

Neue „Aufgabenkultur“ für den Physikunterricht

Neue Aufgaben? Oder neue Kultur?



Prof. Dr. Horst Schecker
Universität Bremen

schecker@physik.uni-bremen.de
<http://www.idn.uni-bremen.de/projekte.php> (-> Aufgabenkultur)

T I

Olympiasieg

Bei den Olympischen Spielen 1972 in München fiel die Entscheidung im 400m-Lagen-Schwimmen denkbar knapp aus:

- Gold: Gunnar Larsson (Schweden): 4 min. 31,982 s
- Silber: Tim McKee (USA): 4 min. 31,984 s



Olympiasieg

- ◆ Bei einer Bau-Toleranz von 0,001m zwischen den Bahnlängen: Ist diese Entscheidung zu rechtfertigen?
- ◆ Verfassen Sie ein Kurzgutachten für den Internationalen Schwimmverband, in dem Sie darlegen, dass diese Entscheidung aus physikalischer Sicht nicht zu rechtfertigen ist!
(ca. 1 S. Text, ggf. zusätzliche Skizzen oder Abbildungen)
Verwenden Sie dabei als Argumente:
 - Körpergröße: Abstand Ohr-Startlautsprecher
 - Bau-Toleranz für Schwimmbäder: 0,001m zwischen Außen- und Innenbahn
- ◆ Inzwischen wird bei der Entscheidung über die Rangfolge im Schwimmen nur noch mit 1/100s gearbeitet. Ist das eine sinnvolle Genauigkeit?

Olympiasieg

- Listen Sie Fragestellungen auf, die man physikalisch untersuchen sollte, um zu entscheiden, ob 0,002s gerechtfertigt sind, um zwischen Gold und Silber zu entscheiden.
- ◆ Planen Sie ein Experiment, mit dem man den Einfluss der Körperbehaarung auf den Wasser-Widerstand eines Schwimmers mit schulischen Mitteln modellartig untersuchen kann!
(Beschreibung, Versuchsskizze, Geräteliste, vorbereitetes Messprotokoll).

Schwierigkeitsstufen bei TIMSS-Aufgaben (S II)

- ◆ Routineaufgaben
- ◆ Anwenden von Faktenwissen zur Erklärung eines Phänomens
- ◆ Lösen von Aufgaben mit Wissen aus der Sek. I, während die Art der Aufgabe der Sek. II entspricht
- ◆ offene Fragestellungen, eigenständige Lösungsansätze (experimentell oder mathematisch)
rechnerische oder qualitative Schlussfolgerungen
- ◆ alltagsgebundene Fehlvorstellungen überwinden

- ◆ (nach E. Klieme, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin)



Aufgabenschwierigkeit in Physik (Sek. II)

„Schwierige TIMSS-Aufgaben zeichnen sich nicht durch spezifische Wissensvoraussetzungen aus, sondern durch ihre Anforderungen an problemlösendes Denken und qualitatives Begriffsverständnis.

Schwierige physikalische Aufgaben verlangen zudem ein Verständnis für experimentelle Situationen und formalisierte Gesetze oder das Überwinden von typischen Fehlvorstellungen.“

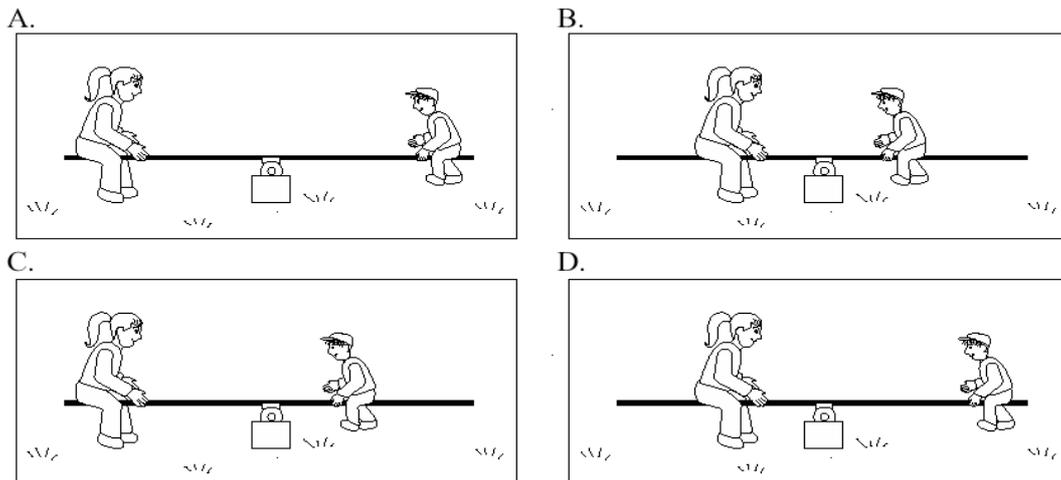
(Klieme 1999)



1) Lösen von Routineaufgaben

Ein Mädchen spielt mit seinem kleinen Bruder auf einer Schaukel.

- ◆ Welches Bild zeigt die beste Position für das Mädchen, das 50 kg (Kilogramm) wiegt, um mit seinem Bruder, der 25 kg wiegt, im Gleichgewicht zu sein?



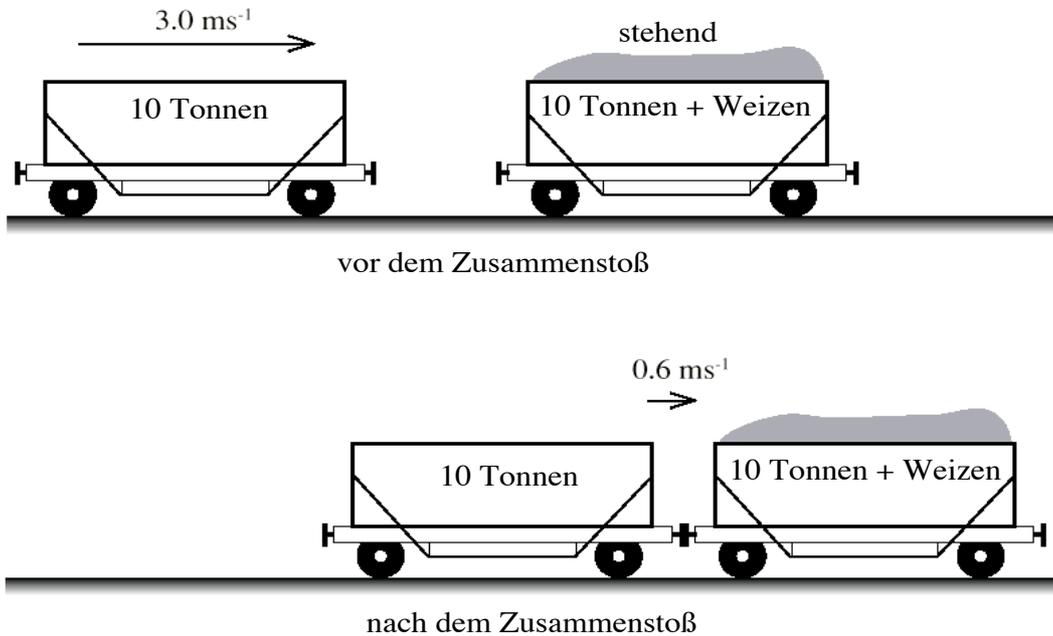
2) Faktenwissen

Wodurch gewinnen die meisten Sterne ihre Energie?

