

Bildungsstandards für das Fach Physik

Gymnasium vor Eintritt in die Kursstufe

Gliederung

- I. Leitgedanke
- II. Bildungsstandards
- III. Musteraufgaben

I. Leitgedanke

Aus der Auswertung der Erfahrungen mit den zur Zeit gültigen Bildungsplänen, der bundesweiten und internationalen Diskussion (u.a. PISA, MNU; VdBiol, GdNÄ, Forum Bildung), der Diskussion mit den Hochschulen und der Industrie und Wirtschaft ergibt sich die Forderung in neu zu entwickelnden Lehrplänen Qualitätsstandards festzuschreiben. An erster Stelle stehen dabei physikalische Fähigkeiten und Fertigkeiten. Der angegebene Wissenskatalog bildet nur den Hintergrund, auf dem die erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten gezeigt werden. Dabei muss in den Mittelpunkt des Unterrichts die Vermittlung eines Grundwissens rücken, verbunden mit dem Abbau einer Spezialisierung durch reine Akkumulation von Fachwissen.

Vom Phänomen ausgehend, sollten Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler, die sie in den Unterricht einbringen, diskutiert werden. Physikalische Phänomene werden erst umgangssprachlich, dann auch zunehmend fachsprachlich korrekt und mathematisch beschrieben. Neben einer angemessenen Berücksichtigung des Bildungswertes einzelner Lerninhalte muss in den Naturwissenschaften das Orientierungswissen verstärkt in den Vordergrund gerückt werden. Dies kann in einem schülerzentrierten, handlungsorientierten und begabungsdifferenzierten Unterricht, der an geeigneten Stellen die Fachgrenzen überschreitet, realisiert werden. Um dieses Ziel erreichen zu können, bedarf es eine Beschränkung auf notwendige Vorgaben, damit hinreichende inhaltliche und methodische Spielräume vorhanden sind. Nur wenn die Lehrkräfte Freiräume für die thematische Gestaltung (Realitätsbezug, Motivation, erzieherische Aspekte) haben, kann ein erzieherischer Unterricht realisiert werden. Die Erziehung zu selbstverantwortlichem Lernen, Aufbau von Verantwortungsbewusstsein und Selbständigkeit muss schon in der Sekundarstufe I beginnen und auch in der Sekundarstufe II durchgängiges Prinzip sein. Damit verbindet sich die Forderung nach einer Stärkung des anwendungs- und projektbezogenen Lernens. Besondere Bedeutung kommt dabei den Aufgabenstellungen zu. Offene Problemstellungen ermöglichen in hohem Maße selbstbestimmtes Handeln mit kognitiven Freiräumen und damit einen freien Umgang mit der eigenen Gestaltungskraft.

Selbstständigkeit, inhaltliche und zeitliche Freiheit erfordern Bildungsstandards, welche die Vergleichbarkeit der Leistungsfähigkeit des Unterrichts und der Schulabschlüsse in den einzelnen Bundesländern gewährleisten. Eine interne und externe Evaluation der Qualität des Unterrichts ist erforderlich. Die Standards definieren mit den Unterrichtszielen das Unterrichts- und damit das Bildungsniveau.

Fachkompetenzen

Naturwissenschaftliche Grundbildung besteht in der Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen auf Probleme anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen und aus den vorliegenden Daten und Randbedingungen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen oder zu treffen.

Naturwissenschaftliches Wissen darf sich nicht in bloßem Faktenwissen und in der Kenntnis von Bezeichnungen, Begriffen und „Formeln“ erschöpfen. Ganz entscheidend ist das Verständnis von grundlegenden naturwissenschaftlichen Konzepten und Modellen, das Erkennen der Grenzen naturwissenschaftlichen Denkens, dessen Tragfähigkeit ständig hinterfragt werden muss. Schlussfolgerungen zu ziehen, bedarf der Fähigkeit, Informationen und Daten zu kennen, auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Gesetze zu beurteilen, auszuwählen und anzuwenden.

Eine Verständnisorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist die Voraussetzung dafür, dass die naturwissenschaftliche Bildung ein unerlässliches Mittel für die Urteilsfindung ist und eine wichtige Teilstruktur des Selbstkonzepts der Schülerinnen und Schüler bildet. Da praktische Entscheidungen immer eine soziale, politische und ökonomische Dimension haben, ist die Vermittlung von Zusammenhängen, Wertvorstellungen und die Diskussion der Verantwortung des Naturwissenschaftlers für sein Handeln neben den anzustrebenden Schlüsselqualifikationen ein wichtiges Anliegen.

Methodenkompetenz, Präsentationskompetenz und soziale Kompetenz ist auf Schülerseite in einem handlungsorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht u.a. durch projektartiges Lernen in Teams zu erreichen.

