

Sprachsensibler Fachunterricht

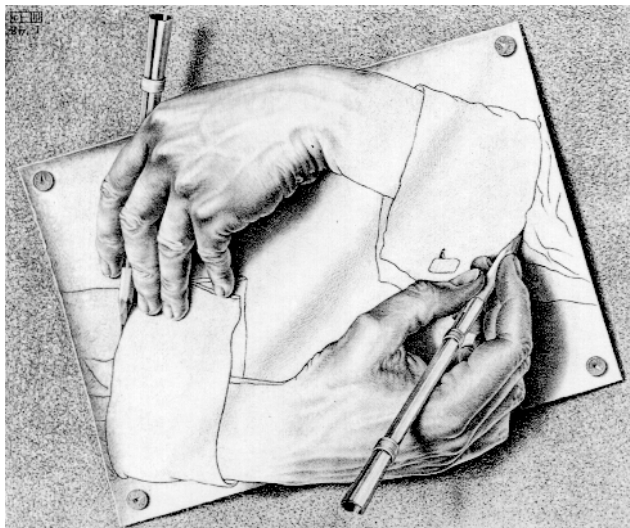
Josef Leisen

Muss ich jetzt als Fachlehrer auch noch Sprache unterrichten?

Nein! Fachlehrkräfte unterrichten ihr Fach und nicht die deutsche Sprache. Nun ist aber auch klar, dass es ohne Sprache keinen Fachunterricht gibt, denn Sprache ermöglicht erst das Lehren und Lernen im Fach. Somit ist Sprache im Fachunterricht auch ein Thema für Fachlehrer, ohne jedoch in Konkurrenz zum Deutschunterricht zu treten.

Aber ich bin dafür nicht ausgebildet! Das ist richtig, nur wenige Lehrkräfte der Naturwissenschaften haben sich in der Ausbildung mit dem Thema Sprache und Spracherwerb beschäftigt. Nichtsdestotrotz ist das Thema im Unterricht präsent und es gilt dafür aufmerksam und sensibel zu werden. Sprache im Fachunterricht ist nicht das Problem, der ungeschickte Umgang damit macht es zu einem Problem.

Dazu muss man sich das Verhältnis von Fachlernen, Sprachlernen und Kommunizierenlernen im Unterricht ansehen. Wir lernen das Fach in der Sprache und mit der Sprache. Sprache im Fachunterricht ist nicht vor dem Fach da, ist ihr auch nicht nachgängig, sondern beides entsteht gleichzeitig. Das Kommunizieren im Fach und das Lernen im Fach zu kommunizieren fallen zusammen. Fachlernen, Sprachlernen und Kommunizierenlernen sind untrennbar miteinander verbunden. „Sprache im Unterricht ist wie ein Werkzeug, das man gebraucht, während man es noch schmiedet.“ (Butzkamm) Dazu sind die zeichnenden Hände von des Grafikers Escher ein schönes Sinnbild. Sprache wird im Fachunterricht benutzt und gleichzeitig erworben und ständig ausgeschärft. Der Unterricht muss immer mit der Sprache arbeiten, die da ist.



Welche Sprachen werden im Fachunterricht gesprochen?

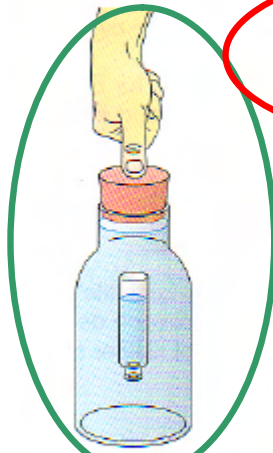
Ein Blick in ein Lehrbuch zeigt, dass im Unterricht verschiedene „Sprachen“ i. S. von Darstellungen benutzt werden.

Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen

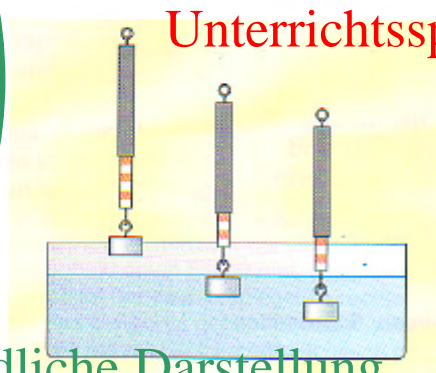
VERSUCHE

① Einen Nichtschwimmer kannst du mit einer Hand halten, wenn er sich dabei flach im Wasser ausstreckt. Außerhalb des Wassers wird dir das nicht gelingen. Die Person erscheint im Wasser leichter.

② Miß die Gewichtskraft von Quaden gleicher Größe aus Messing, Eisen und Aluminium außerhalb von Wasser und bei ganz eingetauchtem Quader (Abb. ► 1). Die Differenz der Kräfte ist für jeden dieser Körper gleich.



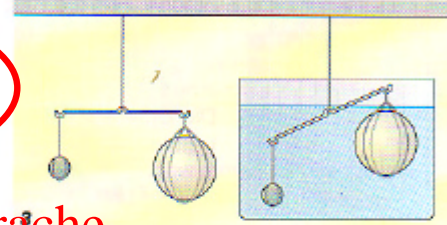
2 Durch Druck auf den Stöpsel kann man das teilweise mit Luft gefüllte Fläschchen sinken, schweben oder aufsteigen lassen.