- ◆ Durch elektromagnetische Induktion, die aus starken Magnetfeldern resultiert.
- ◆ Schnelle Rotation des Sterns
- ◆ Radioaktivität im Innern des Sterns
- ◆ Kernfusion im Innern des Sterns
- ◆ Wärme, die bei der „Geburt“ des Sterns gespeichert wurde

3) Anwendung physikalischer Gleichungen

- ◆ Benutze die Informationen, um die Masse des Weizens zu bestimmen.



3) Anwendung physikalischer Gleichungen

Ein Stein wird aus dem Ruhezustand in einen tiefen Schacht fallen gelassen. Nach 2 s schlägt er auf dem Boden auf.

- ◆ Wie tief ist der Schacht? Der Einfluß des Luftwiderstands auf den fallenden Stein kann vernachlässigt werden. Rechnen Sie mit der Fallbeschleunigung $g=9,8 \text{ ms}^{-2}$.
 - 4,9 m
 - 9,8 m
 - 19,6 m
 - 39,2 m
 - 78,5 m

4) Fachliches Argumentieren und Problemlösen

- a) Beschreibe in den Grundzügen ein Experiment, das Susanne in ihrer Schule durchführen könnte, um mit Hilfe von Echos auf dem Schulhof die Schallgeschwindigkeit zu bestimmen.

Gib an, welche Materialien Susanne benötigen würde, welche Messwerte sie aufnehmen wird und welche Berechnungen sie machen wird.

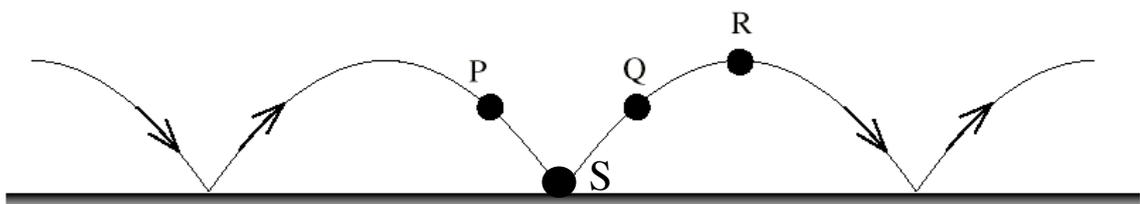
- b) Vier Gruppen in Susannes Klasse haben das Experiment durchgeführt, das Du beschrieben hast. Jede Gruppe kam zu einem anderen Ergebnis. Erläutere eine Ursache, warum das passieren könnte.

5) Fehlvorstellungen überwinden



Ein Ball hüpft auf dem Boden von links nach rechts.

- ◆ Zeichne an den Punkten P, Q, R und S die Beschleunigung des Balles ein!

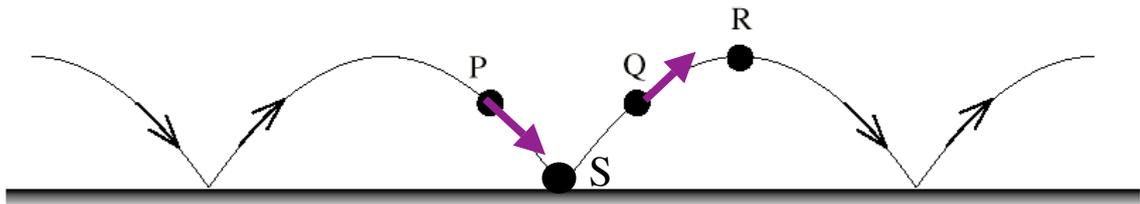


5) Fehlvorstellungen überwinden

Ein Ball hüpft auf dem Boden von links nach rechts.

- ◆ Zeichne an den Punkten P, Q, R und S die Beschleunigung des Balles ein!

Typische *falsche* Lösungen:

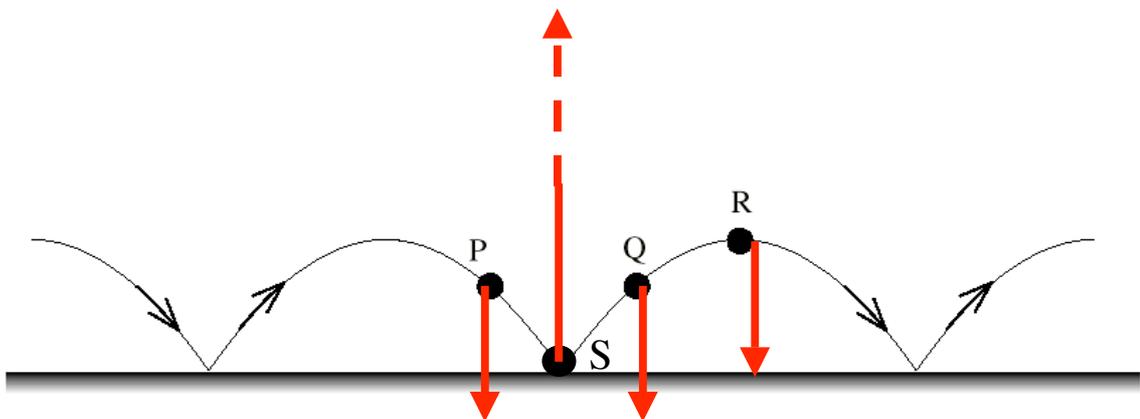


+

5) Fehlvorstellungen überwinden

Ein Ball hüpft auf dem Boden von links nach rechts.

- ◆ Zeichne an den Punkten P, Q, R und S die Beschleunigung des Balles ein!



+

Aufgabenkriterien: Kultur

- ◆ Aufgaben als Lernanlässe in das Zentrum des Unterrichts stellen
- ◆ die Möglichkeit eröffnen, aus Fehlern zu lernen
- ◆ zwischen Lern- und Prüfungsphasen trennen
- ◆ selbständige und kooperative Arbeitsweisen fördern
- ◆ Selbsterklären an Musterlösungen üben
- ◆ Gestufte Lernhilfen anbieten
- ◆ Lösungen auf unterschiedlichen Niveaus ermöglichen
- ◆ Mehrere Lösungswege zulassen
 - experimentell
 - halb-quantitativ
 - rechnerisch
 - mathematisch-formal
- ◆ Kompetenzzuwachs erfahrbar machen

Aufgabenkriterien: Inhalt

- ◆ Zielklarheit: die notwendigen Kompetenzen bedenken
 - Texte erschließen
 - Faktenwissen aktivieren/ formale Routinen üben
 - Probleme lösen
 - Argumentieren
 - Kommunizieren
 - Bewerten
- ◆ Schüler Aufgaben erfinden lassen
- ◆ Offenheit variieren
 - Weg und Antwortformat vorgeben
 - Lösungshinweise geben
 - Lösungsweg selbst planen lassen
- ◆ Interessen von Mädchen berücksichtigen
- ◆ Aufgaben aus Kontexten entwickeln
- ◆ Alltagsbezüge herstellen
- ◆ Anwendungsorientierung
- ◆ Schülervorstellungen thematisieren
- ◆ Mehr Denken — Weniger Rechnen