Zentrale Bildungsziele des Physik-Unterrichts sind hierbei:

- Die Auseinandersetzung mit den Alltagserfahrungen (Die Auswahl der stofflichen Inhalte orientiert sich in der Mittelstufe in starkem Maße an den Beobachtungen und Erfahrungen der Schüler, insbesondere im Alltag.), den Präkonzepten und der Intuition der Schülerinnen und Schüler; die Diskussion der Vorstellungen, die mit physikalischen Modellen verknüpft werden, sinnvolle physikalische Abschätzungen, sowie der Weg zur Findung physikalischer Gesetze; deutliche Betonung der möglichen Alltagsbezüge zur Orientierung in einer durch Naturwissenschaft und Technik geprägten Umwelt,
- Die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise, die Einführung in die Fachsprache, die Fähigkeit, sich mündlich klar auszudrücken, die Definition physikalischer Größen und Naturkonstanten, die Einführung in naturwissenschaftliche Methoden (Induktion und der Deduktion, Arbeiten in Analogien, Gedankenexperimenten), die begriffliche Strukturierung der Phäno-

mene, die Bildung von Hypothesen, die Überprüfung durch Planung und Durchführung von Experimenten, die Darstellung der Ergebnisse in Tabellen, Diagrammen, die Auswertung der Messergebnisse, eine angemessene Fehlerbetrachtung,

- Die Erkenntnis, dass Modelle Mittel zur Vereinfachung, Untersuchung und Veranschaulichung der Wirklichkeit sind, die ausgewählte Teilbereiche der Natur und Technik unter bestimmten Gesichtspunkten richtig widerspiegeln. Dabei werden Fragestellungen der Art - "Welche Bereiche der Wirklichkeit werden von den Naturwissenschaften überhaupt erfasst und welche blenden sie aus? Welche Beziehung besteht zwischen unserer Erfahrungswelt und ihrer physikalischen Beschreibung? Auf welche Weise erfolgt die Bildung von Modellvorstellungen, warum haben alle Modelle Grenzen? Welchen Stellenwert haben Idealisierungen und mathematische Näherungen? - beantwortet.
- Die Entwicklung eines modernen Weltbildes und die Diskussion philosophischer und historischer Aspekte der Physik, die Auseinandersetzung mit der Verpflichtung zur Verantwortung bei der naturwissenschaftlichen Forschung, ethische und gesellschaftliche Fragen.

Lebensnähe, neue Forschungsergebnisse der Physik, Bezüge zu moderner Technik und die Möglichkeit, Inhalte an geeigneter Stelle als Informationsblöcke darzustellen, fördern argumentatives und naturwissenschaftliches Denken. Durch geeignete Wahl der Inhalte sollen die Schülerinnen und Schüler einerseits motiviert werden, andererseits soll Wissen flexibel anwendbar werden. Naturwissenschaftliches Denken wurde von jeher im Gymnasium vermittelt. Die geforderten Methoden vermitteln dagegen neben fachsystematischem Grundlagenwissen und Fachmethoden zusätzlich das selbständige Arbeiten und die Teamfähigkeit. Gelingt ein richtiger Grad an Mathematisierung, der Einbezug des Computers zur Messwerterfassung und seine Verwendung für Modellbildungssysteme und Software-Simulatoren, so erhält man den Freiraum, Themen in verschiedenen Jahrgangsstufen für kumulatives Lernen wieder aufzugreifen und Alltagsbezüge in hinreichendem Maße in den Unterricht einzubringen. Die Weiterentwicklung der Aufgabenkultur (offene Aufgaben, sinnstiftende Kontexte), der Experimentalkultur (offene Schülerübungen, keine abschreckende Apparatephysik), eine akzeptierte Fehlerkultur (nur wenn man Fehler machen darf, kann man Lernen) und ein intelligentes Wiederholen sind für eine fundierte naturwissenschaftliche Bildung grundlegend.¹

Lernen erfolgt nicht linear und daher muss der Physik-Unterricht verstärkt der Vernetzung der Inhalte und der Herstellungen von Querbezügen auch zu anderen Fächern besondere Aufmerksamkeit widmen.

In einer naturwissenschaftlichen Bildung hat das physikalische Praktikum – u.a. auch mit zeitgemäßen Fragestellungen - eine besondere Bedeutung. Wenn offene Problemstellungen in Teamarbeit analysiert, geeignete Modellierungen gefunden und diskutiert, zugehörige Experimente geplant, durchgeführt und ausgewertet werden, ist dies eine geeignete Möglichkeit, Schlüsselqualifikationen auszubilden.

Ein lebendiger und handlungsorientierter Unterricht gelingt durch Förderung der Mädchen und Jungen und bietet optimale Chancen, neben physikalischen Inhalten auch Fach-, Methoden- und Sozial- und personale Kompetenz zu erwerben.

