

Fachbrief Nr. 4

Physik

- 1. Beitrag der Physik zum schulinternen Curriculum der Sek. I**
- 2. Planungsbeispiel für das 2. Halbjahr der Einführungsphase**

Ihr Ansprechpartner in der Senatsverwaltung für Bildung:
Christian Bänsch, christian.baensch@senbjs.verwalt-berlin.de

Ihr Ansprechpartner im neuen LISUM Berlin-Brandenburg:
Dr. Peter M. Schulze, <mailto:PeterM.Schulze@lisum.verwalt-berlin.de>

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

dieser Fachbrief wird gebildet aus zwei Publikationen des Implementationsteams Physik am LISUM mit Hinweisen zum schulinternen Curriculum. Sie finden die beiden Dateien unter der Internet-Adresse: <http://manage.lisum.de/go?SmartLink=11899&Bereich=1>.

Bitte beachten Sie die neue Erreichbarkeit des LISUM-Referenten für die Naturwissenschaften ab Februar 2007: Herr Dr. Peter M. Schulze, LISUM Berlin-Brandenburg, Struveweg, Zi. 15A 2, 14974 Ludwigsfelde, Tel. 03378 209-0, Fax 03378 209-198, poststelle@lisum.brandenburg

Bitte machen Sie diesen Fachbrief allen Fachlehrkräften der Schule zugänglich.

Berlin, im Januar 2007

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag



1. Beitrag der Physik zum schulinternen Curriculum der Sek. I

1.1 Zur Problemlage

Der neue Rahmenlehrplan (RLP) für die Sek. I im Fach Physik¹ ist in seinem Umfang nicht für einen eindeutigen Stundenumfang in den Klassenstufen 7 - 10 konzipiert worden. Für seine Umsetzung ist der Idealfall von 8 Wochenstunden insgesamt nicht erforderlich. Bedingt durch das neue Schulgesetz und die Erhöhung der Eigenverantwortung der Schule kann es im Rahmen der schulinternen Festlegung der flexiblen Stundentafel zu Abweichungen von dieser Gesamtsumme kommen. Das Problem betrifft in erster Linie die Doppeljahrgangsstufe 7/8, da in den Klassenstufen 9 und 10 jeweils zwei Stunden Physik verbindlich vorgesehen sind. Wie ist dann mit den zu erwerbenden Kompetenzen des RLP umzugehen?

1.2 Naturwissenschaften in der Grundschule

Die Einführung des Faches Naturwissenschaften in der Grundschule hat in dieser Hinsicht neue Voraussetzungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht der Oberschule geschaffen. Fachliche Inhalte der „alten“ Mittelstufe werden nun bereits in der Grundschule vermittelt, allerdings eher auf einem phänomenologischen und propädeutischen Niveau. Dabei ist auch zu bedenken, dass den Grundschülerinnen und -schülern z. T. noch mathematische Grundlagen fehlen.

Die folgenden Standards beschreiben die Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Fach Naturwissenschaften am Ende der Grundschulzeit erworben haben müssen, um erfolgreich weiterlernen zu können.²

Standards am Ende der Jahrgangsstufe 6

Prozessbezogene Standards

Schülerinnen und Schüler

- beobachten naturwissenschaftliche Phänomene und beschreiben sie mithilfe der Alltags- und Fachsprache
- finden zu einfachen Fachbegriffen Beispiele aus Natur und Technik
- unterscheiden bei naturwissenschaftliche Aussagen zwischen Beobachtungen und Erklärungen
- entwickeln einfache Untersuchungen und führen sie durch unterscheiden bei Experimenten konstante und variable Bedingungen
- nutzen Beobachtungs- und Messinstrumente korrekt und situationsgerecht
- berücksichtigen beim naturwissenschaftlichen Arbeiten Sicherheits- und Umweltaspekte
- protokollieren Messdaten und stellen sie in Tabellen und Diagrammen dar
- fertigen naturwissenschaftliche Skizzen an
- entwickeln und nutzen Modelle zur Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene
- erschließen zielgerichtet Informationen aus verschiedenen Medien und Quellen
- entwickeln gemeinsam naturwissenschaftliche Fragen und Vermutungen
- beziehen sich bei der Diskussion naturwissenschaftlicher Überlegungen aufeinander
- halten vereinbarte Arbeitsregeln ein und treffen eigenständig Absprachen
- nutzen geeignete Präsentationsformen zur Darstellung von Ergebnissen

¹ <http://www.berlin.de/sen/bildung/schulorganisation/lehrplaene/index.html>

² RLP Naturwissenschaften, Grundschule; reduziert auf physikalisch-naturwissenschaftliche Aspekte

Basiskonzept- und inhaltsbezogene Standards

Schülerinnen und Schüler

- beschreiben spezifische Eigenschaften von grundlegenden Stoffen des Alltags und erklären ihre gezielte Verwendung
- untersuchen und beschreiben die physikalische Veränderung von Stoffen
- erklären den Aufbau von Stoffen mithilfe eines einfachen Teilchenmodells
- wenden das Prinzip der Kraft- und Energieumwandlung auf Beispiele aus Natur und Technik an
- beschreiben an Beispielen die Wechselwirkungen zwischen Systemen
- erläutern Beziehungen zwischen Struktur und Funktion in Natur und Technik
- nennen Beispiele für gesundheitsfördernde und -gefährdende Verhaltensweisen

1.3 Inhalte des RLP Naturwissenschaften der Grundschule

Inhaltlich werden in der Grundschule folgende Physik-relevanten Themen behandelt:

- Grundlagen:
 - Stoffeigenschaften, wie Masse, Dichte und Volumen
 - Luftdruck, Temperatur
 - Teilchenvorstellungen von Stoffen
- Optik:
 - Tages, Monats- und Jahresabläufe,
 - Mondphasen,
 - Jahreszeiten
 - selbst leuchtende und beleuchtete Körper
 - Eigenschaften des Lichtes: Farbspektrum, Farbentstehung
 - Lichtbrechung - Linsen
 - Reflexion - Spiegel
 - Schattenbildung
 - optische Geräte: Lochkamera, Sammellinse, Fernrohr, Mikroskop
 - das Auge
- Wärmelehre:
 - Zusammenhang zwischen Temperatur und Aggregatzustand, Temperaturskalen, Siede- und Schmelztemperatur
 - Wärmeleitung, -konvektion
 - Energieumwandlung, -speicherung
- Mechanik:
 - Wahrnehmung von Kräften
 - Vergleich von Kräften
 - Kraft als Ursache von Bewegung und Bewegungsänderung
 - einfache Kraftwandler: Hebel, Rolle, schiefe Ebene
 - Bewegungsarten

