



# Baden-Württemberg Bildungsplan 2004

---

## Bildungsstandards für Physik

### Gymnasium - Klassen 8,10, Kursstufe

#### Vorliegende Niveaunkonkretisierungen:

Einführung.....	2
Niveaunkonkretisierung 1 – Klasse 8.....	7
Niveaunkonkretisierung 2 – Klasse 8.....	9
Niveaunkonkretisierung 1 – Klasse 10.....	11
Niveaunkonkretisierung 2 – Klasse 10.....	13
Niveaunkonkretisierung – Kursstufe (4-stündig) .....	15

Letzte Änderung: Dezember 03

## Einführung

Die in den Bildungsstandards aufgeführten Inhalte dienen nicht nur dem Aufbau eines fachsystematischen Fundaments, sondern auch dem Erwerb von Kompetenzen. Schülerinnen und Schüler sollen somit Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten nicht nur im Zusammenhang mit den behandelten Inhalten anwenden, sondern auch auf andere Themengebiete übertragen können.

Für die Planung des Schulcurriculums und des Unterrichts ist es notwendig zu wissen, in welcher Breite und Tiefe ein Inhalt zu unterrichten ist und welche Maßstäbe für die Kompetenzeinstufung zugrunde liegen. Hierzu dienen die Aufgaben zur Niveaueinstufung.

## Niveaubeschreibung

Die Formulierungen der Bildungsstandards zielen auf ein befriedigendes bis gutes Anspruchsniveau ab. Die Aufgaben zur Niveaueinstufung bewegen sich deshalb in der Regel um einen für die jeweilige Schulart und Klassenstufe mittleren Schwierigkeitsgrad.

Als Messlatte mit Differenzierungsmöglichkeiten können Aufgabenteile oder gar ganze Aufgaben einem von drei Niveaustufen zugeordnet sein. Die Einstufung wird im jeweiligen Erwartungshorizont erläutert. Selbstverständlich hängt die Einstufung auch von der Klassenstufe, vom vorangegangenen Unterricht und den zugelassenen Hilfsmitteln ab.

Grundsätzlich lassen sich die Niveaustufen in Anlehnung an die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik“ wie folgt abgrenzen:

		Niveaustufen		
		A	B	C
<b>Kompetenzbereiche</b>	<b>Wissen</b>	Elementarisierte Alltagserfahrungen und -phänomene unter physikalischer Sichtweise beschreiben, einfache Analogien benennen	Physikalisches Wissen zur Problemlösung in einfachen Kontexten anwenden, Begriffsbildung nachvollziehen, Begriffe verknüpfen	Komplexere Kontexte unter physikalischer Sichtweise analysieren und beurteilen, auf physikalische Fragestellungen reduzieren.
		Einfache physikalische Sachverhalte wiedergeben	Konzeptwechsel vollziehen	Physikalisches Wissen transferieren und verknüpfen
	<b>Fachmethoden</b>	Methoden des Beschreibens und Zuordnens anwenden, Vereinfachungen und Vermutungen nachvollziehen, Experimente beschreiben	Methoden gezielt auswählen und nutzen; Konzeption eines Experiments nachvollziehen, einfache Experimente durchführen	Unterschiedliche Fachmethoden – auch einfaches Experimentieren und Mathematisieren – kombiniert und zielgerichtet einsetzen
		Einfache Darstellungen von Sachverhalten verstehen	Begrenztes Wissen nach Anleitung erschließen	Begrenztes Wissen selbst erwerben und dokumentieren
	<b>Kommunikation</b>	Einen einfachen Sachverhalt aus einer vorgegebenen Darstellungsform in eine andere übertragen	Sachverhalte fachsprachlich in Wort und Schrift oder einer anderen vorgegebenen Form unter Anleitung darstellen	Darstellungsformen sach- und situationsgerecht zu begrenzten Themen auswählen, anwenden und reflektieren
		Sachbezogene Fragen stellen, zu Fragen Stellung nehmen	Auf Beiträge eingehen, Aussagen sachlich begründen	Auf angemessenem Niveau begrenzte Themen diskutieren
	<b>Kontexte Reflexion</b>	Einfache Bezüge zu anderen Sachgebieten angeben	Den Aspektcharakter physikalischer Betrachtungen am Beispiel aufzeigen	Bezüge zu anderen Sachgebieten herstellen und die Bedeutung physikalischer Kenntnisse im Einzelfall wichten.
		Das Experiment als Prüfstein physikalischer Aussagen am Beispiel darstellen	Zwischen physikalischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden	Physikalische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts nutzen

*Niveau A*

Im Niveau A beschränken sich die Aufgabenstellungen auf die Reproduktion und Anwendung bekannter oder geübter Sachverhalte und Fachmethoden, die Anwendung geübter Kommunikationsformen in einfachen Situationen und die Einbettung in unterrichtlich bekannte oder einfache Kontexte.