II Bildungsstandards

Konzepte, Modelle, Projekte

Modell: „Massepunkt“

Die Schülerinnen und Schüler erleben ihre komplexe Umwelt in einer ganzheitlichen Weise und müssen behutsam an die naturwissenschaftliche Arbeitsweise herangeführt werden, die u.a. darin besteht, eine komplexe Problemstellung durch Idealisierungen so zu vereinfachen, dass sie einer weiteren analytischen Untersuchung zugänglich wird. Eine dieser Idealisierungen ist der Massepunkt. In dieser Idealisierung spielt die Ausdehnung, die Rotation und der Eigendrehimpuls des Körpers keine Rolle.

Modell „Lichtstrahl“

Das Thema Licht und Farben fasziniert die Schülerinnen und Schüler, denn hier spielen Alltagsbezüge eine große Rolle. Damit bietet sich eine Gelegenheit, neben den Jungen vor allem auch die Mädchen in besonderer Weise zu erreichen. Mit dem Strahlenmodell sind vielfältige Erscheinungen, die im täglichen Leben eine wichtige Rolle spielen (z.B. Schattenentstehung, Sonnenfinsternis, Mondfinsternis, Mondphasen, Reflexion, Brechung usw.), auf einer anschaulichen Modellstufe zu erklären. Erst in einem späteren Schritt werden durch den Übergang zum Wellenmodell und schließlich mit der quantenphysikalischen Beschreibung weitere mögliche Betrachtungsweisen geboten. Bei diesem äußerst motivierenden Thema ist gerade durch die Möglichkeit, drei auf einander aufbauende Modellstufen zu durchlaufen, die Arbeitsweise der Naturwissenschaften besonders schön zu demonstrieren.

¹ Offene Aufgaben sollen einem schematisierten Arbeiten entgegenwirken und divergentes Denken fördern. Intelligentes Wiederholen soll beim Aufbau eines „intelligenten“ Grundwissens helfen...

Modell „Teilchen“

Die Schülerinnen und Schüler befassen sich im Anfangsunterricht zunächst mit der gegenständlichen Beschreibungsebene der Physik – so z.B. mit den makroskopischen Größen Masse, Volumen, Dichte, Temperatur, Druck. Schon bald werden aber Fragen nach einer höheren Erklärungsebene gestellt. Das Teilchenmodell bietet in einer der jeweiligen Klassenstufe angemessenen Form die Möglichkeit, die Erklärungsebene – die Modellebene zu wechseln und das Teilchenmodell einzuführen. Bei diesem Vorgehen sollte den Schülerinnen und Schülern aber der Wechsel von einer Modell-Ebene auf die andere deutlich werden.

Dynamik – Modellvorstellung „Kraft“

Kaum ein Begriff ist so mit Präkonzepten behaftet wie der Kraftbegriff. Das sich die aristotelische Vorstellung – Kraft als Ursache von Bewegung – über fast zwei Jahrtausende lang gehalten hat, bietet Anlass, über die Vergänglichkeit bzw. Grenzen menschlicher Erkenntnis nachzudenken.

Elektrisches und magnetisches Feld als physikalisches System

Im täglichen Leben werden die Schülerinnen und Schüler im Regelfall nur mit Problemstellungen konfrontiert, bei denen Kräfte ausschließlich durch direkte „Berührung“ übertragen werden oder bei denen die Wechselwirkung in einer Fernwirkungs-Vorstellung erklärt wird.

Die Modellvorstellung „Feld“ – eine Nahwirkungstheorie wird an den Beispielen, „magnetisches Feld“, „elektrisches Feld“ und „Gravitationsfeld“ erarbeitet. Dabei sollte man der Gefahr begegnen, dem „Feld“ jede Anschaulichkeit abzusprechen, obwohl das Feld als physikalisches System, das man über seine Eigenschaften (Feldlinien als Kraftwirkungslinien, Feldstärkeverteilung im Raum, evtl. Impuls, evtl. Geschwindigkeit ...) beschreiben kann, in keiner Weise „unanschaulicher“ ist als die sonstigen Modellvorstellungen. Eine Reduktion auf die mathematische Feldstärkeverteilung eines sonst „leeren Raumes“ sollte vermieden werden.

Wellenmodell

Zum Wellenmodell bringen die Schülerinnen und Schüler viele Präkonzepte (Vorstellungen) mit. Daher muss hier der Unterricht vorhandene Präkonzepte – eventuell vorhandene Fehlvorstellungen -, die weitgehend mechanisch geprägt sind, in besonders sorgfältiger Weise aufnehmen - eventuell verbessern - und zu einem Modell entwickeln, welches durch seine Anschaulichkeit den Schülerinnen und Schülern seine Leistungsfähigkeit bei der Beschreibung physikalischer Phänomene offenbar werden lässt. Angefangen bei einfachen mechanischen

Betrachtungsweisen ist eine beliebige Vertiefung und Behandlung auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen entsprechend dem Erfahrungs- und Kenntnisstand möglich.