Zum Weiterlesen und Vertiefen

- ◆ B. Ralle (Hrsg.): Aufgabenkultur. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 54 (2001), Nr. 7 (Themenheft).
- ◆ H. Pientka (Hrsg.) (2000): Aufgabenkultur. Praxis der Naturwissenschaften 49 (2000), Nr. 4 (Themenheft).
- ◆ Häußler, P. & Lind, G. (1998): Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/index.php?id=635&typ=ausgabe>
- ◆ H. Harreis (Hrsg.): Aufgaben für Klausur und Abitur. Praxis der Naturwissenschaften/Physik in der Schule 50 (2001) Nr. 5.
- ◆ R. Duit (Hrsg.): Aufgaben. Naturwissenschaften im Unterricht — Physik 13 (2002), Nr. 1
- ◆ Schecker, H.: Denkaufgaben zum Kraftbegriff. In: Naturwissenschaften im Unterricht — Physik 36 (1988), 36-39.
- ◆ Duit, R. & Schecker, H. (Hrsg.): Themenheft "Standards". In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik 18 (2007) Nr. 97

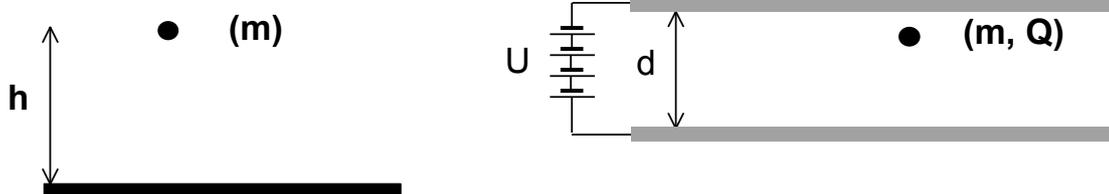
Aufgaben bewerten

Kugel und Elektron

Ein Holzkügelchen mit der Masse m befinde sich in der Höhe h über dem Erdboden. Losgelassen fällt es nach unten.

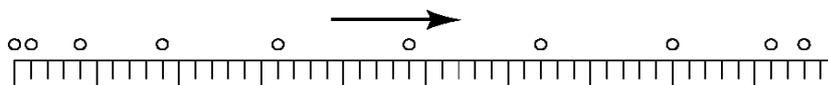
Ein Metallkügelchen (Ladung Q , Masse m) befinde sich in der Mitte zwischen zwei horizontalen Kondensatorplatten (Abstand d , Ladesspannung U). Losgelassen bewegt es sich auf die positive Platte zu.

- ◆ Diskutiere ob die Beschleunigungen von den Massen der Kügelchen abhängig sind!

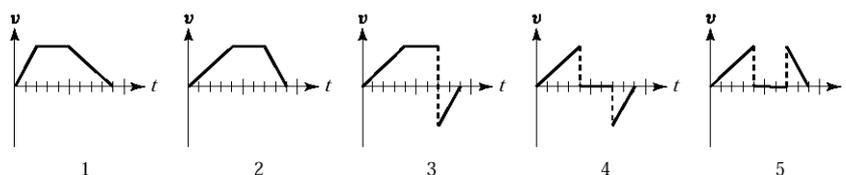


Stroboskop-Aufnahme

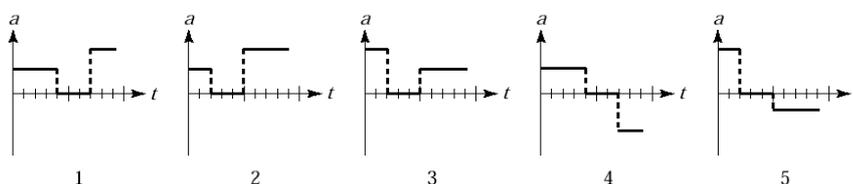
Die Abbildung zeigt eine Stroboskop-Aufnahme der Bewegung einer Kugel auf einer horizontalen Fläche.



- ◆ Welches $v(t)$ -Diagramm gibt die Bewegung am besten wieder?



- ◆ Welches $a(t)$ -Diagramm zeigt die Beschleunigung am besten?



Wärmekapazität

- ◆ Ein unbekannter Stoff ($m = 200 \text{ g}$) mit der Temperatur $\vartheta_1 = 15^\circ\text{C}$ wird in 130 g Wasser der Temperatur $\vartheta_2 = 45^\circ\text{C}$ getaucht.

Es ergibt sich eine Mischungstemperatur von $\vartheta_m = 41^\circ\text{C}$.

Die Wärmekapazität des Gefäßes entspricht der von 10 g Wasser.

Um welchen Stoff könnte es sich handeln?

Innenwiderstand und Leistung

- ◆ Eine Autobatterie hat unbelastet eine Spannung von $12,4 \text{ V}$. Schaltet man das Abblendlicht ein, so sinkt die Spannung auf $11,9 \text{ V}$ ab. Dabei wird eine Stromstärke von $9,2 \text{ A}$ gemessen.

a) Wie groß ist der Innenwiderstand der Autobatterie?

b) Beim Anlassen beträgt die Stromstärke 90 A . Wie groß sind die Leistungen, die dabei in Batterie und Anlasser umgesetzt werden?

„Fehler“ beim Experiment

In der Klasse haben mehrere Schülergruppen aus Fallexperimenten die Erdbeschleunigung g bestimmt. In der Pause ergibt sich folgendes Gespräch:

Axel: Unser Wert $g=9,703$ ist am besten, wir haben nur 1% Fehler!

Janine: Ihr habt geschummelt. So genau kriegt man das nicht hin!

Axel: Wieso geschummelt? Die schlechteren Ergebnisse kann man weglassen. Hauptsache man hat einen exakten Wert!

Janine: Bei uns kam dauernd etwas anderes heraus: mal 10,3 mal nur 9,5. Ich glaube, wir haben da etwas falsch gemacht.

Bernd: Wenn man sorgfältig genug arbeitet und keine Fehler macht, müsste eigentlich immer genau 9,81 rauskommen.

- ◆ Nimm zu dem Gespräch aus Deiner Sicht Stellung!

Teilchenhypothese

- ◆ Heute sind die Naturwissenschaftler davon überzeugt, dass alle Stoffe aus kleinsten Teilchen bestehen. Das war nicht immer so, denn diese Teilchen sind so winzig klein, dass man sie auch mit dem stärksten Mikroskop nicht sehen kann. Stelle dir vor, du müsstest einen Gegner der Teilchenhypothese davon überzeugen, dass sie viele Erscheinungen erklären kann. Wie würdest du argumentieren?
- ◆ Du kannst dabei z.B. auf folgende Beobachtungen verweisen:
- ◆ Rauchstäubchen in Luft bewegen sich auf einem Zick-Zack-Kurs, wenn man sie unter einem Mikroskop betrachtet.
- ◆ Radioaktive Stoffe erzeugen in einem Geigerzähler einzelne unregelmäßige Klicks.
- ◆ Wenn man eine Parfumflasche öffnet, kann man das Parfum bald im ganzen Zimmer riechen.

Hochsprung-Weltrekord

Der Weltrekord im Stabhochsprung liegt bei 6,14 m (S. Bubka).