<i>Wissen Inhalte</i>	<p><i>Wiedergeben von Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet in einem gelernten Zusammenhang, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gedächtnismäßiges Wiedergeben von Daten und Fakten sowie von Begriffen, Größen und Einheiten und deren Definitionen</li> <li>• gedächtnismäßiges Wiedergeben von Gesetzen und Formeln sowie deren Erläuterung</li> <li>• Wiedergeben von im Unterricht eingehend erörterten Fragestellungen und Zusammenhängen</li> <li>• einfachen Texten Informationen entnehmen</li> </ul>
<i>Fachmethoden</i>	<p><i>Beschreiben und Verwenden gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbauen eines unbekanntes Experiments nach vorgelegtem Plan oder eines bekannten Experiments aus der Erinnerung</li> <li>• Durchführen von Messungen nach geübten Verfahren mit bekannten Geräten</li> <li>• Umformen von Gleichungen und Berechnen von Größen aus Formeln</li> <li>• sachgerechte Nutzung bekannter Software</li> <li>• Auswertung von Ergebnissen nach bekannten Verfahren</li> </ul>
<i>Kommunikation Präsentation</i>	<p><i>Darstellen von Sachverhalten in geübten Darstellungsformen, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben eines im Unterricht behandelten oder vorgeführten Experiments</li> <li>• Darstellen von Sachverhalten in verschiedenen Darstellungsformen (Tabelle, Graph, Skizze, Text, Bild, Diagramm, Mind-Map, Formel, ...)</li> </ul>
<i>Kontexte Reflexion</i>	<p><i>Wiedergeben von Sachverhalten und Bewertungsansätzen in bekannten Kontexten, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklären bekannter Phänomene aus Natur und Technik</li> <li>• Darstellen bekannter historischer Bezüge</li> </ul>

*Niveau B*

Im Niveau B verlangen die Aufgabenstellungen die Reorganisation und das Übertragen bekannter komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die Anwendung bekannter Kommunikationsformen in komplexeren Situationen und die selbstständige Einbettung in unterrichtlich bekannte aber komplexerer Kontexte.

*Wissen  
Inhalte*                      *Selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge gehen kann, z.B.*

- sachgerechtes Wiedergeben von komplexen Zusammenhängen
- Auswählen und Verknüpfen von bekannten Daten, Fakten und Methoden bei vertrauter Aufgabenstruktur
- komplexeren Texten Informationen entnehmen

*Fachmethoden*                      *Selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann, z.B.*

- Übertragen von Betrachtungsweisen und Gesetzen auf neue Sachverhalte
- physikalische Phänomene mathematisch beschreiben, wenn im Unterricht analoge Fragestellungen behandelt wurden
- Planen einfacher experimenteller Anordnungen zur Untersuchung von vorgegebenen Fragestellungen
- Gewinnen von mathematischen Abhängigkeiten aus Messdaten
- Erörtern von Fehlerquellen und Abschätzen des Fehlers bei Experimenten
- Auffinden der relevanten physikalischen Variablen eines Vorgangs
- Erörtern des Gültigkeitsbereichs von Modellen und Gesetzen
- Modellbildungssysteme zur Überprüfung oder zur graphischen Veranschaulichung physikalischer Abhängigkeiten nutzen
- Optimieren von Modellen hinsichtlich eines Realexperiments
- Begründete Herleitung der mathematischen Beschreibung eines physikalischen Sachverhaltes, wenn diese im Unterricht behandelt wurde

*Kommunikation  
Präsentation*                      *Selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang, z.B.*

- Komplexere, bekannte Sachverhalte strukturieren und schriftlich oder mündlich präsentieren
- physikalische Sachverhalte adressatengerecht in verständlicher Form darstellen
- ein Fachgespräch zu bekanntem Sachverhalt auf angemessenem Niveau führen