Energiekonzept

Das Thema „Energie“ hat in allen physikalischen Theorien eine besonders zentrale Stellung. Die „Erzeugung“ elektrischer Energie und die Energieumwandlungsprozesse spielen auch bei gesellschaftspolitischen Entscheidungen eine große Rolle. Da zu diesem Thema eine Vielzahl von tragfähigen Vorstellungen von den Schülerinnen und Schülern in den Unterricht mitgebracht werden und das Thema für eine große Anzahl von Fächern eine wichtige Rolle spielt, kann hier nach der Erarbeitung der Grundbegriffe – des Basiswissens – schülerzentriert, handlungsorientiert, projektartig, selbstverantwortlich unterrichtet werden. Hierbei können diese Arbeitsaufträge folgende Begriffe, Aspekte, Schwerpunkte haben: (a) Energieformen, Energieumwandlung (Kraftwandler, goldene Regel der Mechanik ...) (b) Energieübertragung (c) Energieerhaltung - Allg. Energieerhaltungssatz (1. Hauptsatz der Thermodynamik (d) Innere Energie, Änderung der inneren Energie (e) Reversible, irreversible Vorgänge, (Entropie), Energieentwertung (f) Leistung und Wirkungsgrad.

Diese Projekte, die von allen Schülerinnen und Schülern eines Jahrganges in Teamarbeit bearbeitet werden können, liefern das Hintergrundwissen, um Entscheidungen bezüglich dieser sensiblen Thematik (Schutz der Erdatmosphäre, Ozonloch, Ozonbelastung am Boden, Treibhauseffekt, elektrische Energiegewinnung, Abfallbeseitigung usw.) zu verstehen oder selbst zu treffen.

Basis-Wissen

bedeutet, dass dieser Inhalt verpflichtend in der Mittelstufe oder in der Kursstufe behandelt wird.

Mechanik:

Sicherer Umgang mit den grundlegenden Größen der Mechanik (messtechnische Erfassung, Abschätzung, Fehlerbetrachtung, Verständnis für Zusammenhänge und ihre mathematische Formulierung). Die Bilanzierung von physikalischen Größen, insbesondere mit den Erhaltungssätzen sind grundlegende Vorgehensweisen, die vielfach genutzt werden können. Der Aufbau des Sonnensystems, die Struktur des Universums führen mit der speziellen Relativitätstheorie zur Grenze der klassischen Physik.

Inhalte:

- Masse, Volumen, Dichte
- Momentan- und Durchschnitts-Geschwindigkeit, Beschleunigung, Zusammenhang Schwerkraft, Masse.
- Impuls, Kraftbegriff, Kraftdefinition², Bezugssysteme, Trägheitskräfte^[*]
- Energieerhaltung, Impulserhaltung^[*] - Trägheitsgesetz, Wechselwirkungsgesetz, Newtonsche Grundgleichung (Definition der Krafteinheit 1N), Wirkungsgrad^[*]
- Qualitative Betrachtung der Wurfbewegung
- Kreisbewegung, Gravitation, Sonnensystem, Grundlagen über den Aufbau des Universums, Spezielle Relativitätstheorie^[*]

Optik:

Die vorhandenen Präkonzepte über die Lichtausbreitung, Lichtwahrnehmung werden korrigiert und präzisiert. Das Strahlenmodell ist geeignet viele Alltagsphänomene auf einer ersten Abstraktionsstufe zu beschreiben.

Inhalte:

- Licht an Grenzflächen (u.a. Reflexion, Brechung)
- Optische Geräte – z.B. zur Vergrößerung des Seh winkels
- Farben, Spektren^[*]

Schwingungen und Wellen:

Vorliegende Vorstellungen und Ausdrucksweisen werden in eine angemessene physikalische Fachsprache gefasst.

Inhalte:

- Harmonische Schwingung: Frequenz, Periodendauer, Amplitude, grafische Darstellung
- Grundbegriffe des Wellenmodells, harmonische Welle: Wellenlänge, Eigenschaften der Wellenausbreitung (Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz)^[*]

² $F=ma$ hat im SI-Einheitensystem den Stellenwert einer Definitionsgleichung für die Kraft.

E-Lehre:

Über Analogiebetrachtungen wird die Modellvorstellung „Strömung und Antrieb“ auf den elektrischen Stromkreis übertragen. Die funktionale Beschreibung eines Bauteils oder einer Baugruppe und die Handhabung auf der Basis dieser funktionalen Beschreibung ist eine entscheidende Fachmethode, ohne die das Arbeiten in der Elektronik- und Computertechnologie nicht denkbar wäre. Aus diesem Grunde besteht das Bildungsziel in der Formulierung der funktionalen Beschreibung von Halbleiterbauteilen, die man handlungsorientiert, schülerzentriert in Experimenten aufstellen und anwenden kann.

Inhalte:

- Geschlossene unverzweigte und verzweigte Stromkreise und ihr Antrieb.
- Messung elektrischer Stromstärken und Spannungen (Maschenregel)
- Elektrische Ladung und ihre Erhaltung (Knotenregel)
- Elektrisches und magnetisches Feld als physikalisches System
- Elektrischer Widerstand (Ohmsches Gesetz, Widerstandsgesetz)
- Diode als richtungs-, temperatur- oder lichtabhängiger Widerstand, Solarzelle
- Zeitgemäßer Transistor als Schalter und als steuerbarer Widerstand

Elektrodynamik:

Die Verknüpfung elektrischer und magnetischer Phänomene führen zum Elektromotor und Generator – zentrale Geräte des Alltags.