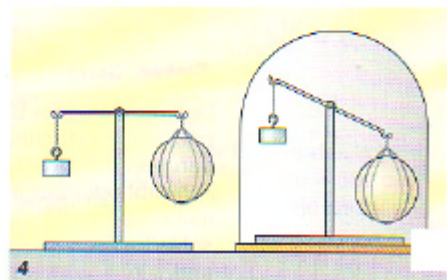
② Wiederhole den ersten Versuch mit Knetmasse. Verforme den Körper und wiederhole die Messungen. Die Form des Körpers beeinflusst das Ergebnis nicht.

③ Zwei Körper gleicher Masse, aber aus unterschiedlichem Stoff, sind nicht mehr im Gleichgewicht, wenn man sie in Wasser eintaucht (Abb. ► 3).

Alltagssprache



④ Zwei Körper mit deutlich unterschiedlichem Volumen (Abb. ► 4) werden in Luft ins Gleichgewicht gebracht. Bringt man sie unter eine Glasglocke und pumpt Luft ab, so geht das Gleichgewicht verloren.

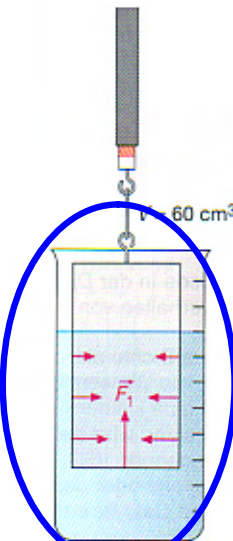


bildliche Darstellung

Die Auftriebskraft

Ein Stein läßt sich im Wasser leichter als in der Luft tragen. Ganz allgemein beobachtet man:

Taucht ein Körper in eine Flüssigkeit ein, so wird seine Gewichtskraft scheinbar kleiner. Diese Erscheinung nennt man **Auftrieb**. Der Auftrieb entsteht durch den Schweredruck:



5 Zum Entstehen des Auftriebs und Messungen zum Auftrieb

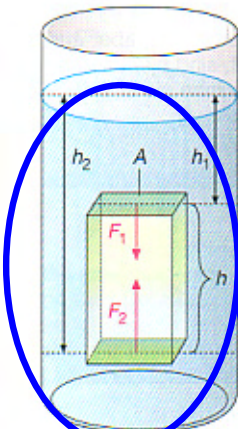
| Eingetauchtes Volumen | Auftriebskraft in Wasser | Auftriebskraft in Spiritus |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 10 cm ³ | 0,1 N | 0,07 N |
| 20 cm ³ | 0,2 N | 0,14 N |
| 30 cm ³ | 0,3 N | 0,21 N |
| 40 cm ³ | 0,4 N | 0,28 N |
| 50 cm ³ | 0,5 N | 0,35 N |
| 60 cm ³ | 0,6 N | 0,42 N |

Taucht z. B. ein Quader teilweise in eine Flüssigkeit ein (Abb. ► 5), so ruft der Schweredruck p an der Unterseite des Quaders eine Kraft $F = p \cdot A$ hervor. Die Kraft ist nach oben, gegen die Gewichtskraft gerichtet. Sie heißt **Auftriebskraft** F_A . Der Kraftmesser zeigt eine um den Betrag der Auftriebskraft verringerte Gewichtskraft an. Ist der Quader ganz eingetaucht, so verändert sich die Auftriebskraft nicht mehr.

Die vom Schweredruck auf die Seitenflächen des Quaders ausgeübten Kräfte heben sich paarweise auf und beeinflussen deshalb die Kraftanzeige nicht. Durch den Schweredruck erfährt jeder eingetauchte Körper eine nach oben wirkende Auftriebskraft. Sie verringert scheinbar die Gewichtskraft.

symbolische Darstellung

Fachsprache



1 Bei ganz eingetauchtem Körper ist $V_{\text{verdrängt}} = V_{\text{Kö}}$

Das Archimedische Gesetz

Der Schweredruck nimmt mit der Tiefe zu. Taucht ein Quader ganz in eine Flüssigkeit ein, so ist der Druck p_2 an der unteren Fläche des Quaders größer als der Druck p_1 an der oberen Fläche. Für die Kräfte gilt:

$$F_1 = p_1 \cdot A = \rho_{\text{Fl}} \cdot h_1 \cdot g \cdot A \quad \text{und} \quad F_2 = p_2 \cdot A = \rho_{\text{Fl}} \cdot h_2 \cdot g \cdot A$$

Die Differenz $F_2 - F_1$ ergibt die Auftriebskraft F_A :

$$F_A = \rho_{\text{Fl}} \cdot (h_2 - h_1) \cdot g \cdot A = \rho_{\text{Fl}} \cdot h \cdot A \cdot g = \rho_{\text{Fl}} \cdot V_{\text{Kö}} \cdot g$$

Das Volumen $V_{\text{Kö}}$ des Körpers und das Volumen $V_{\text{verdrängt}}$ der durch den Körper verdrängten Flüssigkeit sind gleich. Die Auftriebskraft beträgt also:

$$F_A = \rho_{\text{Fl}} \cdot V_{\text{verdrängt}} \cdot g$$

Fachsprache

Der Faktor $\rho_{\text{Fl}} \cdot V_{\text{verdrängt}}$ gibt die Masse m der verdrängten Flüssigkeit an. Das Produkt $m \cdot g$ ist die Gewichtskraft dieser verdrängten Flüssigkeit! Damit folgt als **Archimedisches Gesetz**: Die Auftriebskraft hat den gleichen Betrag wie die Gewichtskraft der durch den Körper verdrängten Flüssigkeit.