- ◆ Ist aus physikalischer Sicht eine wesentliche **Verbesserung dieses Rekords** möglich? **Argumentiere Pro und Contra!**
- ◆ Welche Faktoren spielen außer den physikalischen Gesichtspunkten eine Rolle — und wie wirken sich diese auf die Höhe aus?



(nach B. Huhn, IKS Neumünster)

Lungenvolumen

Wie kann man das Lungenvolumen eines Menschen ermitteln?

- ◆ Beschreibt verschiedene Möglichkeiten der Messung und Berechnung, die man praktisch mit unseren Geräten durchführen kann (mit kurzem Text und Skizzen)
- ◆ Welche Vor- und Nachteile haben die von Euch entwickelten Vorgehensweisen, z.B. hinsichtlich ihrer Genauigkeit?

Zusatzaufgabe:

- ◆ Wie könnte man vorgehen, wenn nur ein Meterband und ein Zollstock zur Verfügung stehen?

Aufgaben bewerten

- ◆ **Rote Punkte:**

Die Aufgabe ist besonders „typisch“ für den deutschen Physikunterricht



- ◆ **Blaue Punkte:**

Die Aufgabe entspricht besonders den Kriterien der „neuen Aufgabenkultur“



Sie können jeweils drei Punkte frei vergeben:

z.B. alle 3 Punkte für eine Aufgabe oder je 1 Punkt für drei Aufgaben

Experimentieraufgaben

Kraftmesser bauen

Baue einen möglichst empfindlichen Kraftmesser mit einer geeigneten Skala. Du hast folgende Materialien zur Verfügung:

- Büroklammern, Trinkhalme, Lineal, Pappstreifen, Wäscheklammern, Papier, Klebstoff, Wägestücke, Bindfaden, Gummibänder
- Gib an, in welchem Bereich man damit Kräfte messen kann und wie vertrauenswürdig die Messergebnisse sind.

Pulsmessung

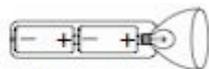
- ◆ An dieser Station findest Du:
 - eine Uhr mit Sekundenzeiger
 - ein Trittbrett auf dem Boden
 - ◆ Aufgabe: Finde heraus, wie Dein Puls sich ändert, wenn Du 5 Minuten lang auf das Brett und wieder herunter steigst!
 - ◆ Das sollst Du tun:
 - Suche Deinen Puls und überlege, wie Du ihn zählen kannst.
 - Entscheide, wie oft Du die Messungen durchführen willst; beginne mit der Messung Deines Pulses, wenn Du in Ruhe bist.
 - Steige 5 Minuten lang auf und ab und messe Deinen Puls in regelmäßigen Abständen.
1. Lege eine Tabelle an und schreibe die Zeiten, an denen Du den Puls gemessen hast, und Deine Messungen auf.
 2. Wie hat sich Dein Puls während dieser Übung verändert?
 3. Was meinst Du: Warum hat sich Dein Puls in dieser Weise verändert?

Magnete

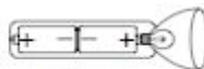
- ◆ An dieser Station findest Du:
 - 6 Stahlkugeln, 10 Haarnadeln, 6 Pokerchips, 2 Stahlstangen, 10 Unterlegscheiben
 - 2 Magnete, ein Lineal (30cm)
 - ◆ Aufgabe: Benutze die Gegenstände, um herauszufinden, welcher der beiden Magnete stärker ist!
1. Welcher Magnet ist stärker?
 2. Beschreibe die verschiedenen Wege, wie Du vorgegangen bist! Du kannst dabei auch Bilder oder Diagramme verwenden.

Batterien

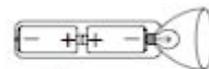
- ◆ An dieser Station findest Du:
 - eine Taschenlampe
 - 4 Batterien in einer Plastiktüte: Batterie A, B, C, D
 - ◆ Aufgabe: Finde heraus, welche Batterien brauchbar und welche verbraucht sind!
 - ◆ Gehe folgendermaßen vor:
 - Überlege, wie Du dieses Problem lösen kannst!
 - Dann finde heraus, welche Batterien brauchbar und welche verbraucht sind.
1. Trage ein: _____ sind noch brauchbar _____ sind verbraucht.
 2. Schreibe auf, wie Du die verbrauchten Batterien gefunden hast!
 3. Wie sollte man die Batterien in die Taschenlampe stecken, damit sie am hellsten leuchtet? Kreuze an:



X.



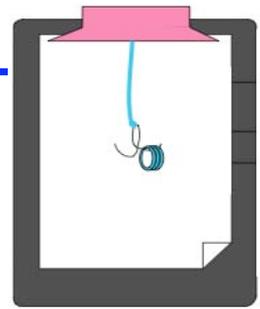
Y.



Z.

4. Warum meinst Du, dass das die beste Lösung ist?

Gummiband



- ◆ An dieser Station findest Du:
 - ein Papierklemmbrett mit einem Gummiband
 - eine große Büroklammer an einem Ende des Gummibands
 - Metallringe, die man an die Büroklammer hängen kann
 - ein Lineal (30 cm)
 - einige Blatt unliniertes Papier, 2 Blatt kariertes Papier
- ◆ Aufgabe: Finde heraus, wie die Länge des Gummibands sich ändert, wenn man mehr und mehr Metallringe dranhängt!
- ◆ Das sollst Du tun:
 - Hänge die Metallringe einen nach dem anderen an das Gummiband
 - Messe die Länge für jeden neuen Ring
 - Trage Deine Messergebnisse in die Tabelle ein.

Gummiband

1. Trage Deine Messwerte in die Tabelle ein. Gib jeder Spalte eine Überschrift!
2. Stelle auf dem karierten Blatt Deine Ergebnisse grafisch dar!
Du kannst einen Graphen oder ein Säulendiagramm verwenden.

Beantworte die Fragen 3 bis 6 auf Grundlage Deiner Tabelle und Deiner grafischen Darstellung

3. Wenn bereits 2 Ringe an der Büroklammer hängen und dann 3 weitere angehängt werden: Wie viel länger wird das Gummiband?
4. Beschreibe, wie sich die Länge des Gummibands verändert hat, wenn mehr und mehr Ringe angehängt wurden!
5. Was wäre die Länge Deines Gummibandes, wenn noch 2 weitere Ringe angehängt würden?
6. Warum meinst Du, dass das so passieren würde?

Auflösen

- ◆ An dieser Station findest Du:
 - heißes und kaltes Wasser
 - einige Tabletten
 - eine Uhr mit Sekundenzeiger
 - ein Lineal (30 cm)
 - mehrere Bechergläser
 - einen Rührstab
 - ein Thermometer
- ◆ Aufgabe: Untersuche, welchen Effekt unterschiedliche Wassertemperaturen auf die Schnelligkeit haben, mit der sich die Tablette auflöst!
- 1. Schreibe Deinen Versuchsplan hier auf. Er sollte beinhalten:
 - Was Du messen willst
 - Wie viele Messungen Du durchführen willst
 - Wie Du Deine Ergebnisse in einer Tabelle festhalten willst
- 2. Führe Deine Versuche durch. Halte alle Messungen in einer Tabelle fest!
- 3. Nach Deinen Ergebnissen: Wie wirkt sich die Temperatur aus?
- 4. Erläutere, warum Du meinst, dass unterschiedliche Wassertemperaturen diesen Effekt haben!
- 5. Wenn Du Deinen Versuchsplan ändern müsstest: Was würde Du ändern und warum?