Inhalte:

- Magnetisches Feld eines stromdurchflossenen Leiters, Spule, Elektromagnet, Lorentzkraft^[*], Elektromotor
- Induktion^[*], Generator

Atomphysik:

Auf einer phänomenologischen Beschreibungsebene wird der Aufbau und Zerfall der Materie beschrieben. Gesellschaftspolitische wichtige Themen erhalten hier eine Argumentationsgrundlage.

Inhalte:

- Aufbau der Materie, Atomhülle, Atomkern
- Grundlagen über Elementarteilchen
- Radioaktivität (Zerfallsgesetze, Kernstrahlung)
- Anwendung in der Natur und Technik

Thermodynamik ...

In verschiedenen Stufen erfahren die Schülerinnen und Schüler – von Präkonzepten ausgehend – die Unterscheidung zwischen physikalischen Größen auf der Makroebene (Druck, Temperatur ...) und der Beschreibungsebene auf der Mikroebene, die in die Grundlagen der kinetischen Gastheorie einführt. Das Teilchenmodell stellt bei der Behandlung der einzelnen Inhalte den roten Faden dar.

Inhalte:

- Temperatur
- Temperaturabhängige Verformung von Körpern
- Energietransport durch Wärmeleitung, Konvektion, Strahlung
- Phasenübergänge
- Allg. Energieerhaltungssatz (1. Hauptsatz der Thermodynamik) ^[*]

III Musteraufgaben

Aufgabe Nebelhornbahn

Stelle Dir selbst eine Aufgabe, die anhand einzelner Daten aus der folgenden Tabelle zu den Nebelhornbahnen gelöst werden kann. Die Problemstellung soll auf wichtige Gesetzmäßigkeiten der Physik zurückgreifen. Fertige eine Musterlösung an. Die Bewertung hängt nicht nur von der fachlichen Korrektheit der Antwort sondern auch vom Niveau der Aufgabenstellung ab.

Daten der Nebelhornbahnen

Bahnlänge horizontal	2 152,13 m	2 530,56 m	905,77 m
Bahnlänge schräg	2 202,68 m	2 617,11 m	948,42 m
Mittlere Steigung	20,9 %	26 %	31 %
Durchmesser Tragseil	55 mm	55 mm	40 mm
Durchmesser Zugseil	28 mm	28 mm	20 mm
Durchmesser Gegenseil	24 mm	25 mm	18 mm
Masse leere Kabine + 1 Kabinenbegleitung	3 000 kg	3 000 kg	1 600 kg
Masse volle Kabine + 1 Kabinenbegleitung	7 500 kg	7 500 kg	3 900 kg
Fahrgeschwindigkeit mit dem Hauptmotor	10 m/s	10 m/s	8 m/s
Fahrgeschwindigkeit mit dem Hilfsmotor	4,7 m/s	4,7 m/s	1,9 m/s
Hauptantrieb elektrisch Nennleistung	210 kW	257 kW	88,3 kW
Hauptantrieb elektrisch Spitzenleistung	334 kW	399 kW	-

Notantrieb Nennleistung	100 kW	120 kW	40 kW
Notstromaggregat Nennleistung	184 kW	2 x 544 kW	-
Antriebsstation	Bergstation	Bergstation	Talstation
Förderleistung pro Stunde in eine Richtung	630 Personen	560 Personen	500 Personen

Antworten → Nebelhornbahn			
	Mögliche Antworten	VP	
	Welchen Wirkungsgrad hat ein Elektromotor?	3	(1)
	Wie groß ist die Verlustleistung?	3	(1)
	Berechne die mechanische Leistung, um die vollbesetzte Gondel mit der angegebenen Geschwindigkeit hoch fahren zu lassen? Luftwiderstand und Reibungskräfte bleiben unberücksichtigt.	3	(1)
	Ermittle die maximale Geschwindigkeit, die man mit der Spitzenleistung erreichen könnte? Luftwiderstand und Reibungskräfte bleiben unberücksichtigt.	3	(1)
oder	Was kostet die elektrische Energie pro Bergfahrt und pro Person?		(1)
Summe der Verrechnungspunkte:		12	

Hinweise:

(1) Es werden minimal 4 Antworten erwartet – d.h. ab 4 Antworten wird die volle Verrechnungspunktzahl von 12 Verrechnungspunkten gegeben.

Notenzuordnung

siehe EPA – 3.4 Seite 20

Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn annähernd die Hälfte (mindestens vier Zehntel) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.