Das Archimedische Gesetz gilt für beliebig geformte Körper. So erfährt ein vollständig eingetauchter Klumpen Knetmasse unabhängig von seiner Form und seiner Lage in der Flüssigkeit immer die gleiche Auftriebskraft.

Auftrieb gibt es auch in der Lufthülle der Erde. Sie ist allerdings wegen der geringen Dichte der Luft viel kleiner als in Flüssigkeiten.

symbolische Darstellung mathematische Darstellung

(aus: *Impulse Physik. Mittelstufe. Stuttgart: Klett 2002, S. 157-158*)

An den Beispielen erkennt man die Merkmale der verschiedenen Sprachen bzw. Darstellungen:

Alltagsprache

Einführende Texte in Lehrbüchern beschreiben oft Alltagserfahrungen und führen auf fachliche Fragestellungen hin. Sie sind im Wesentlichen in der Alltagssprache abgefasst.

Fachsprache

Merksätze und Definitionen sind gekennzeichnet durch eine hohe Dichte der vorkommenden Fachbegriffe (z. B. Auftriebskraft, Schweredruck, eine Kraft erfahren, ...) und durch Satz- und Textkonstruktionen (Taucht ein so wird ...), die in der Alltagssprache selten vorkommen. Der Text kann vom Schüler erst verstanden werden, wenn er bereits viel über den Auftrieb weiß. Es ist ein Fachtext vom Ende und nicht vom Anfang des Auftrieblernens.

Symbolische und Mathematische Darstellung

Symbole, Fachzeichen, Fachskizzen (z. B. Schaltpläne, Konstruktionszeichnungen), Formeln, mathematische Terme und mathematische Darstellungen sind Bestandteil vieler Fachtexte.

Bildliche Darstellung

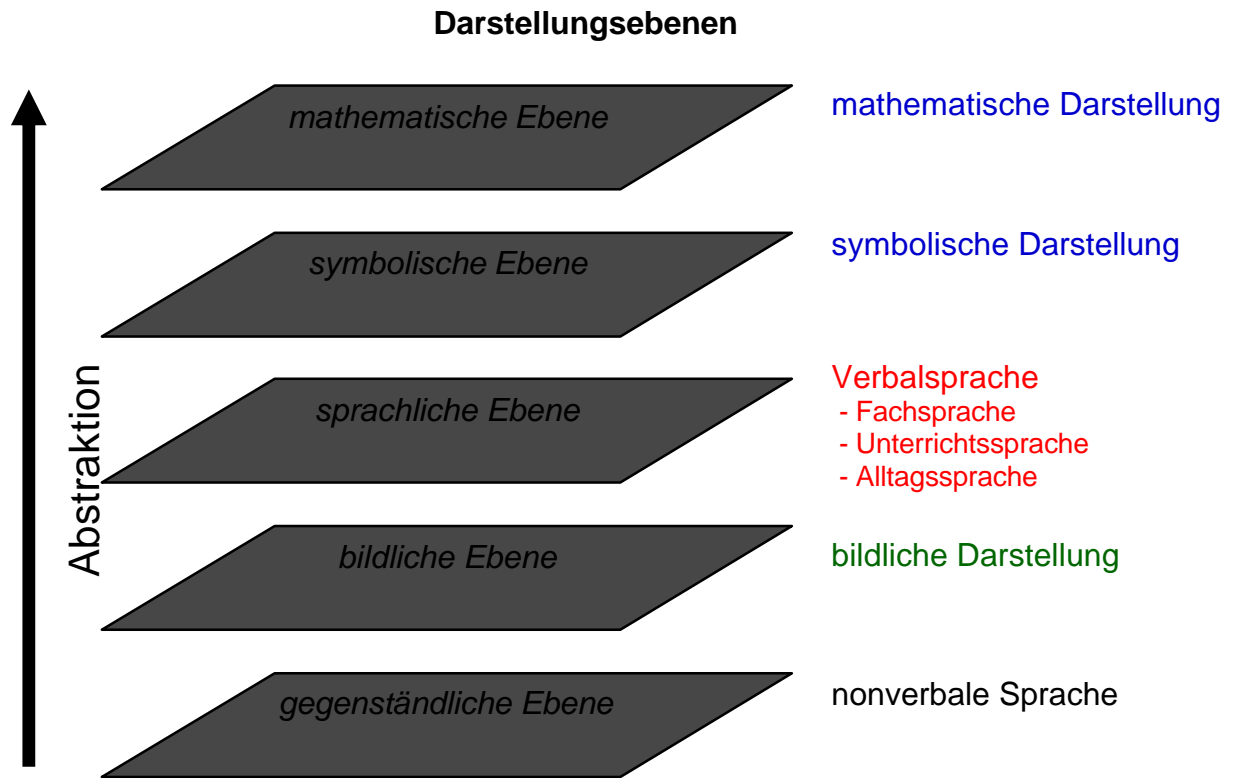
Zur Veranschaulichung und zur Erklärung der Sachverhalte bedient sich der Fachunterricht der Bildsprache in Form von Fotografien, Skizzen, Zeichnungen, Grafiken, Diagrammen etc., aber auch gleichnishafter Darstellungen und Analogien.