Behälter

- ◆ An dieser Station findest Du:
 - 3 Tassen, A, B, C
 - eine Uhr mit Sekundenzeiger
 - einen Behälter mit sehr heißem Wasser (Achtung: nicht verschütten!)
 - ein Blatt Karton, den Du als Fächer benutzen kannst, wenn Du möchtest
 - Eine Rolle Haushaltspapier zum Aufwischen
 - 3 Thermometer
 - 1 Messbecher
- ◆ Aufgabe: Finde heraus, welcher der Behälter ein heißes Getränk am längsten warm hält!
- ◆ Gehe so vor:
 - Stelle in jede Tasse ein Thermometer, bevor das heiße Wasser eingefüllt wird. Dein Lehrer wird das Wasser einfüllen, wenn Du fertig bist. (Achtung: heiß!)
 - Messe die Temperatur an jedem Thermometer sobald das Wasser eingefüllt ist
 - Trage die Messergebnisse in die Tabelle ein
 - Jetzt führe Messungen über einen Zeitraum von 10 Minuten durch. Entscheide selbst, wie oft Du jedes Thermometer ablesen willst. Trage Deine Messwerte in die Tabelle ein.

Behälter

Zeit	Temp. in Tasse A	Temp. in Tasse B	Temp. in Tasse C

1. Trage in die Messwerttabelle ein!
2. Schau die Tabelle an: Welche Tasse hält ein heißes Getränk am längsten warm?
3. Was meinst Du: Warum war diese Tasse am besten geeignet?
4. Welche Tasse wäre am besten, um Eiscreme kalt zu halten?
5. Was meinst Du: Warum wird diese Tasse, die Eiscreme am längsten kalt halten?

Aufgaben öffnen

Geschlossene Aufgaben

- ◆ Eindeutige Zweckorientierung
 - Einstiegsaufgaben
 - Übungsaufgaben
 - Prüfungsaufgaben
- ◆ Eingleisigkeit des Lösungsweges
- ◆ Existenz einer eindeutigen Lösung
 - Die einzig richtige Lösung ist von vornherein gegeben
- ◆ Einführung der Aufgabenstellung
 - kleinschrittige Gliederung der Aufgabenstellung
 - Vorgabe des Lösungsweges und Lösungsformats

(nach: Timo Leuders, Qualität im Mathematikunterricht der Sekundarstufen I und II – Cornelsen Scriptor 2001)

Offene Aufgaben

- ◆ Es gibt mehrere Lösungswege. Welcher Weg einzuschlagen ist, liegt nicht sofort auf der Hand.
- ◆ Die Problemsituation muss erst modelliert werden.
- ◆ Eine unscharf definierte Problemstellung führt zu divergenten, konkurrierenden Ansätzen.
- ◆ Zur Lösung der Aufgabe bedarf es der Verbindung von Sachkenntnissen und mathematischen Kenntnissen aus verschiedenen Bereichen
- ◆ eventuell besteht die Notwendigkeit einer Erweiterung der Wissensbasis

(nach: Timo Leuders, Qualität im Mathematikunterricht der Sekundarstufen I und II – Cornelsen Scriptor 2001)

Anforderungen an die Unterrichtskultur

Lehrer

- akzeptiert Modellierungen und Lösungsansätzen, die vom „Stundenthema“ abweichen
- räumt zeitliche Freiräume ein
- berät, aber steuert nicht

Schüler

- verfügen über Frustrationstoleranz
- wissen, wie und wo man Informationen beschafft
- sind kooperations- und kommunikationsfähig

(nach: Timo Leuders, Qualität im Mathematikunterricht der Sekundarstufen I und II – Cornelsen Scriptor 2001)

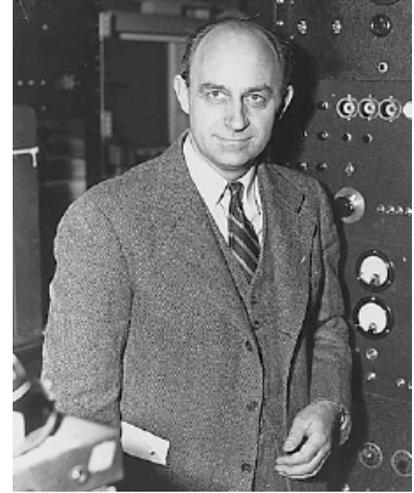
Wie „öffnet“ man Aufgaben?

- ◆ Weglassen von Eingangsinformationen
 - Schüler müssen herausarbeiten, welche Informationen notwendig sind
 - benötigte Daten nicht angeben sondern aus Alltagserfahrungen schätzen lassen
 - Schüler beschaffen sich die Informationen selbst
 - Daten auf Info-Karten im Hintergrund bereithalten und auf konkrete Anforderung herausgeben („jede Gruppe kann 3 Infos abfordern“)
- ◆ mehr Eingangsinformationen geben als zur Lösung notwendig
 - Schüler müssen die aufgabenrelevanten Infos selbst herausfinden
- ◆ Weglassen von Informationen über das Arbeitsziel
 - Arbeitsauftrag sehr knapp formulieren

Fermiaufgaben

Wie viele Klavierstimmer
gibt es in Wien? (New York)

Enrico Fermi, 1901-1954



Helt 8/50 · 1. Dezember 2001 · 50. Jahrgang G 21662 F

Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule

Aulis Verlag Deubner & Co KG · Köln und Leipzig

Fermiprobleme
Vereinfachen
Nähern
Abschätzen

1 × Rumpf
+ 4 × Gliedmaßen

40 cm
10 cm
d
Gewebe
Blutgefäß (Ort der Wärme-
produktion)
Wärme
Wärme

Herr Professor
Dr. Hans Niedderer
Schumannstr. 75b
28790 Schwarzwald
52019295
52019295
52019295

Fermiprobleme
Vereinfachen
Nähern
Abschätzen

1 × Rumpf
+ 4 × Gliedmaßen

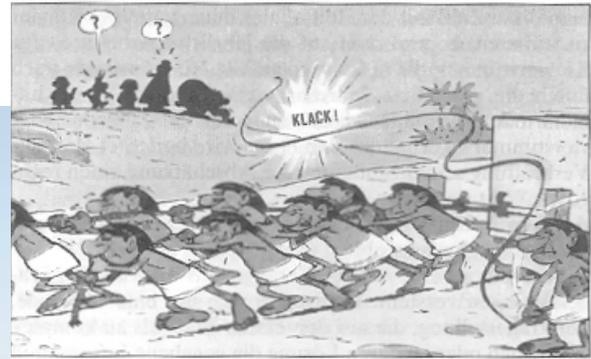
Beispiele

- ◆ Wie viele Tropfen Wasser füllen ein Trinkglas?
- ◆ Wie viele Erbsen sind in diesem Glas?
- ◆ Wie viele Arbeiter bauten die Cheops-Pyramide?
- ◆ Könnte man den Energiebedarf von Wien im Sommer tagsüber durch Solarkraftwerke abdecken?
- ◆ Du lässt eine Stahlkugel von 3 m Höhe auf einen Betonfußboden fallen. Um wie viel erhöht sich die Temperatur der Kugel, bis sie auf dem Boden zur Ruhe kommt?
- ◆ Wenn man das Blei, das in Wien in einem Jahr aus den Auspuffrohren der PKW kommt, zu einer Kugel formen würde: Wie groß wäre diese Bleikugel?