*Kontexte  
Reflexion*                      *Selbstständiges Übertragen von Sachverhalten und Bewertungsansätzen in bekannten Kontexten, z.B.*

- Einordnen und erklären von physikalischen Phänomenen aus Natur und Technik
- Einordnen von Sachverhalten in historische und gesellschaftliche Bezüge

*Niveau C*

Im Niveau C verlangen die Aufgabenstellungen das Anwenden und Übertragen neuartiger oder komplexer Sachverhalte und ungeübter Fachmethoden, die Anwendung von Kommunikationsformen in neuartigen oder komplexen Situationen und die selbstständige Einbettung in neuartige aber komplexe Kontexte.

<i>Wissen Inhalte</i>	<p><i>Selbstständiges Erarbeiten von unbekanntem Sachverhalten in einem bekannten Zusammenhang, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswählen und Verknüpfen von bekannten Daten, Fakten und Methoden bei neuartiger Aufgabenstruktur</li> <li>• Wissen problembezogen in verschiedene inner – und außerphysikalischen Wissensbereichen einordnen und nutzen</li> </ul>
<i>Fachmethoden</i>	<p><i>Bewusstes und selbstständiges Auswählen und Anpassen geeigneter gelernter Methoden und Verfahren in neuartigen Situationen, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwickeln eigener Fragestellungen bzw. sinnvolle Präzisierung einer offenen Aufgabenstellung</li> <li>• für vorgegebene Fragestellungen eigene Experimente planen, gegebenenfalls durchführen und die Ergebnisse werten</li> <li>• Entwickeln alternativer Lösungswege, wenn dieses in der Aufgabenstellung gefordert wird</li> <li>• Entwickeln neuer Modellelemente mit einem Modellbildungssystem</li> </ul>
<i>Kommunikation Präsentation</i>	<p><i>Planmäßiges und kreatives Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbständigen Gestaltungen bzw. Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysieren komplexer Texte und Darstellung der daraus gewonnenen Erkenntnisse</li> <li>• zu einem Sachverhalt Position beziehen, diesen physikalisch begründen und im fachlichen Diskurs verteidigen</li> <li>• einen breiteren und komplexeren Sachverhalt in einer Abhandlung (z. B. Facharbeit) bearbeiten</li> </ul>
<i>Kontexte Reflexion</i>	<p><i>Selbstständiges Bewerten von Sachverhalten und selbstständiges Herstellen von Kontexten, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellung beziehen zu gesellschaftlich relevanten Fragen unter physikalischer Perspektive</li> <li>• Finden von Anwendungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse</li> <li>• Erklären physikalischer Phänomene komplexer Art aus Natur und Technik</li> <li>• aus Fragekomplexen anderer Fachgebiete die Aspekte herausfinden, zu denen die Physik Aussagen machen kann, diese Aussagen ausarbeiten und werten</li> </ul>

## **Aufbau der Aufgaben**

Die Darstellung der Niveaunkretisierung ist dreigliedrig:

### **(1) Bezug zu den Bildungsstandards** (Leitgedanken zum Kompetenzerwerb, Kompetenzen und Inhalte)

In diesem Abschnitt wird auf die Kompetenzen und Inhalte des Bildungsstandards konkret Bezug genommen, auf die sich die Niveaunkretisierung bezieht. Es dient der Klarheit, nicht alle, sondern nur die wesentlichen Bezüge einer Aufgabe zu den Bildungsstandards aufzuführen. Weitere Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten (aus den Bildungsstandards der betr. Klassenstufe) werden ggf. vorausgesetzt und durch andere Aufgaben konkretisiert.

### **(2) Problemstellung**

Hier werden exemplarisch Problemstellungen (eventuell ergänzt um Materialien) vorgelegt, die schriftlich und/oder handelnd (Experiment, Referat, fachpraktische Arbeit u.a.) bearbeitet werden.

### **(3) Erwartungshorizont**

Der Erwartungshorizont enthält die Kriterien für die Einstufung der Schülerleistung in eine der drei Niveaustufen. Wenn die Einstufung von Vorerfahrungen aus dem Unterricht abhängen, wird dies hier erläutert.