Unterrichtssprache

Hinführende, erläuternde und erklärende Passagen in Fachtexten bemühen sich anschaulich und Beispiel gebunden um eine allmähliche, sanfte Hinführung zum Fachlichen. Diese Textpassagen wollen dem Unterrichtsgespräch recht nahe kommen. Sie stellen so etwas wie eine gereinigte, sprachlich verdichtete Unterrichtssprache dar. Es ist aber kaum möglich und sinnvoll, die im Unterricht verwendete Sprache auch im Lehrbuch zu dokumentieren; denn

was im Lehrbuch auf zwei Textseiten erscheint, verteilt sich im Unterrichtsgeschehen oft auf mehrere Stunden.

Die folgende Abbildung zeigt, dass sich die verschiedenen Darstellungen auf Ebenen unterschiedlichen Abstraktionsniveaus befinden. Daraus resultieren manche Verstehens- und Sprachprobleme und es gilt situativ die passende Darstellungsebene und die passende Darstellungsform zu nutzen.



Wie stellt sich das Thema Sprache im Unterricht dar?

Die Schwierigkeiten mit der Sprache im Fachunterricht liegen in vier Bereichen

- in der Morphologie und Syntax der Fachsprache
- in den fachtypischen Sprachstrukturen
- in den Fachinhalten
- in der Struktur von Fachtexten

Die Fachsprache ist gekennzeichnet durch etliche morphologische und syntaktische Merkmale, die Schülern deshalb Schwierigkeiten und Verstehensprobleme bereiten, weil sie in der Alltagssprache selten und nicht in dieser Dichte vorkommen. Beispielhaft seien einige dieser Merkmale an einem gängigen Lehrbuchtext exemplarisch dargestellt.

unpersönliche Ausdrucksweise

Die Auftriebskraft

Ein Stein läßt sich im Wasser leichter als in der Luft tragen. Ganz allgemein beobachtet man: Taucht ein Körper in eine Flüssigkeit ein, so wird seine Gewichtskraft scheinbar kleiner. Diese Erscheinung nennt man **Auftrieb**. Der Auftrieb entsteht durch den Schweredruck.

fachspezifische Abkürzungen

$V = 60 \text{ cm}^3$

Fachbegriffe

Komplexe Attribute

Verkürzte Nebensatzkonstruktion

Taucht z. B. ein Quader teilweise in eine Flüssigkeit ein (Abb. 5), so ruft der Schweredruck p an der Unterseite des Quaders eine Kraft $F = p \cdot A$ hervor. Die Kraft ist nach oben, gegen die Gewichtskraft gerichtet. Sie heißt **Auftriebskraft** F_A . Der Kraftmesser zeigt eine um den Betrag der Auftriebskraft verringerte Gewichtskraft an. Taucht der Quader ganz eingetaucht, so verändert sich die Auftriebskraft nicht mehr.

Nominalisierungen

Die vom Schweredruck auf die Seitenflächen des Quaders ausgeübten Kräfte heben sich paarweise auf und beeinflussen deshalb die Kraftanzeige nicht. Durch den Schweredruck erfährt jeder eingetauchte Körper eine nach oben wirkende Auftriebskraft. Sie verringert scheinbar die Gewichtskraft.

| Eingetauchtes Volumen | Auftriebskraft in Wasser | Auftriebskraft in Spiritus |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 10 cm ³ | 0,1 N | 0,07 N |
| 20 cm ³ | 0,2 N | 0,14 N |
| 30 cm ³ | 0,3 N | 0,21 N |
| 40 cm ³ | 0,4 N | 0,28 N |
| 50 cm ³ | 0,5 N | 0,35 N |
| 60 cm ³ | 0,6 N | 0,42 N |

erweiterte Nominalphrase

Adjektive auf -bar

komplexe Attribute an Stelle von Attributsätzen

5 Zum Entstehen des Auftriebs und Messungen zum Auftrieb

Die Fachsprache ist gekennzeichnet durch fachtypischen Sprachstrukturen, die in den Fächern anders semantisiert werden als in der Alltagssprache. Beispielsweise hat das Verb „umkippen“ im Alltag eine andere Bedeutung als in der Biologie, wenn der „See umkippt“. Mit dem Verb „herrschen“ assoziiert man einen Herrscher etwa einen König oder einen Diktator. In der Physik hingegen „herrscht an den Polen einer Batterie eine Spannung von 10 Volt“. In dem bereits bekannten Text finden sich weitere fachtypische Sprachstrukturen, die im Fach neu semantisiert werden müssen.

Die Auftriebskraft

Ein Stein läßt sich im Wasser leichter als in der Luft tragen... beobachtet man: **nach oben gegen... gerichtet**

Taucht ein Körper in eine Flüssigkeit ein, so wird seine Gewichtskraft scheinbar kleiner. Diese Erscheinung nennt man **Auftrieb**. Der Auftrieb entsteht durch den Schweredruck.

... **entstehen durch**

| Eingetauchtes Volumen | Auftriebskraft in Wasser | Auftriebskraft in Spiritus |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 10 cm ³ | 0,1 N | 0,07 N |
| 20 cm ³ | 0,2 N | 0,14 N |
| 30 cm ³ | 0,3 N | 0,21 N |
| 40 cm ³ | 0,4 N | 0,28 N |
| 50 cm ³ | 0,5 N | 0,35 N |
| 60 cm ³ | 0,6 N | 0,42 N |

5 Zum Entstehen des Auftriebs und Messungen zum Auftrieb

... **einen Schweredruck hervorrufen**

Taucht z. B. ein Quader teilweise in eine Flüssigkeit ein (Abb. ► 5), so ruft der Schweredruck p an der Unterseite des Quaders eine Kraft $F = p \cdot A$ hervor. Die Kraft ist nach oben, gegen die Gewichtskraft gerichtet. Sie heißt **Auftriebskraft F_A** . Der Kraftmesser zeigt eine um den Betrag der Auftriebskraft verringerte Gewichtskraft an. Ist der Quader ganz eingetaucht, so verändert sich die Auftriebskraft nicht mehr.