Kompetenzen

- ◆ heuristische Strategien: Fragen stellen
- ◆ Modellieren
- ◆ Alltagswissen benutzen
- ◆ Mathematisieren
- ◆ mit großen Zahlen arbeiten
- ◆ Umrechnen von Größen
- ◆ Überschlagsrechnen, geschicktes Rechnen
- ◆ Unklarheit verkraften, also auch bei vagen Angaben weiterarbeiten
- ◆ Ergebnisse überprüfen und bewerten
- ◆ Kontroll- und Bewertungsstrategien

Wie viele Arbeiter erbauten die Cheopspyramide



Lösungsweg

- ◆ Wie viele Steinblöcke mussten pro Tag aus dem Steinbruch herangeschafft werden?
- ◆ Wie viele Arbeiter braucht man pro Lastschlitten?
- ◆ Wie schnell konnte ein Schlitten gezogen werden?
- ◆ Wie viele Schlittenteams mussten gleichzeitig unterwegs sein?
- ◆ unterscheiden zwischen
 - ebener Weg vom Steinbruch zur Pyramide
 - die Rampe hinauf

Cheops-Pyramide

- ◆ Masse
 - Höhe 147 m
 - Grundfläche (Quadrat): 53.000 m²
 - Maße der sichtbaren Steinblöcke 1m·1m·1m
 - Material: Sandstein (Dichte: 2.400kg/m³)
- ◆ Bauzeit
 - Regierungszeit von Cheops: 23 Jahre
 - pro Jahr 120 Tage (Überschwemmungszeit: Anlieferung der Blöcke)
 - Arbeitszeit pro Tag: 12h
- ◆ Entfernung Steinbruch: 400m

Cheops-Pyramide

- ◆ Schlittenteam
 - Haftreibungskraft: $F = u_h \cdot m \cdot g$
 - Haftreibungskoeffizient u_h 0,2 (gut geschmiert) ... 0,7 (Holz auf Stein)
 - Mensch: Kartoffelsack anheben: 25 kg --> 250 N
- ◆ Geschwindigkeit Schlitten
 - Gleitreibungskraft: $F = u_g \cdot m \cdot g$; u_g ca. 0,2
 - Arbeit: $F \cdot s$
 - Dauerleistung Mensch: 100W (Fahrradergometer)
 - Geschwindigkeit: $v_{\max} = P/F_g$
- ◆ ==>Zahl der Schlittenteams bis Fuß Pyramide

Cheops-Pyramide

- ◆ Zahl der Teams auf der Rampe
- ◆ Steigung 20°
- ◆ Schwerpunkt der Pyramide auf $1/4$ der Höhe
- ◆ Länge der Rampe bis zu dieser Höhe
- ◆ Größe der Schlittenteams
- ◆ Geschwindigkeit der Schlitten auf Rampe

Arbeit in den Fachkonferenzen

Fachkonferenzen: Von den Aufgaben ausgehen

1. Von den **Standard-Aufgaben** ausgehen

- ◆ Welche der Aufgaben könnten **meine/unsere Schüler nicht lösen**?
- ◆ Woran liegt das?
Welche **Merkmale** weisen **diese Aufgaben** auf?
 - Kompetenzbereiche
 - Anforderungsbereiche
 - Inhaltsbereiche, Basiskonzepte
 - **Aufgabenformate**

Fachkonferenzen: Von den Aufgaben ausgehen

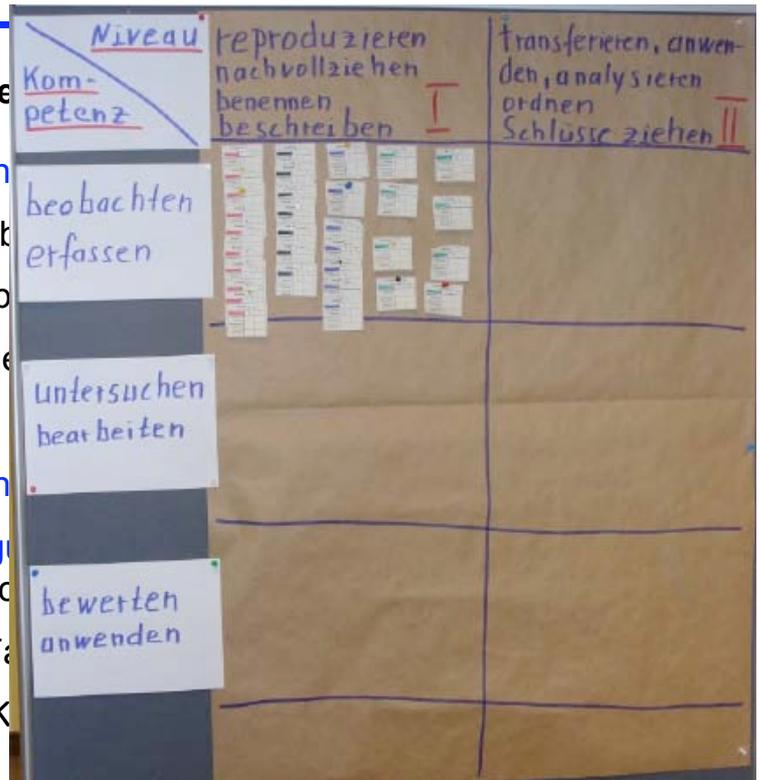
2. Von **eigenen Aufgaben** ausgehen

- ◆ typische eigene Aufgaben **mitbringen** (z.B. Klassenarbeiten)
- ◆ nach dem Raster der Standards bzw. Kerncurricula **kategorisieren**
 - Kompetenzbereich / prozessbezogene Kompetenzen
 - Basiskonzepte / inhaltsbezogene Kompetenzen
 - Anforderungsstufe
- ◆ Aufgabentypen **veranschaulichen**
- ◆ unterschiedliche **Schwerpunktlegungen** in der Fachkonferenz **offenlegen**
"Zeige mir Deine Aufgaben und ich sage Dir, ..."
- ◆ **Vereinbarungen** auf Ebene der Fachkonferenz treffen
 - typische Aufgaben für Ende Kl. 7 ... Kl. 10

Fachkonferenzen: Von den Aufgaben ausgehen

2. Von eigenen Aufgaben ausgehen

- ◆ typische eigene Aufgaben mitbringen
- ◆ nach dem Raster der Standards
 - Kompetenzbereich / prozessb
 - Basiskonzepte / inhaltsbezoge
 - Anforderungsstufe
- ◆ Aufgabentypen veranschaulichen
- ◆ unterschiedliche Schwerpunktlegu
"Zeige mir Deine Aufgaben und ic
- ◆ Vereinbarungen auf Ebene der Fa
 - typische Aufgaben für Ende K



Fachkonferenzen: Von den Aufgaben ausgehen

3. Gespannt die landesweite Vergleichsarbeit abwarten

- ◆ Wie ernst werden die Standards genommen?
 - Kompetenzbereiche "Kommunikation" und "Bewertung" berücksichtigt?
 - Anforderungsbereiche 1 und 3 angemessen berücksichtigt?
 - Höherer Anteil von Nicht-Rechenaufgaben?

