

- Taschenlampe
- Strommessgerät
- Spannungsmessgerät
- Verbindungsmaterial
- Solarzelle
- Elektromotor



1. Planen Sie ein Experiment, bei dem das Licht der Taschenlampe benutzt wird, um den Elektromotor in Bewegung zu setzen. Zeichnen Sie das Energieflussdiagramm für Ihr geplantes Experiment, beginnen Sie mit der Batterie. Skizzieren Sie den Versuchsaufbau.
2. Führen Sie das Experiment durch und bestimmen Sie aus Ihren Messwerten die elektrische Energie, die von der Batterie pro Sekunde abgegeben wird.
3. Bestimmen Sie die elektrische Energie, die von der beleuchteten Solarzelle in der gleichen Zeit abgegeben wird.
4. Berechnen Sie den Wirkungsgrad für die Energieübertragung zwischen Batterie und Solarzelle bei dem in Betrieb befindlichen Experiment.

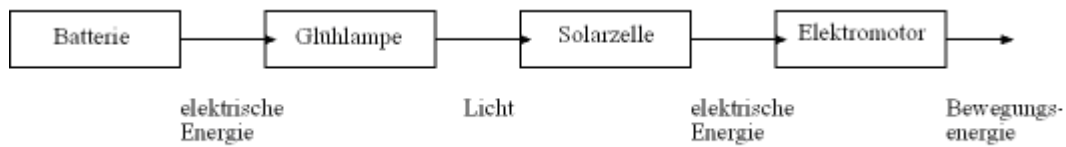
Erwartungshorizont

Zu 1

Das Experiment aus Taschenlampe, Solarzelle und Elektromotor wird geplant, dokumentiert. Das Energieflussdiagramm wird gezeichnet.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Beispiel:



Zu 2

Das Experiment wird durchgeführt. Aus Stromstärke- und Spannungsmessung wird die pro Sekunde von der Batterie abgegebene elektrische Energie bestimmt.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 3

Aus Stromstärke- und Spannungsmessung wird die pro Sekunde von der Solarzelle abgegebene elektrische Energie bestimmt.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

Zu 4

Der Wirkungsgrad wird berechnet.

	I	II	III
F			
E			
K			
B			

12. Aufgabenbeispiel: Kühlschrank

(Basiskonzept Energie: Für den Transport und bei der Nutzung von Energie kann ein Wechsel der Energieform bzw. des Energieträgers stattfinden. Dabei kann nur ein Teil der eingesetzten Energie genutzt werden.. Die Gesamtheit der Energien bleibt konstant.)

Funktionsweise des Kühlschranks:



Durch ein geschlossenes Rohrsystem wird ein Kühlmittel gepumpt. Als Pumpe dient ein elektrisch betriebener Kompressor. Über dieses System wird dem Innenraum Energie entzogen und er kühlt ab. An der Rückseite des Kühlschranks wird die dem Innenraum entzogene Energie an die Raumluft abgegeben.

An einem heißen Tag im Sommer schlägt Dieter vor, die Kühlschranktür zu öffnen, damit es im Raum kühler wird. Petra meint, es bringe nichts, im Gegenteil, es würde wärmer im Raum.

1. Es werden verschiedene Argumente vorgebracht. Kreuzen Sie diejenigen Argumente an, die Sie für richtig halten.
 - Kalte Luft strömt aus dem Kühlschrank und kühlt den Raum ab.
 - Diese Abkühlung der Raumluft setzt sich auf Dauer fort, weil das Kühlschrankaggregat ständig den Innenraum abkühlt.
 - An der Rückseite des Kühlschranks wird die Raumluft erwärmt.
 - Erwärmung und Abkühlung halten sich die Waage, die Temperatur bleibt auf Dauer konstant.
 - Die Erwärmung überwiegt, die Temperatur steigt auf Dauer.
 - Die Abkühlung überwiegt, die Temperatur fällt auf Dauer.
 - Durch die vom Kompressor abgegebene Energie wird der Raum auf Dauer erwärmt.
 - Durch den Kompressor wird der Raum auf Dauer abgekühlt.
2. Formulieren Sie eine zusammenhängende begründete Aussage zu der Frage, wie sich die Temperatur in der Küche insgesamt verändert, wenn der Kühlschrank über einen längeren Zeitraum bei offener Tür betrieben wird.

Erwartungshorizont

Zu 1

Als richtig erkannt wird:

- Kalte Luft strömt aus dem Kühlschrank und kühlt den Raum ab.
- An der Rückseite des Kühlschranks wird die Raumluft erwärmt.
- Die Erwärmung überwiegt, die Temperatur steigt auf Dauer.
- Durch die vom Kompressor abgegebene Energie wird der Raum auf Dauer erwärmt.

	I	II	II
F			
E			
K			
B			

Zu 2

Die Luft vor dem geöffneten Kühlschrank wird zwar abgekühlt und die Luft an der Rückseite erwärmt, dies würde sich jedoch auf Dauer ausgleichen. Die Erwärmung des Raumes resultiert aus der zugeführten elektrischen Energie.

	I	II	II
F			
E			
K			
B			