Weiterhin werden thematisiert:

- der Umgang mit Modellen,
- das Benennen, das Erläutern, das Vergleichen,
- die Blackbox-Methode sowie
- das Zeichnen und Interpretieren einfacher Diagramme

1.4 Schlussfolgerungen

Eine Reduzierung der Inhalte kann nicht der Lösungsweg sein. Der neue RLP stellt dazu fest:

„Für die Kompetenzentwicklung sind zentrale Themenfelder und Inhalte von Relevanz ausgewiesen, die sich auf die Kernbereiche der jeweiligen Fächer konzentrieren und sowohl fachspezifische als auch überfachliche Anforderungen deutlich werden lassen. So erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit zum exemplarischen Lernen und zum Erwerb einer grundlegenden, erweiterten oder vertieften allgemeinen Bildung. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der Lernenden und zu den Herausforderungen an die heutige wie die zukünftige Gesellschaft hergestellt.“

Anschlussfähiges und vernetztes Denken und Handeln als Grundlage für lebenslanges Lernen entwickeln Schülerinnen und Schüler, wenn sie in einem Lernprozess erworbenes Wissen und Können auf neue Bereiche übertragen und für eigene Ziele und Anforderungen in Schule, Beruf und Alltag nutzbar machen können.

Diesen Erfordernissen trägt der Rahmentehrplan durch die Auswahl der Themenfelder und Inhalte Rechnung, bei der nicht nur die Systematik des Faches, sondern vor allem der Beitrag zur Kompetenzentwicklung berücksichtigt ist.“

In einem modernen naturwissenschaftlichen Unterricht geht es in erster Linie nicht um die Vermittlung fachlicher Inhalte, sondern diese werden genutzt, fachspezifische und fachübergreifende Kompetenzen zu entwickeln. Deshalb muss sich die Fachkonferenz entscheiden, welche Inhalte geeignet sind, die im RLP festgeschriebenen Kompetenzen nachhaltig zu entwickeln. Diese Entscheidung kann auch nicht „von außen“ verordnet werden, denn nur so kann den schulspezifischen Gegebenheiten entsprochen werden. Sind diese Entscheidungen getroffen, gilt es Schwerpunkte für ein exemplarisches lernen zu finden.

Es ist selbst bei insgesamt acht Wochenstunden leider objektiv nicht möglich, alle uns wichtig erscheinenden physikalischen Themen und Inhalte im Unterricht zu behandeln. Aber das ist auch nicht der Sinn des Physikunterrichts in der Schule. Zentraler Ausgangspunkt aller Überlegungen sollten die Fragen sein:

- An welchen Inhalten können wir besonders gut physikalische Kompetenzen entwickeln?
- Wo haben wir in der Vergangenheit besonders gute Erfahrungen in den Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern gemacht?

Die Fachkonferenz Physik sollte für das schulinterne Curriculum Physik folgende Aspekte berücksichtigen:

- die o. g. Schwerpunkte der Grundschule als Eingangsvoraussetzungen,
- Konzentration auf die Pflichtgebiete des Rahmenlehrplans,
- Auswahl von Schwerpunkten innerhalb der Pflichtgebiete für ein exemplarisches Lernen und Entwickeln von Kompetenzen,
- gegebenenfalls schulinterne Verlagerung **einzelner** Inhalte aus Pflichtgebieten der Jahrgangsstufen 7 - 8 in die Jahrgangsstufen 9 - 10.

Trotz aller eventueller Einschränkungen ist zu gewährleisten, dass die Schüler an Schulen, die das Abitur nach zwölf Jahren ablegen, die Eingangsvoraussetzungen für den Übergang in die Kursphase erfüllen. Dies bedeutet auch, dass in den Jahrgangsstufen 9 - 10 an diesen Schulen das Wahlgebiet „Natur des Lichts“ wie im Rahmenlehrplan der Sekundarstufe I Seite 23 gefordert behandelt werden muss, notfalls als einziges Wahlgebiet neben den Pflichtgebieten.

Die gründlichere Behandlung von wenigen Fachinhalten muss zu sicherem Fachwissen in diesen Bereichen führen. Der Versuch, möglichst alle Inhalte im Schnelldurchlauf zu thematisieren, ist zum Scheitern verurteilt und leistet keinen Beitrag zur Kompetenzentwicklung und ist daher vom RLP her auch nicht intendiert.

Reduktionen und eventuelle partielle Standardabsenkungen im Fach Physik aufgrund eines eingeschränkten Stundenvolumens müssen jedoch aufgrund des entsprechend höher ausgefallenen Stundenvolumens in Biologie oder Chemie dort durch eine noch umfassendere Kompetenzentwicklung vor allem in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung ausgeglichen werden.

Sollte die Physik insbesondere in den weiterführenden Schulen bei der Stundenverteilung weniger als 7 Stunden erhalten haben, empfehlen wir einen Antrag an die Schulkonferenz, der auf die Problematik der Umsetzung des RLP hinweist.

1.5 Die fachübergreifende und fächerverbindende Zusammenarbeit

Die naheliegende Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik muss zugunsten beider Fächer intensiviert werden. Die Physik stellt einen herausragenden Kontext für die mathematische Grundbildung dar. Eine rein innermathematische Behandlung von negativen Zahlen, Zuordnungen/Proportionalitäten und grafischen Darstellungen in Koordinatensystemen ist nicht mehr zeitgemäß. Die Verbindung zu den Naturwissenschaften ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, einen eigenen Bezug zur mathematischen, aber auch physikalischen Thematik herzustellen und die Frage „Warum muss ich das lernen?“ erübrigt sich.