... **eine Kraft ausüben auf**

Die vom Schweredruck auf die Seitenflächen des Quaders ausgeübten Kräfte heben sich paarweise auf und beeinflussen deshalb die Kraftanzeige nicht. Durch den Schweredruck erfährt jeder eingetauchte Körper eine nach oben wirkende Auftriebskraft. Sie verringert scheinbar die Gewichtskraft.

... **eine Kraft erfahren**

... **verringern um**

Eine weitere Quelle für Verstehensprobleme sind die fachlichen Inhalte des Unterrichts. Der strukturelle Aufbau des Faches und die dazugehörige Sprache sind Produkte der jeweiligen Fachkultur. Die Darstellungsformen des Faches (Tabellen, Skizzen, Formeln, Graphen, Diagramme, Karten, Bilder, ...) wirken zunächst fremd und die Lernenden müssen in deren Handhabung eingeführt werden. Die Sachtexte sind in der Regel argumentativ und in der Gedankenführung sehr verdichtet und komprimiert. So erschweren sie das Verstehen und Durchdringen der Komplexität und der Kompliziertheit der Sachverhalte, statt zu vereinfachen. So weisen die Texte Leerstellen aus, an denen sich dem aufmerksamen Leser Fragen auftun, auf die er im Text keine Antwort bekommt. Das wird an dem folgenden text beispielhaft ausgewiesen.

Fachtexte haben in der Regel eigenen spezifischen Aufbau. Dieser sind gekennzeichnet durch die Einführung von Begriffen, Text-Bild-Lektüre bzw. Lektüre anderer Darstellungsformen, eingefügte Beispiele, Verallgemeinerungen und Generalisierungen, eingebundene Experimente, induktives oder deduktives Vorgehen, expliziter oder impliziter Rückgriff auf Vorwissen und hochverdichtete Merksätze. An dem Beispieltext werden einige dieser Merkmale demonstriert.

Die Auftriebskraft

Ein Stein lässt sich im Wasser leichter als in der Luft tragen. Ganz allgemein beobachtet man: Taucht ein Körper in eine Flüssigkeit ein, so wird seine Gewichtskraft scheinbar kleiner. Diese Erscheinung nennt man **Auftrieb**. Der Auftrieb entsteht durch den Schweredruck:

So ideale Werte sind experimentell unglaublich.

Gilt das für alle Körper? Warum z.B. ein Quader?

Wie wird aus einem Druck eine Kraft gemacht?

Was passiert bei ganzem Eintauchen?

Im Text kommt Spiritus nicht vor.

Warum?

Gleichgewichtskräfte?

Was sind diese Pfeile? Kräfte haben eine Richtung, der Druck nicht.

Was wird scheinbar und was real verringert?

5 Zum Entstehen des Auftriebs und Messungen zum Auftrieb

| Eingetauchtes Volumen | Auftriebskraft in Wasser | Auftriebskraft in Spiritus |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 10 cm ³ | 0,1 N | 0,07 N |
| 20 cm ³ | 0,2 N | 0,14 N |
| 30 cm ³ | 0,3 N | 0,21 N |
| 40 cm ³ | 0,4 N | 0,28 N |
| 50 cm ³ | 0,5 N | 0,35 N |
| 60 cm ³ | 0,6 N | 0,42 N |

Taucht z. B. ein Quader teilweise in eine Flüssigkeit ein (Abb. ► 5), so ruft der Schweredruck p an der Unterseite des Quaders eine Kraft $F = p \cdot A$ hervor. Die Kraft ist nach oben, gegen die Gewichtskraft gerichtet. Sie heißt **Auftriebskraft** F_A . Der Kraftmesser zeigt eine um den Betrag der Auftriebskraft verringerte Gewichtskraft an. Ist der Quader ganz eingetaucht, so verändert sich die Auftriebskraft nicht mehr.

Die vom Schweredruck auf die Seitenflächen des Quaders ausgeübten Kräfte heben sich paarweise auf und beeinflussen deshalb die Kraftanzeige nicht. Durch den Schweredruck erfährt jeder eingetauchte Körper eine nach oben wirkende Auftriebskraft. Sie verringert scheinbar die Gewichtskraft.

Die Auftriebskraft

Ein Stein lässt sich im Wasser leichter als in der Luft tragen. Ganz allgemein beobachtet man: Taucht ein Körper in eine Flüssigkeit ein, so wird seine Gewichtskraft scheinbar kleiner. Diese Erscheinung nennt man **Auftrieb**. Der Auftrieb entsteht durch den Schweredruck:

Anknüpfung an die Erfahrungen des Lesers

Begriffseinführung

Text-Bild-Lektüre

Begriffseinführung

Weitere fachliche Fragen

5 Zum Entstehen des Auftriebs und Messungen zum Auftrieb

| Eingetauchtes Volumen | Auftriebskraft in Wasser | Auftriebskraft in Spiritus |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 10 cm ³ | 0,1 N | 0,07 N |
| 20 cm ³ | 0,2 N | 0,14 N |
| 30 cm ³ | 0,3 N | 0,21 N |
| 40 cm ³ | 0,4 N | 0,28 N |
| 50 cm ³ | 0,5 N | 0,35 N |
| 60 cm ³ | 0,6 N | 0,42 N |

Taucht z. B. ein Quader teilweise in eine Flüssigkeit ein (Abb. ► 5), so ruft der Schweredruck p an der Unterseite des Quaders eine Kraft $F = p \cdot A$ hervor. Die Kraft ist nach oben, gegen die Gewichtskraft gerichtet. Sie heißt **Auftriebskraft** F_A . Der Kraftmesser zeigt eine um den Betrag der Auftriebskraft verringerte Gewichtskraft an. Ist der Quader ganz eingetaucht, so verändert sich die Auftriebskraft nicht mehr.