Aufgabe Galileo

Im 14. Jahrhundert wurde zum ersten Mal die beschleunigte Bewegung mathematisch untersucht. Galilei verwendete dabei eine „schiefe Ebene“. Obwohl damals die Momentangeschwindigkeit noch nicht gemessen werden konnte, stellte er über ihr zeitliches Verhalten eine Hypothese auf.

- a) Nenne diese Hypothese und beschreibe das von Galilei zu ihrer Überprüfung durchgeführte Experiment (nur Versuchsdurchführung, ohne Auswertung).

s	0,00 m	0,10 m	0,20 m	0,30 m
t	0,00 s	1,25 s	1,74 s	2,16 s

- b) Nebenstehende Werte werden bei einer (modernen) Messung aufgenommen. Verifiziere anhand der Messwerte die Hypothese.

Erläutere dabei auch, wie man von einer entsprechenden Aussage über $s(t)$ zum angenommenen Zusammenhang zwischen t und v kommt.

- c) Beschreibe sein Vorgehen bei der Zeitmessung!

Antworten Galileo			
Teil- Aufgabe	Erwartete Schülerantworten	VP	
a)	$v \sim t$; Messung von s in Abhängigkeit von t .	5	
b)	Aus der Hypothese $v = at$ mit der Konstanten a folgt durch graphische Integration $s = a/2 \cdot t^2$, d.h. $s \sim t^2$; dies wurde im Experiment bestätigt.	5	
c)	Kurzzeitmessgeräte moderner Art existierten noch nicht. Relative Zeitabschnitte wurden durch Taktschläge definiert, die durch Musik stabilisiert wurden.	3	
Summe der Verrechnungspunkte:		13	

Notenzuordnung

siehe EPA – 3.4 Seite 20

Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn annähernd die Hälfte (mindestens vier Zehntel) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.

Aufgabe Assoziationen

Welche physikalischen Assoziationen verbinden Sie mit dem folgenden Bild:



Beschreiben Sie den physikalischen Hintergrund Ihrer Assoziation!

Antworten → Assoziationen			
	Mögliche Antworten	VP	
	Mechanik: Wirkung der Schwerkraft, waagrechte Flüssigkeitsoberfläche	3	(1)
oder	Optik: Reflexionsgesetz, Einfallswinkel = Ausfallswinkel und einfallender Strahl, Lot auf die Wasseroberfläche, ausfallender Strahl liegen in einer Ebene	3	(1)
oder	Thermodynamik: Verschiedene Arten von Kraftwerken, erster Hauptsatz der Thermodynamik, Wirkungsgrad, elektrische Energieversorgung,	3	(1)
oder	Elektrodynamik: Transport elektrischer Energie über weite Strecken	3	(1)
oder	Umweltverträglichkeit: Abwärme, Störung des Ökosystems		(1)
oder	Hydrodynamik: Thermik, Wirkungsweise der Kamine		(1)
Summe der Verrechnungspunkte:		12	

(1) Es werden minimal 4 Antworten erwartet – d.h. ab 4 Antworten wird die volle Verrechnungspunktzahl von 12 Verrechnungspunkten gegeben.

Notenzuordnung

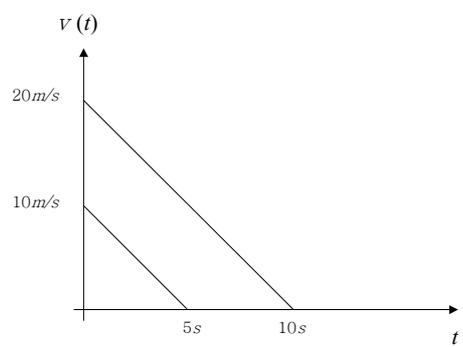
siehe EPA – 3.4 Seite 20

Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn annähernd die Hälfte (mindestens vier Zehntel) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.

Aufgabe Sicherheitsabstand

Autofahrern wird geraten, wenn sie schnell fahren, größeren Abstand zu dem Fahrzeug vor ihnen zu halten, als wenn sie langsam fahren, weil schnellere Fahrzeuge länger brauchen, um zum Stehen zu kommen. Begründe, dass ein schnelleres Fahrzeug länger braucht, um zum Stehen zu kommen, als ein langsames.