„Kommunikations“- Aufgaben

Schecker, H. & Theyßen, H.: "Kommunikation" in den Bildungsstandards Physik. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik 18 (2007) Nr. 97 (2007), 20-28

Aufgabe „Stromverbrauch“

Lisa, Paul und Simone (9. Klasse) unterhalten sich in der großen Pause.

- ◆ Lisa: „Im Physikunterricht heißt es immer, dass Energie nicht verbraucht, sondern umgewandelt wird. Dann gilt das auch für elektrische Energie, oder?“
- ◆ Simone: „Na klar, das ist doch auch Energie!“
- ◆ Lisa: „Und was ist mit Strom? Mein Vater sagt immer, ich solle Strom sparen, weil der so teuer geworden sei.“
- ◆ Paul (halb im Scherz): „Lass uns doch mal an das Elektrizitätswerk schreiben, dass wir aus Prinzip keine Stromrechnung mehr bezahlen. Strom wird doch gar nicht verbraucht.“

Wie müsste das Energieversorgungsunternehmen antworten? Stelle Dir vor, Du bist Ingenieur Gerdes aus der technischen Abteilung der „Energieversorgung Nord“. Verfasse einen Antwortbrief (max. 1 Seite).

Aufgabe Kommunikation: Alltags- und Fachsprache

Schreibe die folgenden Sätze in Fachsprache um:

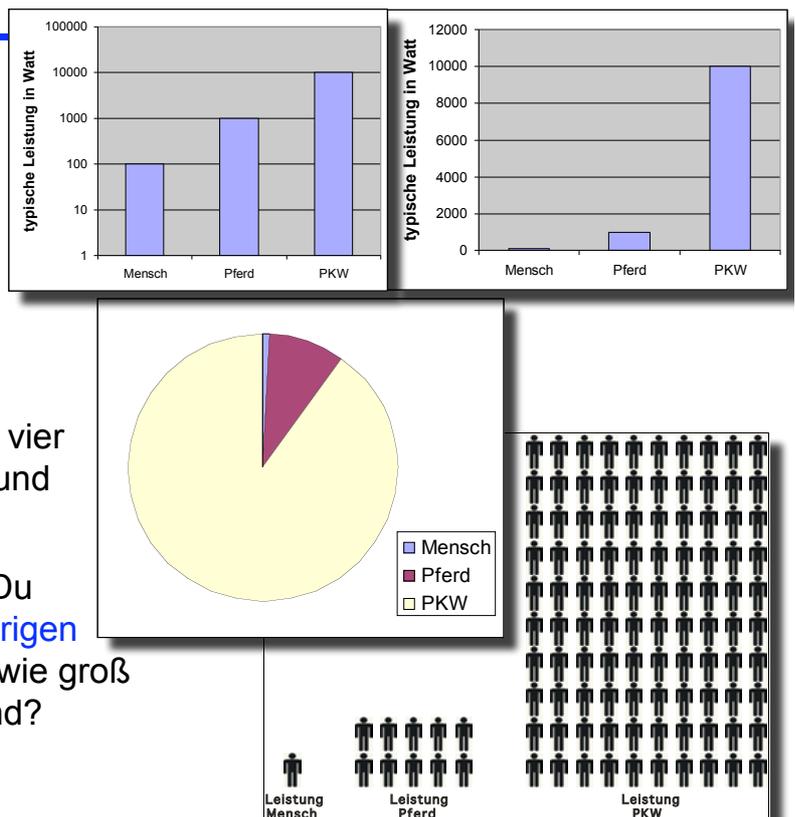
- ◆ „Das ist heute wieder einmal eine Kälte!“
- ◆ „Im Winter wärmt ein Wollpullover am besten.“
- ◆ „Am Ofen herrscht eine wohlige Wärme.“
- ◆ „Die Sonne hat im April schon wieder eine große Kraft.“
- ◆ „Die sibirische Kälte dringt nach Deutschland ein.“

Aufgabe Kommunikation: Sachverhalte darstellen

- ◆ Die Tabelle gibt Beispiele für typische Leistungen:

- Mensch 100 W
- Pferd 1.000 W
- PKW 10.000 W

- ◆ Sind die Informationen in den vier Abbildungen **fachlich korrekt** und **vollständig** wiedergegeben?
- ◆ Welche **Darstellung** würdest Du wählen, um Deinem **sechsjährigen Bruder** zu veranschaulichen, wie groß die Leistungsunterschiede sind? Gib eine kurze Begründung!



Aufgabe „Autobahnfahrt“

Die Tabelle enthält Daten zur Fahrt eines PKW auf der Autobahn von Bremen nach Hamburg. Zwischen den angeführten Kilometerständen hat sich der Fahrtzustand nicht wesentlich verändert.

1. Beschreibe den Fahrtverlauf in einem **kurzen Text** unter Verwendung physikalischer Fachbegriffe (ca. ½ Seite)!
2. Stelle den Fahrtverlauf in einer weiteren **physikalisch angemessenen Form** dar!
3. Erzähle den Fahrtverlauf anschaulich in Form einer **kleinen Geschichte** (ca. ½ Seite)!

Aufgabe „Autobahnfahrt“

Die Tabelle enthält Daten zur Fahrt eines PKW auf der Autobahn von Bremen nach Hamburg. Zwischen den angeführten Kilometerständen hat sich der Fahrtzustand nicht wesentlich verändert.

1. Beschreibe den Fahrtverlauf in einem kurzen Text unter Verwendung physikalischer Fachbegriffe (ca. ½ Seite)!	Stand des Kilometerzählers (in km)	Tachoanzeige (in km/h)	Temperatur der Bremsscheiben (in °C)	Zeit (in Minuten)
2. Stelle den Fahrtverlauf in einer weiteren physikalisch angemessenen Form dar!	60.500 (Autobahnauffahrt Bremen, Autobahn A27)	40	30	0,0
3. Erzähle den Fahrtverlauf anschaulich in Form einer kleinen Geschichte (ca. ½ Seite)!	60.501	120	30	0,5
	60.520 (Autobahnkreuz, Abbiegen auf die Autobahn A1)	60	100	10,0
	60521	120	60	10,5
	60530	180	30	14,0

„Bewertungs“-Aufgaben

„Energieversorgung Inselgemeind



- ◆ Eine **Inselgemeinde** soll zukünftig mit elektrischer Energie aus **Windenergieanlagen** versorgt werden. Der Gemeinderat muss entscheiden, wo die Windenergieanlagen aufgebaut werden sollen. Es werden viele **Argumente** vorgebracht.
- ◆ Welche der folgenden **Argumente** könnte man mit **physikalischen Untersuchungsmethoden** überprüfen?
 - Die Anlage sollte nahe der Siedlung stehen. So entstehen weniger **Verluste durch den Transport der Energie**.
 - Die Windräder sollten weit draußen auf dem Meer stehen. Dort könnte man den größten Windpark aufbauen und die Energie **sehr preiswert erzeugen**.
 - Die Anlage sollte weit im Inneren der Insel stehen. So können sich keine Anwohner und Touristen **durch den Anblick gestört** fühlen.
 - ...
 - Die Anlage sollte auf dem nahe gelegenen Festland gebaut werden. Dort sind die **Kosten** für den Bau und die Wartung der Anlage **am niedrigsten**.
 - Es macht gar keinen Sinn, Windräder aufzustellen. Ihre **Leistung ist zu klein**, um eine Gemeinde mit 5.000 Einwohnern zu versorgen.