Die vom Schweredruck auf die Seitenflächen des Quaders ausgeübten Kräfte heben sich paarweise auf und beeinflussen deshalb die Kraftanzeige nicht. Durch den Schweredruck erfährt jeder eingetauchte Körper eine nach oben wirkende Auftriebskraft. Sie verringert scheinbar die Gewichtskraft.

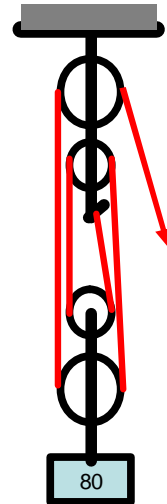
Andere Darstellungsform: Skizze

Bestätigung des Zusammenhangs im Experiment

Zusammenfassung in einem Merksatz

In dem Fachunterricht stellt sich immer wieder die Frage: Wie exakt müssen, dürfen, sollen Begriffe sein? Muckenfuß hat dazu treffend festgestellt: „Kein Begriff, keine Aussage kann präziser verstanden werden, als es die individuelle Denkstruktur zulässt.“ Exakte Begriffe taugen nicht für das Verstehen, sondern für das Verstandene. Die Fachsprache selbst ist nicht kommunikativ, denn Fachleute kommunizieren nicht mündlich in der Fachsprache, sondern in Versatzstücken derselben. Die rigide Fachsprache mit dem Anspruch einer hohen Exaktheit ist ein Kunstprodukt, das vor allem für die Schriftlichkeit gedacht ist. Für den Lernprozess sind vage Begriffe viel lernfördernder. Vage Begriffe formulieren nicht minderwertig, sondern schülergemäß. So gelingt die Kommunikation gelingt nicht trotz sondern wegen der Vagheit der Begriffe. Das folgende Beispiel demonstriert das.

- Der Schüler sagt: „Am Flaschenzug macht ich es so: Ich zähle die Seilstücke rechts und links von der losen Rolle und teile das Gewicht durch diese Zahl. Das ist dann die Zugkraft am Flaschenzug.“
- Im Schulbuch steht: „Hängt beim Flaschenzug die Last an n tragenden Seilabschnitten, so ist die am Seilende erforderliche Zugkraft F gleich dem n -ten Teil der Gewichtskraft der Last“



Der Grad des Verstehens zeigt sich in der Sprache der Schüler. So ist die Sprache der am häufigsten benutzte Indikator zum Überprüfen des Verstehens. Erfahrungen zeigen, dass man sich dabei nicht vornehmlich an der Syntax, d.h. an der korrekten Verwendung der Fachsprache, orientieren darf, sondern die Semantik im Blick haben muss.

Was ist ein sprachsensibler Fachunterricht?

Ein sprachsensibler Fachunterricht hat die fachliche, sprachliche und kommunikative Kompetenzentwicklung der Lernenden gleichermaßen im Blick. Er ist grundsätzlich auf fachliche Kommunikation hin ausgerichtet. Der sprachensible Fachunterricht

- verwendet in der Lernsituation die jeweils passende Sprache
- unterstützt das fachliche Verstehen durch eine Vielfalt von Darstellungsformen
- festigt, übt und trainiert fachtypische Sprachstrukturen
- ermutigt, unterstützt und hilft den Lernenden durch Sprechhilfen beim strukturierten und freien Sprechen
- trainiert das Hörverstehen
- gibt beim Lesen von Texten Hilfen und übt das Leseverstehen
- vermeidet möglichst sprachliche Misserfolge und stärkt so das sprachliche und fachliche Könnensbewusstsein.