Eine inhaltliche Zusammenarbeit mit Chemie oder Biologie bietet sich auf Grund der gleichen Problemstellung zwar an, ist inhaltlich in der Doppeljahrgangsstufe 7/8 aber nur schwer realisierbar. In den Realschule ist der Wahlpflichtkurs im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich für eine verstärkte Zusammenarbeit gut geeignet. Der RLP Geografie verweist auf Anknüpfungspunkte zur Wärmelehre, aber auch dieses Fach hat ähnliche organisatorische Probleme und kann somit diese Inhalte kaum auffangen.

Ein großes Potential für eine Zusammenarbeit bietet das Fach Deutsch. Im Schwerpunkt A „In Alltags- und Arbeitssituationen sprachlich handeln“ lässt sich die Arbeit mit Fachtexten — vorgegebene oder selbst erstellte — einfach integrieren. Der Schwerpunkt E „Sprachliche Fähigkeiten fachübergreifend und fächerverbindend verwenden“ verweist explizit auf Schreib- und Lesestrategien, protokollieren, präsentieren und diskutieren, so dass sich auch hier eine fachübergreifende Zusammenarbeit lohnt. Das Lesen von physikalischen Sachtexten, aber auch die Präsentation naturwissenschaftlicher Sachverhalte könnte zum gegenseitigen Vorteil beider Fächer benutzt werden. Die voneinander getrennte Bewertung von schriftlichen Arbeiten unter den jeweiligen Gesichtspunkten der beiden Fächer beinhaltet zusätzlich einen weiteren wesentlichen Vorteil: die Gesamtanzahl der schriftlichen Arbeiten könnte für die Schülerinnen und Schüler reduziert werden.

2. Einführungsphase: Erdbeben als Kontext

2.1 Der neue Rahmenlehrplan Physik in der Einführungsphase

Der neue Plan für die Klasse 11 hat innerhalb des gesamten Rahmenplanes für die Oberstufe in mehrfacher Hinsicht eine Sonderstellung:

- Das Kapitel Einführungsphase ist (wie auch die Kapitel 6/7) ein berlinspezifisches Kapitel.
- Die physikalischen Inhalte des Planes Einführungsphase entsprechen den Inhalten der curricularen Vorgaben, die bis zum Schuljahr 2005/2006 galten.
- Mit der Verkürzung der Schulzeit auf zwölf Jahre wird für die entsprechenden Schulen dieser Teil des Rahmenlehrplanes entfallen. Alle anderen Kapitel gelten weiter.
- Wesentliche Inhalte der auslaufenden 11. Klasse wurden in den neuen Rahmenlehrplan der Sekundarstufe I als Pflichtgebiete der Doppeljahrgangsstufe 9/10 aufgenommen.

Neu ist der verstärkte Kompetenz- und Standardbezug. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Eingangsvoraussetzungen für die Qualifikationsphase spätestens am Ende der 11. Klasse erfüllen. Die Unterrichtsplanung wird jedoch in Abhängigkeit von der Situation in der Lerngruppe bereits in abgestufter Form Kompetenzziele berücksichtigen., die in den Abschlusstandards festgelegt sind.

2.2 Erdbebenwellen als mechanische Schwingungen und Wellen — Ein Beispiel für eine Unterrichtsplanung

Vorbemerkungen

Das Beispiel verbindet das Thema Schwingungen und Wellen mit dem Kontext Erdbeben. Der Leitgedanke dieser Unterrichtseinheit ist die Frage: Wie können die Opfer und Schäden bei Erdbeben verringert werden? Dennoch werden auch typische Inhalte betrachtet. Zur Erarbeitung des grundlegenden Fachwissens wird eine Lernaufgabe eingesetzt.

Da das Themenfeld Schwingungen und Wellen aus dem Rahmenlehrplan 11 in Zukunft innerhalb des Pflichtgebietes P6 „Von der Quelle zum Empfänger“ zum Unterrichtsgegenstand der Doppeljahrgangsstufe 9/10 wird, können die hier vorgestellten Ideen künftig in modifizierter Form auch in der Sekundarstufe I angewendet werden.

Es soll exemplarisch ein mögliches kompetenzorientiertes Herangehen veranschaulicht werden. Zu Gunsten des Kontextbezuges und der Kompetenzentwicklung in den Bereichen Erkenntnisgewinnung und Kommunikation wird auf einige häufig übliche Elemente, wie umfangreiche Berechnungen am Fadenpendel und Federschwinger, ausführliche Messreihen zum Fadenpendel und Federschwinger u. ä. verzichtet.

Es ist zu beachten, dass die Behandlung der Schwingungen mit dem zweiten Halbjahr beginnt, andernfalls ist die sorgfältige Behandlung der Wellenoptik nicht möglich. Dies erfordert auch im ersten Halbjahr eine stärkere Konzentration auf das Wesentliche.

Zum Unterrichtsgang

Ausgangspunkt des Unterrichtsganges sind die beeindruckenden und unheimlichen Folgen von Erdbeben. Der Kontextbezug soll einerseits die abstrakten physikalischen Inhalte mit den Phänomenen aus Natur und Technik verknüpfen und andererseits die auch in der Oberstufe erforderliche ansprechende Motivation ermöglichen. In einem kurzen emotionalen mediengestützten Vortrag zum Beben des Dezembers 2004 oder zum Beben von Lissabon 1755 kann dies erreicht werden. Aus diesen Beispielen können physikalisch - technische Fragen entwickelt werden. Konkrete mögliche Aspekte sind die Entstehung von Erdbeben, Ausbreitung der Erdbeben, das erdbebensichere Bauen, die Entstehung und Ausbreitung von Tsunamis, Frühwarnsysteme für Erdbeben und Tsunamis u. a. m. Dabei kann auch eine Abgrenzung vom Gegenstand des

Geographieunterrichtes erfolgen. Die Kooperation der Lehrkräfte der Fächer Erdkunde und Physik ist hier besonders zu empfehlen.

Zunächst besteht die Notwendigkeit, die Phänomene zu vereinfachen. Dies kann gut motiviert werden. Statt schwingenden Häusern und Brücken betrachten wir zunächst verschiedene Feder-schwinger, wie Blattfedern und Feder - Schwere - Pendel. Dennoch muss sich der Unterricht immer wieder auf die Kontexte beziehen.