Aufgabe „Schilddrüsenuntersuchung“

Deine Tante Jutta leidet seit Monaten unter Nervosität und Schlaflosigkeit. Der Hausarzt vermutet eine **Schilddrüsenüberfunktion**. Das soll nun **im Krankenhaus genauer untersucht** werden. Dafür bekommt man eine Flüssigkeit gespritzt, der ein **radioaktiver Stoff** (Technetium 99m) beigemischt ist. Das Technetium lagert sich in der Schilddrüse ab, damit eine besondere Kamera die **Gammastrahlung** registrieren kann, die vom Technetium in der Schilddrüse ausgeht. Auf dem so erzeugten Bild sind **krankhafte Veränderungen** im Inneren der Schilddrüse erkennbar.

Tante Jutta ist besorgt, seitdem sie gehört hat, dass bei der Untersuchung **Radioaktivität** im Spiel ist. Sie fragt sich, ob sie sich der Untersuchung überhaupt unterziehen soll. **Was würdest Du ihr raten?** Schreibe einen **kurzen Brief**, in dem Du Deinen Ratschlag erläuterst und begründest! Sachinformationen findest Du unten.

*Liebe Jutta,
ich meine, Du solltest ...*

Aufgabe „Schilddrüsenuntersuchung“ Sachinfos

- ◆ Technetium 99m sendet **Gammastrahlung** aus.
- ◆ Gammastrahlung ist mit **Röntgenstrahlung** vergleichbar.
- ◆ Das Untersuchungsverfahren ist für die **Diagnose** von Schilddrüsenerkrankungen anerkannt.
- ◆ Jede Belastung mit ionisierender Strahlung kann **Zellschädigungen** bis hin zu Krebs auslösen. Ob es eine unschädliche Untergrenze gibt, ist unter Medizinern umstritten.
- ◆ Es dauert 6 Stunden bis die Hälfte des Technetiums 99m zerfallen ist (**Halbwertszeit**).
- ◆ Technetium wird vom Körper in wenigen Stunden wieder **ausgeschieden**.
- ◆ Die Belastung durch die Untersuchung liegt deutlich unterhalb der jährlichen Belastung durch die **natürliche Umweltstrahlung** und ist mit der Strahlenbelastung einer Röntgenuntersuchung oder zehn Flügen von Europa nach Amerika und zurück vergleichbar.
- ◆ Eine weitere anerkannte Untersuchungsmethode besteht darin, die Schilddrüse mit **Ultraschall** zu untersuchen.
- ◆ Ultraschall verursacht keine Strahlenbelastung.
- ◆ Die Diagnose mit Ultraschall gibt vor allem Aufschluss über Form und Größe der Schilddrüse. Für die Erkennung einer Krebserkrankung der Schilddrüse ist **Ultraschall weniger zuverlässig**.

Aufgaben mit gestuften Lösungshilfen

Prof. Dr. Rita Wodzinski, Universität Kassel, Didaktik der Physik

<http://www.physik.uni-kassel.de/index.php?id=664>

Wie man mit Pferd eine Straße sicher überquert

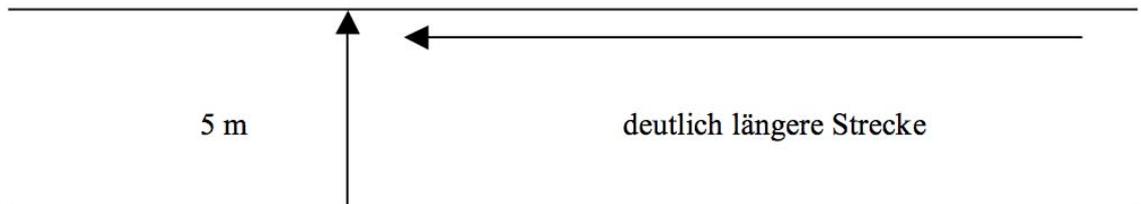
Tanjas Pferd ist aus dem Stall ausgebrochen und über die Straße gelaufen. Zum Glück ist nichts passiert. Nun muss Tanja aber ihr Pferd zurück über eine 5 m breite Straße führen. Damit sie sicher die Straße überqueren kann, wartet sie auf einen Zeitpunkt, an dem die heranfahrenden Autos weit genug weg sind. Aber was genau heißt weit genug weg?

Aufgabe:

- ◆ Nimm an, dass Tanja mit dem Pferd 1 m/s gehen kann und das Auto mit 50 km/h fährt.
- ◆ Wie weit muss das Auto dann mindestens entfernt sein, damit sie sicher an der anderen Straßenseite ankommt?

Hilfe 1

- ◆ Mach dir einen Plan oder eine Skizze, in der du Tanjas Weg über die Straße und den Weg des Autos grob skizzierst.



Hilfe 2

- ◆ Wie lange dauert es, bis Tanja und das Pferd sicher an der anderen Straßenseite angekommen sind? Welche Strecke hat das Auto in dieser Zeit zurückgelegt?
- ◆ Um 5 m zurückzulegen benötigt Tanja 5 s. Das Auto hat in dieser Zeit eine Strecke von etwa 70 m zurückgelegt. Wenn du einen anderen Wert herausbekommen hast, schau in Hilfe 3 nach.

Hilfe 3

- ◆ Für die Lösung der Aufgabe musst du wissen, wie man km/h in m/s umrechnet. Probier zuerst selbst, es dir noch einmal herzuleiten. Schau evtl. im Heft nach. Eine Antwort findest du auch auf der Rückseite

Hilfe 3

- ◆ Für die Lösung der Aufgabe musst du wissen, wie man km/h in m/s umrechnet. Probier zuerst selbst, es dir noch einmal herzuleiten. Schau evtl. im Heft nach. Eine Antwort findest du auch auf der Rückseite
- ◆ $1 \text{ km/h} = 1000\text{m}/3600\text{s} = 1/3,6 \text{ m/s}$
- ◆ Um km/h in m/s umzurechnen, muss man die Zahlenangabe durch 3,6 teilen.
- ◆ Merkgel:
 - ◆ Von den großen zu den kleinen Einheiten: durch 3,6 teilen.

Hilfe 4

- ◆ Schau noch einmal, was du jetzt alles weißt. Kannst du die Aufgabe nun beantworten?
- ◆ Überlege noch einmal, ob das Pferd bei deiner Rechnung wirklich sicher ankommt.
- ◆ Genaugenommen muss auch das Hinterteil des Pferdes noch über die Straße kommen. Statt der 5 m sind also eher 7 m zu rechnen. Die Strecke, die das Auto in dieser Zeit zurücklegt, beträgt etwa 97 m. Das Auto sollte also etwa 100 m entfernt sein.