## Niveaunkretisierung 1 – Klasse 8

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können

- zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden
- an einfachen Beispielen die physikalische Beschreibungsweise anwenden
- erste physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen

#### Inhalte

*qualitativ: Strom, Antrieb (Ursache) und Widerstand*

### (2) Problem



Anika geht noch in den Kindergarten. Sie glaubt, Wind wird durch die Blätter von Bäumen erzeugt.

- a) Wie könnte sie zu dieser Meinung kommen, welchen gedanklichen Fehler macht sie und wie könntest du sie von dieser Meinung abbringen?
- b) Nenne Beispiele für Luftbewegungen und ihre Ursachen.

Begründe bitte alle deine Argumente!

### (3) Niveaubeschreibung

#### Unterrichtliche Voraussetzungen

Im Unterricht wurden Vorerfahrungen aus Naturphänomene (u.a. Druck und Dichte) aufgegriffen und in einen neuen Zusammenhang (Antrieb, Kreislaufmodelle) eingebunden

#### Niveaustufe A

- a) Nur oberflächliche Erklärung (z.B. „Blätter flattern nicht von sich aus, sondern benötigen einen „Antrieb“, das ist der Wind“) und es wird ein Gegenargument (z.B. „Es gibt auch Wind im Winter, wenn die Bäume keine Blätter haben“) aufgeführt.
- b) Falls Luftbewegungen im Unterricht thematisiert wurden, wird eine Reproduktion erwartet.

#### Niveaustufe B

- a) ausführliche Darstellung eines möglichen Gedankengangs, z.B. Anika hat erkannt, dass sich Blätter im Wind bewegen, bei Windstille nicht. Das hängt also zusammen. Sie weiß auch, dass man mit einer Zeitung oder einem Fächer Wind erzeugen kann und glaubt, dass das mit Blättern auch so ist. Sie verwechselt jedoch Ursache und Wirkung.  
Es werden mehrere Gegenbeispiele mit Begründung aufgeführt.
- b) Mindestens ein nicht im Unterricht behandeltes Beispiel für Luftbewegung wird mit Erläuterung aufgeführt.

*Niveaustufe C*

- a) zusätzlich: Es wird darauf hingewiesen, dass ein Gegenbeispiel eine Hypothese verwirft.
- b) zusätzlich : Verschiedene Beispiele für Luftbewegungen
- Fächer, Ventilator
  - Luftballon (ausströmende Luft), Fahrradpumpe, Lunge
  - brennende Kerze, Schornstein
  - Konvektion, Heizung
  - Hoch- und Tiefdruckgebiete, Wind

Es werden jeweils altersgerechte Erklärungen für die Ursache der Bewegung (Mechanischer Antrieb, Dichte bzw. Druck, ...) erwartet.



## Niveaunkretisierung 2 – Klasse 8

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können

- bei einfachen Beispielen den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren
- bei einfachen Problemstellungen Fragen erkennen, die sie mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen
- erste physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen

#### Inhalte

*Kraft, Geschwindigkeit, qualitativ: Impuls*

### (2) Problem

Die folgenden Bilder zeigen die **Startphasen** bei 100m- und 800m-Lauf:



Bild 1: Start beim 100m-Finale - Olympische Spiele 1896 in Athen



Bild 2: Start beim 800m-Finale – Württembergische Meisterschaften 1965

Die folgende Tabelle zeigt die Bestzeiten bei unterschiedlichen Strecken der Leichtathletik:

Lauf-Disziplin:	100 m	200 m	400 m	800 m	1 500 m	5 000 m	
Bestzeit:	9,8 s	19,3 s	43,7 s	1 min 44 s	3 min 34 s	13 min 2 s	

- a) Bestimme die Durchschnittsgeschwindigkeit bei jeder Laufstrecke. Erstelle ein Diagramm, in dem du auf der Hochachse die Durchschnittsgeschwindigkeit der Läufer und auf der Querachse den zurückgelegten Weg einzeichnest. Beschreibe, was dieses Diagramm aussagt.
- b) Schätze die Bestzeit beim 10 000 m – Lauf ab und beschreibe wie du dabei vorgegangen bist.

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Unterrichtliche Voraussetzungen*

Im Unterricht wurde die Geschwindigkeit behandelt; außerdem sind s-t- und v-t-Diagramme aus mehreren Anwendungen bekannt.