Die unten vorgestellte **Lernaufgabe** ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, selbstständig und teamorientiert zu arbeiten. Die Lehrerin oder der Lehrer übernimmt die Funktion eines Lernberaters. Kompetenzen können in vielfältiger Form weiterentwickelt werden.

Der **weiterführende Unterricht** kann zeitweise dann auch wieder stärker lehrerzentriert sein, um z. B. das Erreichen bestimmter Fachkompetenzen durch die gesamte Lerngruppe abzusi-chern. Der **Kontextbezug** darf aber nach dem Bereitstellen physikalischer Grundlagen nicht verloren gehen. Das Erstellen derartiger Aufgaben ist mitunter recht schwierig und zeitaufwen-dig, insbesondere wenn die Aufgaben nicht nur dem Anforderungsbereich III entsprechen sol-len. Die vorgeschlagenen Aufgaben (s. u.) versuchen den Kontextbezug herzustellen, ohne zu hoch zu greifen. Gleichzeitig sollen die Aufgaben möglichst viele Kompetenzbereiche abdecken.

Erläuterungen zur Planung

Der größere Aufwand für die Planung kann generell dadurch **verringert werden**, dass notwendige Vorbereitungsaufgaben aufgeteilt werden. Da z. B. die Formulierung der Lernauf-gabe und die Bereitstellung der Lehr - und Lernmittel für die zugehörige Gruppenarbeit einma-lig erfolgt und mit dieser Aufgabe mehrere Unterrichtsstunden in verschiedenen Klassen durch-geführt werden können, ist mit diesem Herangehen u. U. sogar eine zeitweise Entlastung der Lehrpersonen verbunden.

Die hier vorgestellte Tabelle für einen Fachplan innerhalb des schulinternen Curriculums bein-haltet bereits Elemente der konkreten Unterrichtsplanung und ist bereits eine Fortentwicklung des im ersten Schritt zu erstellenden schulinternen Curriculums.

Das schulinterne Curriculum kann zu einem sinnvollen Hilfsmittel werden, wenn es gemeinsam geplant wird und in den folgenden Jahren durch Ideen, Folien, Aufgaben und Ar-beitsblätter ergänzt wird. Die Entstehung eines solchen Curriculums ist ein Prozess, am Anfang geht es um die Schaffung erster Inseln.

Das folgende Planungsbeispiel enthält zahlreiche Aufgaben und Literaturhinweise.

Die vorgeschlagenen Aufgaben können und müssen natürlich an die Erfordernisse der Schule angepasst werden. Möglich sind auch Ergänzungen und neue Aspekte, wie z. B. die Messung von Erdbebenwellen durch Seismographen, die Richterskala o. a., siehe z. B. [8] Leifi - Physik. In der Tabelle ist auch ein exemplarischer Vorschlag der Aufteilung von notwendigen Vorberei-tungen enthalten, hier die Zusammenstellung:

- | | |
|--|-----------------|
| ○ Material / Folien Motivation : | Frau A |
| ○ Lernaufgabe: | Herr B |
| ○ Bereitstellung Material Gruppenarbeit: | Herr B / Frau C |
| ○ Aufbau Demonstrationsversuche: | Frau C |
| ○ Kontextbezogene Aufgaben: | Frau A |
| ○ Arbeitsblatt Wellen: | Herr B |
| ○ Klausur: | Frau A / Frau C |

Für die Bilder und Texte zur Motivation sei u. a. aufgrund des Urheberrechtes auf die Litera-turhinweise verwiesen. Für eine Unterrichtsstunde wird ein Expertenkarussell vorgeschlagen. Zu dieser und anderen Methoden finden Sie Hinweise beim Studienseminar Koblenz [9], [10]. Die Aufgaben für dieses Verfahren können leicht selbst erstellt werden.

2.3 Schulinternes Curriculum, Fachplan Physik, Jahrgangsstufe 11

Entwicklungsschwerpunkt / Leitbildbezug: Förderung des selbstständigen Lernens und der Kommunikationskompetenz

Kompetenzbereiche: Erkenntnisgewinnung und Kommunikation Zeit: 18 Unterrichtsstunden

Standards / Kompetenzen	Themen / Inhalte	Methoden / Umsetzung	Vernetzung / Überprüfung
<p>Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln physikalische Fragestellungen an die Natur, • beobachten und experimentieren zur Informationsgewinnung an verschiedenen schwingungsfähigen Systemen, • identifizieren wichtige Informationen zu den mechanischen Schwingungen und Wellen in Lehrbuchtexten, • stellen Schwingungen und Experimente mithilfe von Skizzen, Größengleichungen, grafischen Darstellungen dar, • präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse aus der Bearbeitung der Lernaufgabe adressaten-, situationsgerecht und mediengestützt, • erklären Resonanzphänomene der Experimente mit physikalischem Wissen, • wenden ihr Wissen über Resonanz in Kontexten aus Natur und Technik an: erdbebensicheres Bauen und • diskutieren Sachverhalte aus Natur und Technik unter physikalischen Gesichtspunkten (Maßnahmen zum Schutz vor Erdbeben). 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwingungen und ihre Kenngrößen • grafische Darstellung und Gleichung der harmonischen Schwingung • freie gedämpfte Schwingungen; Energieumwandlungen • erzwungene Schwingungen; Resonanz 	<p>Motivation / Kontextbezug:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verantwortlich: Frau A • Beispiele für Erdbeben • Ableitung von zentralen physikalischen kontextbezogenen Fragen für den Unterricht <p>(1 Stunde)</p> <p>Lernaufgabe Mechanische Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verantwortlich: Herr B / Frau C • Gruppenarbeit und Präsentationen <p>(5 Stunden)</p> <p>Konzentriertes Erarbeiten Resonanz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verantwortlich: Frau C • Frontalunterricht Demonstrationsexperimente zu gedämpften Schwingungen und zur Resonanz <p>Kontextbezogene Aufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> • verantwortlich Frau A • Partnerarbeit, s. Anlage B (Auswahl aus Aufgaben f, g, h) <p>(2 Stunden)</p>	<p>Geographie Klasse 11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lithosphäre und Pedosphäre • Aufbau der Erde • Erdbeben und Vulkanismus • Gesteinskreislauf • Bodenbildung als komplexer Prozess <p>Mathematik Sek I</p> <ul style="list-style-type: none"> • P 9/10 Mit Winkeln und Längen rechnen • Verwenden der Sinusfunktion zur Beschreibung periodischer Vorgänge <p>Präsentation der Ergebnisse der Gruppenarbeit (Lernaufgabe), Bewertung anhand Bewertungsbogen MSA oder 5. PK (evt. an Erfordernisse angepasst)</p>