Antworten → Sicherheitsabstand

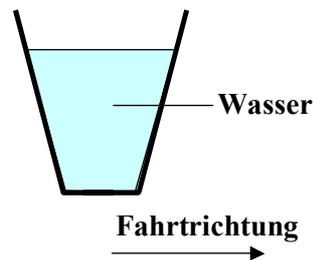
	Mögliche Antworten	VP	
	<p>„Verbale“ Lösung</p> <p>Die mittlere Verzögerung eines Fahrzeugs ist gleich der Geschwindigkeitsänderung während der Verzögerung geteilt durch die Bremszeit. Die Verzögerungskraft und damit die Verzögerung selbst hat bei jedem Fahrzeug einen maximalen Wert, der nicht überschritten werden kann. Damit benötigt man bei einer höheren Ausgangsgeschwindigkeit eine längere Bremszeit.</p>	10	(1)
o d e r	<p>„Mathematische“ Lösung</p> <p>Die mittlere Verzögerung eines Fahrzeugs berechnet man aus</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1) \quad (\Delta v = \text{Geschwindigkeitsänderung}; \Delta t = \text{Bremszeit})$ <p>Die maximal mögliche Verzögerungskraft eines Fahrzeugs sei F_{\max}; damit ergibt sich:</p> $a_{\max} = \frac{F_{\max}}{m} \quad (2)$ <p>Aus (1) & (2) ergibt sich die Abschätzung: $\Delta t = \Delta v \cdot \frac{m}{F_{\max}}$</p> <p>Die Zeit für eine Vollbremsung ist also direkt proportional zur Ausgangsgeschwindigkeit. Bei einer höheren Ausgangsgeschwindigkeit benötigt man also eine längere Bremszeit.</p>		(1)
o d e r	<p>Lösung im v-t-Diagramm</p> <p>Wir gehen davon aus, dass bei einer Vollbremsung das Fahrzeug durch die maximal mögliche Verzögerungskraft zum Stillstand gebracht wird. Wenn wir davon ausgehen, dass diese maximal mögliche Bremskraft und damit die maximal mögliche Verzögerung unabhängig von der Ausgangsgeschwindigkeit und konstant ist, dann ergeben sich im v-t-Diagramm für verschiedene Ausgangsgeschwindigkeiten parallele Geraden, die die t-Achse an unterschiedlichen Stellen schneiden. Zu einer höheren Ausgangsgeschwindigkeit gehört damit eine größere Bremszeit.</p>  <p>The diagram shows a velocity-time graph with velocity $v(t)$ on the vertical axis and time t on the horizontal axis. Two parallel lines represent deceleration from different initial velocities. The first line starts at 20 m/s and reaches 0 m/s at 10 s. The second line starts at 10 m/s and reaches 0 m/s at 5 s. Both lines have a negative slope, indicating constant deceleration.</p>		(1)
Summe der Verrechnungspunkte:		10	

**(1) Bei dieser Aufgabenstellung sind mehrere Schülerantworten möglich.
Es wird aber nur eine der möglichen Antworten erwartet**

Notenzuordnung – siehe vorige Aufgaben

Aufgabe Experimente im Bus

Ein Bus steht an einer Haltestelle. Vor dem Busfahrer Rolf steht in einem Getränkehalter auf dem Armaturenbrett ein Becher mit Wasser:



[a] Beschreibe die Wasseroberfläche im Becher, solange der Bus in der Haltestelle steht!

Ein Bus beschleunigt und fährt dann auf einer geraden Straße mit konstanter Geschwindigkeit weiter.

[b] Beschreibe die Wasseroberfläche während dieses Vorgangs!

[c] Wie kann man sich die Veränderungen auf der Wasseroberfläche erklären?

Plötzlich muss Rolf stark auf die Bremse treten.

[d] Beschreibe, was man voraussichtlich beobachten wird!

[e] Erkläre die Beobachtung!

Antworten → Experimente im Bus

Teil- Aufgabe	Erwartete Schülerantworten	VP	
a)	Von Randeffekten abgesehen, ist die Wasseroberfläche waagrecht.	2	
b)	Während der Beschleunigungsphase steigt das Wasser an linken Rand (siehe obige Skizze) des Bechers hoch. Nach der Beschleunigungsphase beruhigt sich das Wasser und es stellt sich wieder eine waagrechte Wasseroberfläche ein.	3	
c)	Wirkt auf einen Körper keine äußere resultierende Kraft, dann behält er seinen Bewegungszustand bei – dieses Verhalten wird auch Trägheit genannt. In der Beschleunigungsphase bewirkt diese Trägheit, dass das Wasser gewissermaßen „zurückbleibt“. Rollt der Bus nach der Beschleunigungsphase mit konstanter Geschwindigkeit (Beschleunigung = 0), dann wirken auf das Wasser die gleichen Kräfte wie beim Stehen in der Haltestelle – also stellt sich auch die gleiche Wasseroberfläche ein.	5	
d)	Ist die Verzögerung (negative Beschleunigung) groß genug, schwappt das Wasser vermutlich über den rechten Rand des Bechers.	2	
e)	Man kann sich dieses Phänomen ebenfalls mit der Trägheit (siehe obige Erläuterung) des Wassers erklären.	3	
Summe der Verrechnungspunkte:		15	

Notenzuordnung

siehe EPA – 3.4 Seite 20

Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn annähernd die Hälfte (mindestens vier Zehntel) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.

Aufgabe Glühbirnen-Experiment

Der Lehrer will zwei Glühbirnen mit 40 W bzw. 100 W in Reihenschaltung an die Steckdose anschließen. Ludwig stellt die Hypothese auf, dass die „stärkere“ Lampe heller leuchtet. Teilst du seine Vermutung? Begründung!