#### *Niveaustufe A*

Die Durchschnittsgeschwindigkeiten für jede Laufstrecke werden berechnet.

Es wird eine Abschätzung für die 10 000-m-Bestzeit beschrieben – z.B. könnte die 10 000-m-Bestzeit aus der doppelten 5 000-m-Bestzeit und einer „Zugabe“ ermittelt werden.

#### *Niveaustufe B*

Zusätzlich werden die berechneten Geschwindigkeitswerte in ein v-s-Diagramm eingetragen.

Die Abnahme der Durchschnittsgeschwindigkeit für große Strecken wird begründet.

#### *Niveaustufe C*

Die 10 000-m-Bestzeit wird mit Hilfe des Diagramms bestimmt; hierzu wird das Diagramm bis zur 10 000-m-Marke „verlängert“. Das Vorgehen bei der Abschätzung wird beschrieben.

Es wird diskutiert, ob die angenommene Verlängerung als Gerade die Laufrealität richtig beschreibt.

Zusätzlich zu Niveau B wird die Zunahme vom 100-m- zum 200-m-Lauf (Beschleunigungsphase) begründet.

## Niveaunkretisierung 1 – Klasse 10

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können

- an Beispielen die physikalische Beschreibungsweise anwenden
- Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen
- geeignete Größen bilanzieren
- Fragen erkennen, die sie mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen
- physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen

Die Schülerinnen und Schüler kennen charakteristische Werte der behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden.

#### Inhalte

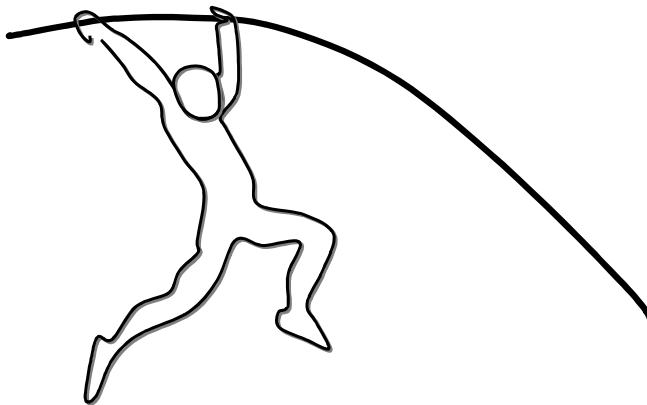
*Energie (Energieerhaltung)*

*Kraft, Geschwindigkeit, Impuls (Impulserhaltung), Beschleunigung*

*Energiespeicher, Beschreibung von mechanischen, elektrischen und thermischen Energietransporten*

*Qualitative Beschreibung von Feldern (Gravitationsfeld)*

### (2) Problem



In einer Zeitschrift findet man den Satz:

„Legt man die Schulweisheit zugrunde, darf ein Stabhochspringer eigentlich niemals über 6 m hoch springen.“

Von welchen Randbedingungen hängt die Höhe bei einem Stabhochsprung ab. Ist die Aussage in dieser Zeitschrift korrekt?

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Unterrichtliche Voraussetzungen*

Im Unterricht wurde der mechanische Energieerhaltungssatz ausführliche behandelt. Die Energiebilanz beim Hochsprung war Gegenstand des Unterrichts.

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerin oder der Schüler kann darstellen, dass die Höhe von der Anlaufgeschwindigkeit und der Sprungtechnik abhängt, mit der der Springer die kinetische Energie beim Anlauf über die Biegung des Stabes so umsetzen kann, dass er eine möglichst große Höhe erreicht. Er/sie argumentiert, dass eine höhere Anlaufgeschwindigkeit und/oder eine bessere Technik zu einer größeren Sprunghöhe führen.

#### *Niveaustufe B*

Zusätzlich zu den Ausführungen in (A) schätzt die Schülerin/der Schüler die Anlaufgeschwindigkeit des Stabhochspringers ab und bestimmt mit Hilfe einer Energiebilanz die maximal Sprunghöhe; hierbei geht sie/er davon aus, dass die kinetische Energie im besten Fall vollständig in Lageenergie umgewandelt wird.