Standards / Kompetenzen	Themen / Inhalte	Methoden / Umsetzung	Vernetzung / Überprüfung
<p>Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden ihr Wissen über die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Eigenschaften von Wellen auf Erdbeben an, diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten, hier insbesondere die Möglichkeiten und Grenzen der Frühwarnsysteme, identifizieren wichtige Informationen über verschiedene Wellen in Texten, vergleichen Schallwellen - Wasserwellen - Erdbebenwellen hinsichtlich ihrer Ausbreitungseigenschaften, beobachten Experimente zur Informationsgewinnung und erklären die Phänomene Brechung, Beugung, Interferenz mithilfe physikalischen Wissens. 	<ul style="list-style-type: none"> Welle als Vorgang des Energietransports bei gekoppelten Schwingern, transversale und longitudinale Ausbreitung Kenngrößen einer Welle und deren Zusammenhänge ($v=\lambda f$) Darstellung der Welle im ortskonstanten und im zeitkonstanten Diagramm Beispiele für Wellen HUYGENS'sches Prinzip Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz 	<p>Demonstrationsversuche</p> <ul style="list-style-type: none"> Wellenmaschine nach Julius und Stahlfeder herkömmliche Erarbeitung der Grundlagen <p>Arbeitsblatt Grundgleichung $v=\lambda f$</p> <ul style="list-style-type: none"> Verantwortlich: Herr B Anlage D, Erarbeitung in Partnerarbeit (2 Stunden) <p>Kontextbezug</p> <ul style="list-style-type: none"> Verantwortlich: Frau C Expertenkarussell <p>Teilung der Klasse in drei Gruppen Erarbeitung mit dem Lehrbuch [4] Erdbebenwellen / Wasserwellen / Schallwellen (1 Stunde)</p> <p>Kontextbezogene Aufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> Verantwortlich Frau A Partnerarbeit (s. Anlagen B, C Auswahl aus a, b, c, d, e) (1 Stunde) <p>Demonstrationsversuche</p> <ul style="list-style-type: none"> Wellenmaschine, Wasserwellengerät kontextbezogene Aufgabe Verantwortlich Frau A Partnerarbeit (s. Anlage B Aufgabe i) (4 Stunden) 	<p>regelmäßige mündliche Zusammenfassungen durch Schüler</p> <p>Lernberatung während kooperativer Arbeitsphasen durch die Lehrperson</p> <p>Kurzpräsentation von Arbeitsergebnissen des Expertenkarussells</p>
<p>Überprüfung der o. g. Standards (Fachwissen, Fachmethoden, Kommunikation und Reflexion), die Aufgaben variieren u. a. Aufgaben aus dem Unterricht, aber auch nicht betrachtete Aufgaben aus B (Berücksichtigung AB III zu 10 bis 15 %)</p>		<p>Verantwortlich: Frau A / Frau C, alle Kollegen in Absprache (2 Stunden)</p>	<p>Klausur</p>

Anlagen zu 2.

A Lernaufgabe Mechanische Schwingungen

Die Lehrperson demonstriert Schwinger, auf die sich die folgende Lernaufgabe bezieht und die zur Bearbeitung der Aufgaben herangezogen werden können:

Nach der Einteilung der Gruppen und einer Einlesezeit empfiehlt es sich, eine Planung der von den Gruppen zu bearbeitenden Aufgaben vorzunehmen. In Abhängigkeit von den Schülerwünschen und den Lernvoraussetzungen der Schüler sowie den vorhandenen Materialien kann eine Umlenkung einzelner Gruppen erforderlich oder sinnvoll sein.

In der letzten Arbeitsphase sollte den Gruppen mitgeteilt werden, welche der Aufgaben sie präsentieren sollen.

Bereitzustellende Unterrichtsmaterialien

- Horizontaler Federschwinger, z. B. auf Luftkissenbahn
- weitere Schwinger nach Wahl, z. B. Blattfeder (Modell Turm / Hochhaus)
- Stoppuhren, Waage, Hakenkörper, zum Federschwinger baugleiche Feder mit Stativ
- verschiedene Lehrbücher
- Computer mit einem Simulationsprogramm für mechanische Schwingungen
- Folien und Folienstifte für die Vorbereitung der Präsentationen

Aufgabenstellung

Durch die Bearbeitung dieser Aufgabe sollen Sie sich das wesentliche Wissen zum Thema mechanische Schwingungen selbst erarbeiten. Dazu müssen Sie mit der ersten Aufgabe beginnen. Anschließend bearbeiten Sie zwei weitere Aufgaben. Profilkursschüler müssen auch Aufgaben 7 wählen. Bereiten Sie sich in Ihrer Gruppe auf die Präsentation der Lösungen der Aufgaben vor.

1. Kenngrößen

Erarbeiten Sie die Kenngrößen zur Beschreibung einer mechanischen Schwingung. Was ist eine harmonische Schwingung?

2. Messungen an Schwingungen

- Planen Sie ein Experiment zur Messung von Periodendauer und Frequenz der Schwingung des Schwebekörpers.
- Führen Sie dieses Experiment durch. Wählen Sie zwei verschiedene geeignete Amplituden.
- Veranschaulichen Sie die Schwingung des Schwebekörpers durch ein geeignetes Diagramm.
- Formulieren Sie Versuchsergebnisse.

3. Ursachen einer Schwingung

- Erläutern Sie die physikalische Größe Federhärte.
- Erklären Sie die Entstehung der harmonischen Schwingung des Schwebekörpers.
- Interpretieren Sie die Gleichung $F_R = -Dy$ für die rücktreibende Kraft!
- Berechnen Sie die rücktreibende Kraft in 10 cm Entfernung von der Gleichgewichtslage, wenn beide Federn insgesamt eine Federhärte von 10 N/m haben.