Antworten → Glühbirnen-Experiment

	Mögliche Antworten	VP	Hinweise
	<p>Man kann davon ausgehen, dass sich die Soll-Leistungsangaben dieser Glühlampen auf einen Netzspannungs-Anschluss von 230 V beziehen.</p> <p>Der Widerstand der 40W-Glühlampe beträgt $\approx 1,3 \text{ k}\Omega$; der Widerstand der 100W-Glühlampe beträgt $\approx 0,53 \text{ k}\Omega$; bei dieser Reihenschaltung fließt also ein Gesamtstrom von $\approx 0,12 \text{ A}$</p> <p>Der Spannungsabfall an der 40W-Lampe liegt damit bei $\approx 164\text{V}$ – sie leuchtet damit schwächer als bei der Sollspannung von 230V.</p> <p>Der Spannungsabfall an der 100W-Lampe liegt bei $\approx 66\text{V}$ – sie wird also bei der halben Sollspannung betrieben und leuchtet damit wohl nicht.</p>	12	
o	Alternative Lösung:		
d	Wegen $P \sim 1/R$ bei $U = \text{const}$ ist der Widerstand der 40 W - Lampe größer (dünnere Wendel), es fällt an ihr also auch die		
e	größere Spannung ab, sie leuchtet also heller.		
r	Die 100W-Lampe leuchtet überhaupt nicht.		
Summe:		12	

Notenzuordnung

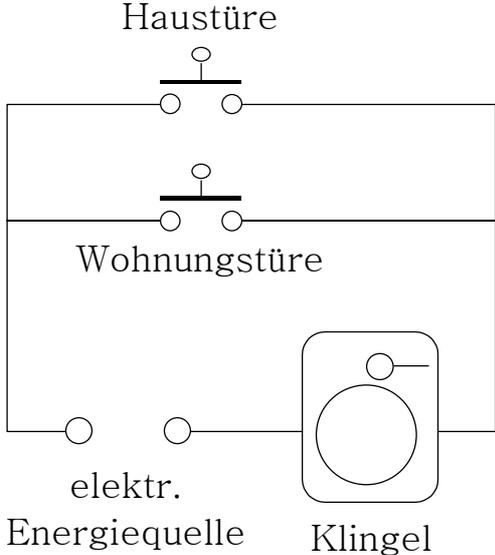
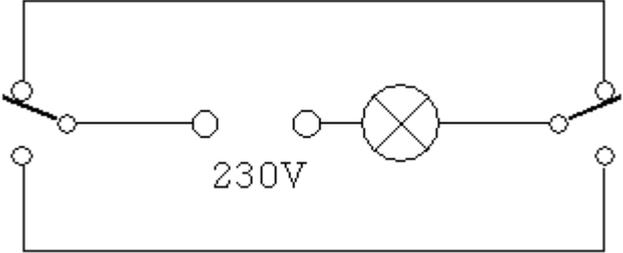
siehe EPA – 3.4 Seite 20

Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn annähernd die Hälfte (mindestens vier Zehntel) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.

Aufgabe Elektrische Schaltungen

- [a] Überlege dir, wie die Schaltung einer Klingelanlage für eine Wohnung aussehen müsste, bei der man an der Haustür und an der Wohnungstür klingeln kann. Entwirf den zugehörigen Schaltplan!
- [b] Eine Waschmaschine enthält neben dem Ein-/Aus-Schalter noch einen Schalter in der Bedienungstür. Das eingestellte Waschprogramm darf erst starten, wenn beide Schalter geschlossen sind. Beschreibe eine Schaltung, bei der das Wasser erst einfließt, wenn die Bedienungstür geschlossen ist und wenn der Einschalter betätigt wurde.
- [c] Ein Zimmer kann durch zwei gegenüberliegende Türen betreten werden. Im Raum befindet sich nur eine Lampe. Überlege, wie die Schaltung aussehen muss, wenn die Lampe beim Betreten des Zimmers neben einer beliebigen der beiden Türen eingeschaltet werden kann. Beim Verlassen des Raumes soll die Lampe an jeder der beiden Türen auszuschalten sein. Entwirf den Schaltplan und wähle hierbei eine Schalterstellung, bei der die Lampe leuchtet.

Antworten

Teil-Aufgabe	Erwartete Schülerantworten	VP	
a)	<p>Die Klingeltaster an der Haustüre und an der Wohnungstüre müssen parallel geschaltet sein.</p> 	4	
c)	<p>Der Ein-/Aus-Schalter und der Schalter in der Bedienungstüre müssen in Reihe geschaltet werden. In diesem Fall kann der Strom, der das Waschprogramm aktiviert, erst fließen, wenn beide Schalter geschlossen sind.</p>	4	
b)	<p>Es handelt sich hierbei um eine typische Wechselschaltung.</p> 	5	
Summe der Verrechnungspunkte:		13	

Notenzuordnung

siehe EPA – 3.4 Seite 20 – siehe vorige Aufgabe