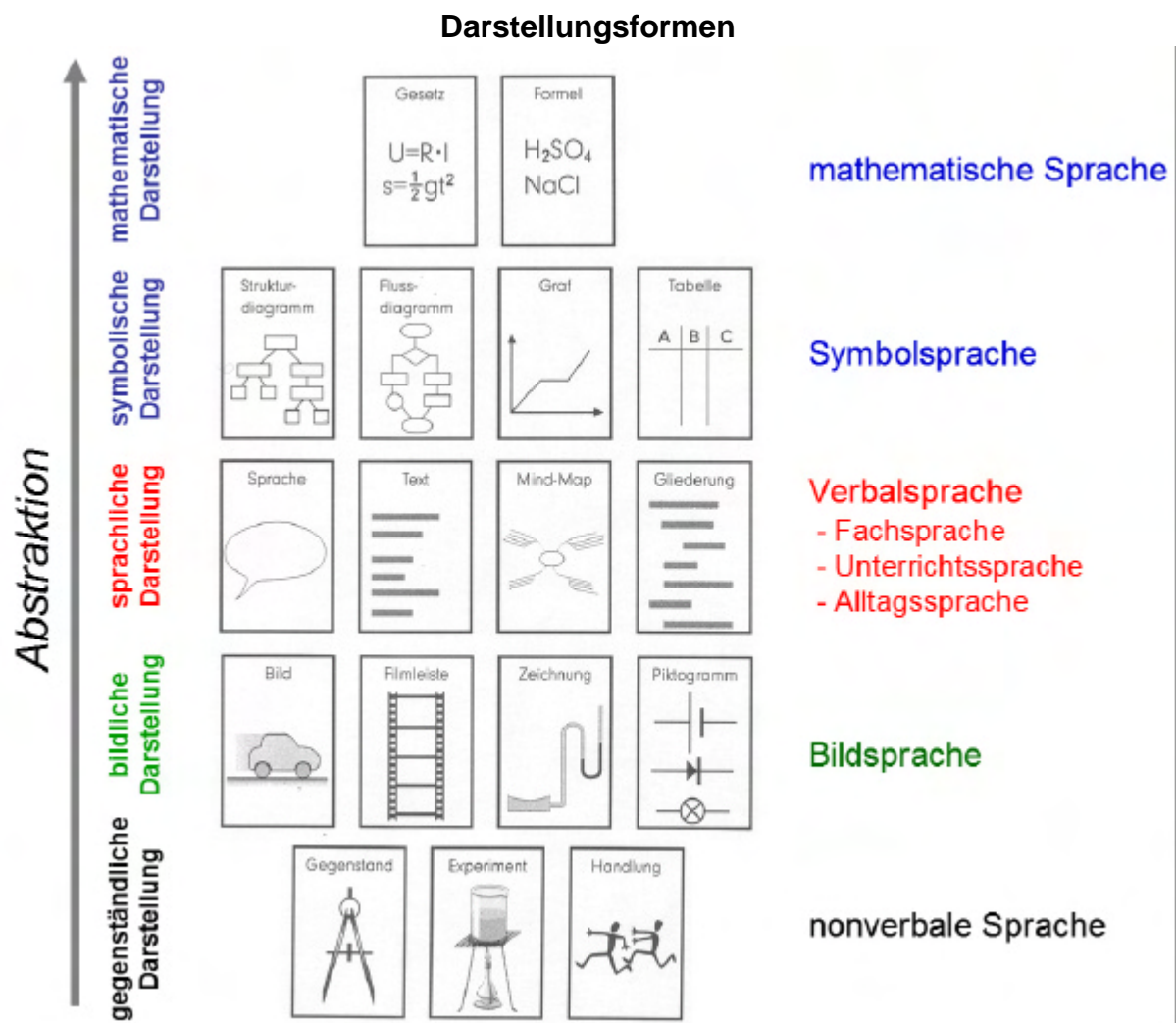
Der sprachensible Fachunterricht arbeitet mit der Sprache, die da ist und sei sie noch so defizitär. Er tut was er kann, vollbringt aber keine Wunder, denn Spracharbeit im Unterricht ist eine mühsame tägliche Daueraufgabe, die nur langsam Früchte trägt. Der sprachensible Fachunterricht unterstützt das Sprachlernen und das Fachlernen mit Methoden-Werkzeugen. Schließlich geht er sensibel mit den sprachlichen Standardsituationen im Fachunterricht um.

Wie geht ein sprachsensibler Fachunterricht mit sprachlichen Standardsituationen um?

Sprachliche Standardsituationen im Fachunterricht sind Situationen, die regelmäßig und häufig vorkommen.

- Etwas (Gegenstand, Experiment, Prozess, Sachverhalt, Verfahren, ...) darstellen und beschreiben
- Eine Darstellungsform (Tabelle, Graph, Diagramm, Formel, Karte, Skizze, Bild, ...) verbalisieren
- Fachtypische Sprachstrukturen anwenden
- Einen Sachverhalt präsentieren und strukturiert vortragen
- Eine Hypothese, Vorstellung, Idee äußern
- Fachliche Fragen stellen
- Einen Sachverhalt erklären und erläutern
- Ein fachliches Problem lösen und verbalisieren
- Auf Argumente eingehen und Sachverhalte diskursiv erörtern
- Einen Fachtext lesen
- Einen Fachtext produzieren

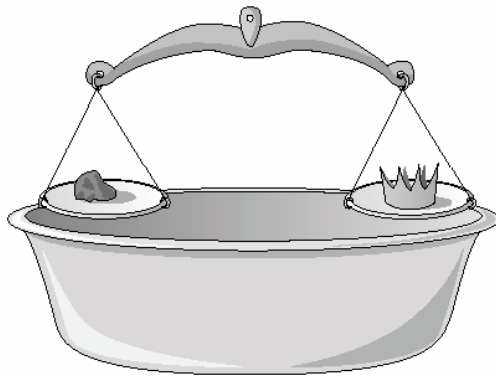
Ein sprachsensibler Fachunterricht widmet sich der Aufgabe die Lernenden zu befähigen, diese sprachlichen Standardsituationen zu bewältigen. Wichtige Hilfsmittel dazu sind Methoden-Werkzeuge und Darstellungsformen.



Beim Wechsel der Darstellungsformen drängen sich Verbalisierungen auf. In den nachfolgenden konkreten Beispielen zu den sprachlichen Standardsituationen kommen verschiedene Darstellungsformen und verschiedene Methoden-Werkzeuge zum Einsatz.

Auftrieb

Heureka! – Archimedes in der Badewanne



(Der folgende Dialog zwischen König Hieron II. von Syrakus und Archimedes ist erfunden.)