4. Experimentelle Untersuchung eines Schwingers

Untersuchen Sie experimentell den Einfluss der Masse auf die Periodendauer eines Feder - Schwere - Pendels. Protokollieren Sie die Ergebnisse Ihres Experimentes (Messreihe, Diagramm, Fehleranalyse, Versuchsergebnisse).

5. Computersimulation

- Untersuchen Sie mit Hilfe einer Computersimulation den Einfluss der Masse und der Federhärte auf die Schwingung eines Feder - Schwere - Pendels.
- Überprüfen Sie Ihre Erkenntnisse im Realexperiment.

6. Schwingungen können berechnet werden I

- Interpretieren Sie die Gleichung $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$.
- Berechnen Sie aus Masse und Federkonstante die Periodendauer der demonstrierten Schwingung des Schwebekörpers. Die Masse und die Federhärte müssen bestimmt werden.

7. Schwingungen können berechnet werden II (Profilkursschüler)

- Stellen Sie eine Funktionsgleichung für die demonstrierte Schwingung des Schwebekörpers auf. Nehmen Sie dazu an, dass die Periodendauer 0,8 s und die Amplitude 10 cm beträgt. Die Schwingung beginne bei maximaler Auslenkung.
- Bestimmen Sie die Elongation zum Zeitpunkt 0,15 s.
- Wann beträgt die Elongation 3 cm?

Planungshilfe Wunschliste / Präsentationen / Beobachtung der Gruppen

Gruppe	Aufgabe							Bemerkungen
	1	2	3	4	5	6	7	

Zuordnung der Aufgaben zu den Kompetenzbereichen

Kompetenzbereiche				
AB	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Reflexion
I	Wissen wiedergeben 1; 3	Fachmethoden beschreiben	mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten 1	vorgegebene Bewertungen nachvollziehen
II	Wissen anwenden 2; 6; 7	Fachmethoden nutzen 2; 3; 5; 6; 7	Darstellungsformen nutzen 2; 3; 4; 5; 6; 7	vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren
III	Wissen transferieren und nutzen 5	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden 4	Darstellungsformen selbstständig auswählen und nutzen	eigene Bewertungen vornehmen 4; 5

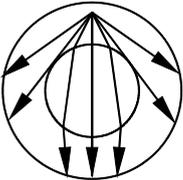
B Kontextbezogene Aufgaben

„Das große Chile-Erdbeben am 22. Mai 1960 hatte die größte gemessene Magnitude, die jemals aufgezeichnet wurde. Um 9:11 UTC erreichte das Beben eine Stärke von 9,5 auf der Richterskala. Sein Epizentrum lag in Valdivia, ungefähr 700 Kilometer südlich von Santiago de Chile. Das Erdbeben verursachte einen Tsunami, der sich über den pazifischen Ozean ausbreitete. Das 10.000 Kilometer entfernte Hilo, Hawaii und Küstenregionen von Südafrika wurden verwüstet. Die Anzahl der Todesopfer wurde auf 3.000 geschätzt.“ (Wikipedia vom 15. Mai 2006)

Das Zentrum eines Erdbebens liegt meist in einer Tiefe von 30 km bis 800 km unter der Erdoberfläche. Es entstehen longitudinale Primärwellen (P-Wellen) mit einer Geschwindigkeit von etwa 6 km/s und transversale Sekundärwellen (S-Wellen), die sich nur in festen Stoffen ausbreiten, mit einer Geschwindigkeit von etwa 3,5 km/s. Die Schäden werden von den Sekundärwellen verursacht.

- a) Erläutern Sie die Begriffe Longitudinalwellen und Transversalwellen an je einem Beispiel.
- b) Berechnen Sie, wie lange es dauerte, bis die P-Wellen die chilenische Hauptstadt Santiago de Chile erreichten und damit das Erdbeben ankündigten.
- c) Berechnen Sie die Zeit, die den Bewohnern Santiagos blieb, bis die zerstörerischen S-Wellen die Stadt erreichten. Dieser Laufzeitunterschied ist für andere Erdbeben deutlich kleiner. Begründen Sie diese Aussage.
- d) Vergleichen Sie die möglichen Vorwarnzeiten für ein Erdbeben und einen Tsunami. Beurteilen Sie das Ergebnis Ihres Vergleiches.
- e) Entwickeln Sie Vorschläge für die Nutzung des Laufzeitunterschiedes zwischen Primär- und Sekundärwellen für die Verringerung von Erdbebenschäden.
- f) Erklären Sie, warum Resonanzerscheinungen beim erdbebensicheren Bauen berücksichtigt werden müssen.
- g) Näherungsweise kann für eine Hochhauskonstruktion angenommen werden, dass die Schwingungsdauer der Eigenschwingung um 0,1 s je Geschoss zunimmt. Ermitteln Sie die kritische Höhe einer solchen Konstruktion für Erdbebenwellen der Frequenzen von 0,8 bis 1 Hz. Beurteilen Sie Ihr Ergebnis.
- h) Begründen Sie die folgenden Empfehlungen für erdbebensicheres Bauen:
 - (1) Baukörper mit großen Massen auf schlanken Baugliedern sollen vermieden werden (z. B. Hochhäuser mit aufgelösten unteren Geschossen).
 - (2) Die Eigenschwingungen der Bauwerke sollen 15 bis 20 % von der Erregerfrequenz entfernt sein.
 - (3) In Hochhäusern sollen Schwingungsdämpfer eingebaut werden.
- i) Skizzieren Sie die Ausbreitung der P- und S-Wellen von einem Epizentrum ausgehend durch die gesamte Erde. Begründen Sie Ihre Skizze. Nehmen Sie vereinfachend an, dass die Erde aus einem flüssigen Kern und einer festen Kruste besteht.