*Niveaustufe C*

Zusätzlich zu den obigen Formulierungen kann die Schülerin/der Schüler begründen, dass die Umsetzung der kinetischen Energie mit Sicherheit nicht zu 100% erfolgen kann. Dass diese „theoretische Maximalhöhe“ trotzdem erreicht werden kann, ist möglich, da der Springer während seiner „Steigphase“ selbst Energie aufbringen kann („...er zieht sich an dem Stab hoch und drückt sich am Stab ab ...“)

## Niveaunkretisierung 2 – Klasse 10

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können

- zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden
- geeignete Größen bilanzieren
- Fragen erkennen, die sie mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen
- physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen
- Zusammenhänge zwischen lokalem Handeln und globalen Auswirkungen erkennen und dieses Wissen für ihr eigenes verantwortungsbewusstes Handeln einsetzen

#### Inhalte

*Energie (Energieerhaltung)*

*Temperatur, Entropie (Entropieerzeugung)*

*Beschreibung von mechanischen, elektrischen und thermischen Energietransporten*

### (2) Problem



An einem heißen Tag im Sommer beschwerten sich die Jugendlichen über die Hitze. Dieter schlägt vor, die Kühlschranktür zu öffnen, damit es im Raum kühler wird. Petra sagt: „Dadurch wird’s doch bloß wärmer“. Franz sagt: „Es gibt andere Möglichkeiten, die Hitze erträglicher zu machen – z.B. durch Klimaanlage.“ Reinhard protestiert: „Klimaanlagen belasten die Umwelt.“

- a) Erläutern Sie die Energie- bzw. die Entropiebilanz bei einem Kühlschrank!
- b) Erläutern Sie, wie man aus einem Kühlschrank eine Klimaanlage bauen könnte!
- c) Bewerten Sie die vier oben genannten Meinungen!

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Unterrichtliche Voraussetzungen*

Im Unterricht wurde die Energiebilanz (und die Entropiebilanz) des Kühlschranks behandelt. Die Funktionsweise von Kraftwerken und ihre Vor- und Nachteile wurden diskutiert. Energieeinsparung (bzw. Entropievermeidung) war Gegenstand des Unterrichts.

Die Klimaanlage war **kein** Unterrichtsgegenstand.

#### *Niveaustufe A*

Sie können beschreiben, dass beim Kühlschrank thermische Energie (und Entropie) aus dem Innenraum in das „Heizgitter“ auf der Rückseite des Kühlschranks transportiert wird. Und sie können formulieren, dass die „Kühleffekte“ im Inneren des Kühlschranks durch die „Heizeffekte“ auf der Rückseite des Kühlschranks übertroffen werden, weil dort die zum Betrieb des Kühlschranks notwendige Energie zusätzlich abgegeben wird.

*Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler können die Energie (bzw. Entropie-) Bilanz des Systems „Kühlschrank“ beschreiben; es gelingt ihnen, diese Bilanz durch eine anschauliche Zeichnung darzustellen. In dieser Zeichnung und in der zugehörigen Erklärung wird deutlich, dass der Kühlschrank nicht in der Lage ist, die thermische Energie (bzw. Entropie) im Zimmer abzusenken. Sie können darstellen, dass ein Kühlschrank und eine Klimaanlage Wärmepumpen sind, die im Prinzip auf die gleiche Weise funktionieren. Bei der Klimaanlage befindet sich aber das „Heizgitter“ außerhalb des Zimmers, in dem man die thermische Energie (bzw. Entropie) absenken will.

*Niveaustufe C*

Zusätzlich zu den obigen Ausführungen formulieren sie eine differenzierte Bewertung bezüglich der Umweltbelastung beim Gebrauch von Kühlschränken, Klimaanlagen und Wärmepumpen, die in Heizungssystemen eingesetzt werden.

Sie können die Größenordnung der elektrischen Energie, die aus der Steckdose entnommen und vom Kühlschrank als thermische Energie abgegeben wird, bestimmen und erkennen, dass diese zusätzliche Energieabgabe eine Erhöhung der Zimmertemperatur bewirkt.

Sie diskutieren andere umweltschonendere Möglichkeiten die Hitze erträglich zu machen.

## Niveauekonkretisierung – Kursstufe (4-stündig)

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die physikalische Beschreibungsweise anwenden
- die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... anwenden und reflektieren
- die Methoden der Deduktion und Induktion anwenden

Die Schülerinnen und Schüler kennen charakteristische Werte der behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden.

#### Inhalte

*Energie (Energieerhaltung)*

*Kraft, Geschwindigkeit, Impuls (Impulserhaltung), Beschleunigung*

*qualitativ: Zentripetalkraft*

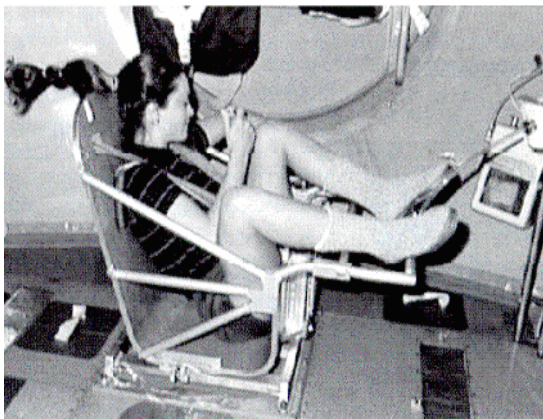
*qualitativ: Gravitationsfeld*

*Energiespeicher und Energietransport auch in Feldern*

*harmonische mechanische Schwingung*

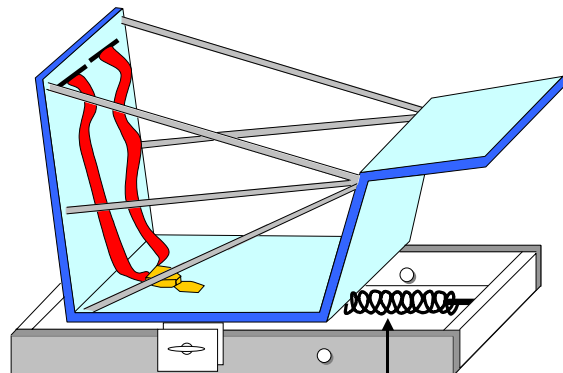
### (2) Problem

Das Bild 1 zeigt eine Astronautin im BMMD (Body Mass Measurement Device) der NASA.



Astronautin im BMMD der NASA<sup>1</sup>

Bild 1



Schraubenfeder

Bild 2

Mit diesem BMMD bestimmen die Astronauten im Spaceshuttle in der Erdumlaufbahn ihre Körpermasse. Es besteht aus einem Gestell, in dem sich die Astronautin (siehe Bild 1) mit einem Gurt festgeschnallt hat. Dieses Gestell ist reibungsfrei in einer Schiene montiert und an einer Schraubenfeder befestigt (Bild 2). Der Schlitten schwingt in seiner Führung, wenn er angestoßen wird.

- a) Erklären Sie die Funktionsweise des BMMD und gehen Sie hierbei u.a. auf folgende Fragen ein: Wie kann man mit diesem Gerät die Körpermasse bestimmen? Warum müssen sich die Astronauten in dem Gestell festschnallen – warum genügt es nicht, dass sie sich nur hineinsetzen? Nicht jede Feder ist dafür geeignet – geben Sie eine Abschätzung der Federkonstanten an!
- b) Wie könnte man die Funktionsweise anschaulich demonstrieren?

<sup>1</sup> NASA-Homepage

---

**(3) Niveaubeschreibung***Unterrichtliche Voraussetzungen*

Im Unterricht wurde z.B. das Thema „mechanische Schwingungen“ behandelt und das Federpendel (Zug- und Druckfeder) ausführlich diskutiert.

*Niveaustufe A*

Die Schülerin/der Schüler erläutert die Funktionsweise eines Federpendels und kann die zugehörige Formel für die Periodendauer angeben. Die Schülerin/der Schüler kann ein Federpendel – wie im Unterricht behandelt – aufbauen.

*Niveaustufe B*

Sie/er erkennt, dass das BMMD als ein waagrechtes Federpendel beschrieben werden kann und liefert eine Abschätzung für die Federkonstante; hierbei kann sie/er beschreiben, welche Gerätemasse, welche mittlere Masse eines Astronauten und welche Periodendauer gewählt werden. Sie/er kann unter Anleitung ein anschauliches Modell mit Schulmitteln nachbauen.

*Niveaustufe C*

Darüber hinaus kann sie/er begründen, warum sich die Astronauten im Sitz festschnallen müssen. Sie/er kann selbstständig ein anschauliches Modell mit Schulmitteln nachbauen.