Lösungen

	Lösung	Kommentar
a	übliche Aufgabe	
b	$t = \frac{s}{v} = \frac{700km}{6 \frac{km}{s}} = 117s \approx 100s$	Sinnvolle Genauigkeit beachten: Die Geschwindigkeiten variieren stark: $v_p = 6 \dots 14 \text{ km/s}$ und $v_s = 3,5 \dots 7,4 \text{ km/s}$, $v_p > v_s$ stets, s. a. [8].
c	$\Delta t = t_s - t_p = 200s - 116,6s \approx 80s$ Dieser Laufzeitunterschied ist sehr groß. Meist sind es nur wenige Sekunden, da das Epizentrum deutlich näher liegt.	
d	Für Tsunamis gilt im Tiefwasser $v_{Tsunami} \approx 800 \frac{km}{h}$ Diese Wellen sind langsamer als S-Wellen und haben oft längere Laufstrecken. Vorwarnzeiten bis zu Stunden sind möglich. Somit ist eine Tsunamivorwarnung technisch machbar.	s. a. Anlage C
e	Wenige Sekunden reichen, um Gasleitungen abzuschalten, Züge anzuhalten oder u. U. auch um ins Freie zu laufen. Gefahren einer Panik können (erdbebensicheres Bauen vorausgesetzt) jedoch mehr Opfer fordern als ein Beben. Deshalb werden bei vorhandenen Kurzzeitsystemen in Japan nur Züge angehalten und kritische Anlagen stillgelegt. Die Stärke eines Bebens lässt sich noch nicht prognostizieren, ein zusätzliches Problem.	s. a. Anlage C
f	Problem der Resonanzkatastrophe. Resonanzen des Bauwerkes können durch Resonanzschwingungen des Untergrundes noch verstärkt werden.	s. a. Literaturhinweis [7].
g	Periodendauer aus dem Intervall 1,0 s bis 1,25 s; somit 10 bis 13 Geschosse.	Variiert eine Aufgabe aus [5]. Die Faustformel gilt nur für bestimmte Hauskonstruktionen, s. a. [6] S. 8.
h	(1) Trägheitsgesetz (2) Verringerung der Energieübertragung durch Vermeidung der Resonanz. (3) Verringerung der Amplituden	Zentral ist der Begriff der Beschleunigung durch seismische Ereignisse. Zahlreiche weitere statische Vorkehrungen sind zu treffen. s. a. [6], [7].
i	 Die Abbildung zeigt stark vereinfacht nur den Verlauf der P-Wellen, die durch den Kern verlaufen. Die S-Wellen erzeugen einen Schatten des Kerns. Genauere Analysen zeigen, dass die P-Wellen aufgrund der Brechung im Kern eine ringförmige Schattenzone erzeugen. Auch der innere Aufbau des Mondes wurde so analysiert.	Die Schüler erhalten hier Ergebnisse in verschiedenen Darstellungen und unterschiedlichen Niveaustufen. s. a. [4].

Zuordnung der Aufgaben zu den Kompetenzbereichen

Kompetenzbereiche				
AB	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Reflexion
I	Wissen wiedergeben a)	Fachmethoden beschreiben	mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten a) b)	vorgegebene Bewertungen nachvollziehen c)
II	Wissen anwenden f) h)	Fachmethoden nutzen b) c) d)	Darstellungsformen nutzen c) d) e)	vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren h)
III	Wissen transferieren und nutzen i)	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden e)	Darstellungsformen selbstständig auswählen und nutzen i)	eigene Bewertungen vornehmen e)

C Erdbebenfrühwarnung

Derartige Informationen könnten von einzelnen Schülern in Hausarbeit beschafft werden, die dann als Experten fungieren. Für einige Fragen (Kurzzeitwarnung) sind Quellen schwerer zu finden, deshalb hier die Links, die auch den Schülern gegeben werden können.

- Informieren Sie sich über die Möglichkeiten und Grenzen einer Kurzzeitwarnung vor Erdbeben!

www.pro-physik.de/Phy/leadArticle.do;jsessionid=597418C72AEF06ED0CC5326E1EA2C733?mid=2&laid=7187

www.secty-electronics.com/de/advance.html

Die zweite Quelle führt zu einem Hersteller derartiger Systeme, der mit dem Geoforschungszentrum Potsdam kooperiert.

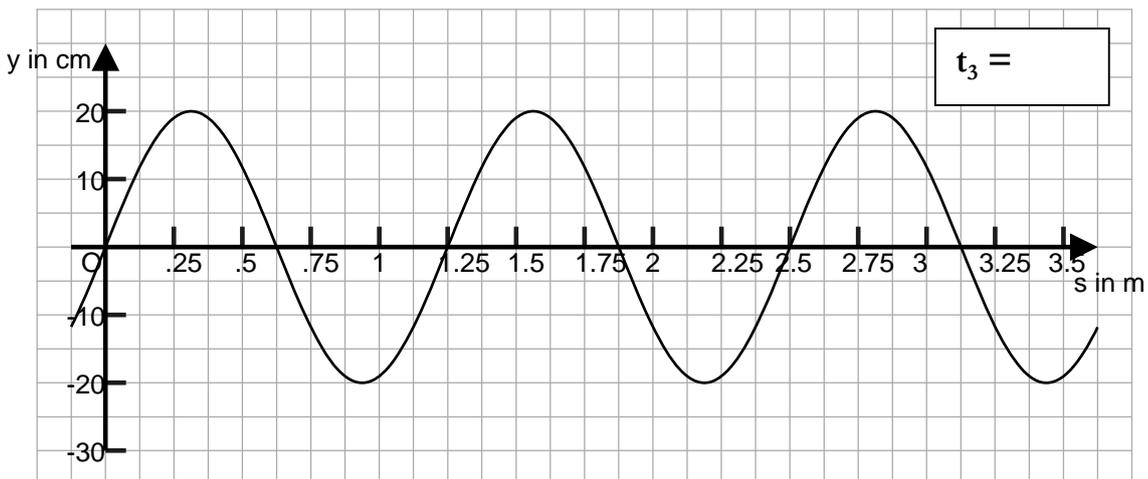
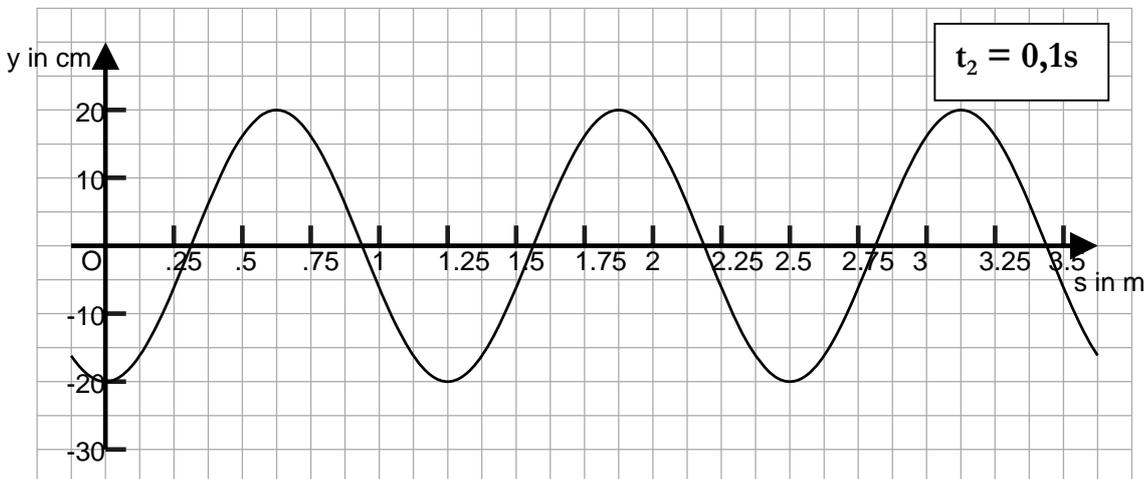
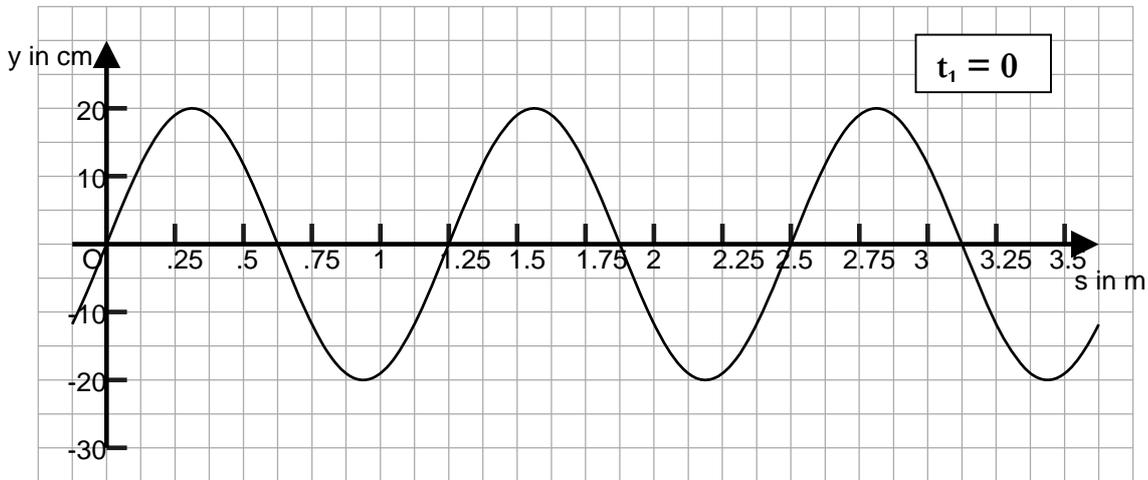
- Informieren Sie sich über den Aufbau eines Tsunami-Frühwarnsystems!

<http://de.wikipedia.org/wiki/Tsunami>

<http://www.bmbf.de/de/2402.php>

Die Präsentation dieser Informationen könnte in Auswertung der Kontextaufgaben d) und e) erfolgen.

D Arbeitsblatt Grundgleichung der Wellenlehre



1. Nennen Sie Amplitude, Schwingungsdauer, Frequenz und Wellenlänge der dargestellten Welle.
2. Bestimmen Sie t_3 .
3. Ermitteln Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle.
4. Formulieren Sie eine Gleichung für die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

Zuordnung der Aufgaben zu den Kompetenzbereichen

AB	Kompetenzbereiche			
	<i>Fachwissen</i>	<i>Erkenntnisgewinnung</i>	<i>Kommunikation</i>	<i>Reflexion</i>
I 1	Wissen wiedergeben	Fachmethoden beschreiben	mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten	vorgegebene Bewertungen nachvollziehen
II 2	Wissen anwenden	Fachmethoden nutzen	Darstellungsformen nutzen	vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren
III 3; 4	Wissen transferieren und nutzen	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden	Darstellungsformen selbstständig auswählen und nutzen	eigene Bewertungen vornehmen

E Literaturhinweise

- [1] http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Erd-_und_Seebeben
- [2] http://de.wikipedia.org/wiki/Erdbeben_von_Lissabon
- [3] http://de.wikipedia.org/wiki/Seebeben_im_Indischen_Ozean_2004
Materialien und Bilder zum Themenbereich Erdbeben sind über Suchmaschinen und Lexika leicht zugänglich.
- [4] Cornelsen Oberstufe Physik Ausgabe A Band 1 (ISBN 3-464-03438-0)
Eines der Lehrbücher, die ausführlich Erdbebenwellen thematisieren.
- [5] <http://www.thueringen.de/de/tkm/schule/schuleonline/pruefung/content.asp?year=2005&sf=Abitur>
Einfache Aufgaben zum Themenfeld Erdbeben im Abitur.
- [6] http://www.munichre.com/publications/302-04170_de.pdf
Eine sehr gut verständliche Broschüre der Münchener Rückversicherung zum Thema mit Hinweisen zum erdbebensicheren Bauen.
- [7] http://www.dictionary.bi.fh-konstanz.de/Werke/download/Vortrag_Werke_Uni_Weimar_2003.pdf
Vertiefende Darstellung zum Thema erdbebensicheres Bauen.
- [8] http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph11/umwelt-technik/11_erdbeben/index.htm
Übersichtliche Darstellung der Entstehung von Beben, der Richterskala, Animationen u. a. m. auf den bekannten Leifi - Physik - Seiten.
- [9] <http://studienseminar-koblenz.de/bildungswissenschaften/methodenwerkzeuge.htm>
- [10] <http://studienseminar-koblenz.de/medien/methodenwerkzeuge/Steckbrief%20der%20Methoden-Werkzeuge.pdf>
Sehr gute methodische Hinweise.
- [11] Handreichung zur Arbeit mit den Kerncurricula im Fach Physik der gymnasialen Oberstufe, in Vorbereitung.