König Hieron: Mein lieber Archimedes. Nun herrsche ich schon seit fast 50 Jahren über unser schönes Sizilien. Erinnerst Du dich noch an die Geschichte, als wir den Goldschmied erwischten? Na ja, das hat ihn sein Leben gekostet. Verdient, nicht wahr?

Archimedes: Ja, ja, ich erinnere mich genau, als wäre es gestern gewesen. Ihr hattet Euch eine neue Krone anfertigen lassen. Wie üblich bekam der Goldschmied das Stück Gold und lieferte eine fertige Krone ab. Eine schöne Krone, das muß ich schon zugeben. Aber man ist misstrauisch. Es ist ja bekannt, dass die Goldschmiede von dem Gold immer etwas stehlen und auf dem Schwarzmarkt verkaufen. Aber der war besonders schlau. Die Goldkrone wog ganz genau so viel, wie Sie ihm als Goldklumpen gaben. Das machte ihn sicher.

König Hieron: ... zu sicher, denn er hat nicht mit deiner List gerechnet. Ich gab dir damals den Auftrag, den Kerl zu überführen. Du hast nachgedacht und nachgedacht, nichts fiel dir ein. Du warst sehr verärgert. Und dann plötz-

lich, in der Badewanne fiel es dir ein. Fast nackt kamst du zum Palast gelaufen und riefst: „Heureka, Heureka!“ Die ganze Stadt lief zusammen, zu lustig. Ich denke so gerne daran, mein lieber Archimedes. Wie kamst du bloß auf diese Idee? Du hast es ja auch in deinem Buch „Über schwimmende Körper“ beschrieben, aber ich höre es lieber von dir selbst.

Archimedes: Das war so: Während ich in der Badewanne saß, stellte ich mir das Stück Seife immer wieder als Goldklumpen vor. Ich brach ein Stück davon ab. Ich dachte es mir als das, was der Goldschmied Ihnen stahl. Damit das Gewicht der Krone stimmte, musste er das abgebrochene Stück durch ein anderes Metall ersetzen.

König Hieron: ...ja, aber wieso sieht man das nicht?

Archimedes: Das ist leicht zu verstehen. Das Gold wird mit dem Metall eingeschmolzen, die beiden Metalle vermischen sich so, dass man das nicht sieht.

König Hieron: Und wie hast du ihm den Betrug nachgewiesen?

Archimedes: Ich habe mir den Goldklumpen durch das minderwertige Metall ersetzt vorgestellt. Aber Gold ist das schwerste Metall, das wir kennen, das heißt: Gold hat bei gleichem Gewicht ein kleineres Volumen als jedes andere Metall. Also nimmt das Ersatzmetall ein größeres Volumen ein als das gestohlene Gold. Wenn ich nun beides unter Wasser tauche, dann ist das Ersatzmetall unter Wasser leichter als das Gold. Sie haben doch bestimmt schon mal beim Baden festgestellt, dass das Wasser beim Tragen hilft: die Beine und Arme sind unter Wasser leichter als in der Luft, die Seife und alles ist in Wasser leichter. Das Wasser hilft beim Tragen. Das nenne ich „Auftrieb“. Je mehr Wasser von dem eingetauchten Gegenstand verdrängt wird, umso

größer ist der Auftrieb, also die Hilfe des Wassers beim Tragen. Das ist ein Naturgesetz und ich hab es in meinem Buch aufgeschrieben.

König Hieron: Ach so, ich verstehe. Das Ersatzmetall verdrängt mehr Wasser als der gestohlene Goldklumpen, weil Gold die größte Dichte hat.

Archimedes: O, Ihre Majestät beherrschen die Fachausdrücke: Dichte. Gut, gut!

König Hieron: Ja, wenn man ständig mit dir zu tun hat, dann lernt man doch eine Menge. Aber lass mich verstehen, wie der Kerl erwischt wurde. Weil das Ersatzmetall mehr Wasser verdrängt als Gold, hat das Ersatzmetall einen größeren Auftrieb. Deshalb hat das Ersatzmetall unter Wasser ein kleineres Gewicht als der gestohlene Goldklumpen. Dann müsste also beides, an eine Balkenwaage gehalten, in der Luft gleich schwer sein und, wenn es in die Badewanne eingetaucht wird, müsste sich die Waagschale mit der Krone heben. Genau das haben wir dann gemacht. Du erinnerst Dich?

Archimedes: Sehr gut! Majestät hatten ihn in den Festsaal gebeten. Dort hatten Sie eine große Badewanne mit Wasser aufstellen lassen. Auf der rechten Waagschale lag ein Goldklumpen. Er war genau so schwer wie der, den Sie ihm damals gaben. Der Goldschmied kam herein. Sie fragten ihn, ob er alles Gold in der Krone verarbeitet hätte. Er sagte: „Ja, Eure Majestät, wie könnte ich Sie betrügen. Ich schwöre es bei Zeus.“ Dann nahm Ihr die Krone vom Kopf, legtet Sie auf die linke Waagschale und sie kam ins Gleichgewicht. „Seht Ihr, Eure Majestät, der Beweis. Ich habe keine Schuld“, rief der Goldschmied.

König Hieron: Und dann kamst du, senkstest die Waage langsam in das Wasser, und sie kam aus dem Gleichgewicht. Das Gesicht des Goldschmieds werde ich nie vergessen. Er hatte es physikalisch nicht verstanden, aber er hatte verstanden, dass wir ihn überführt haben. Er kennt deine List, deinen genialen Verstand. Trotzdem kostete es ihn das Leben. Lange ist es her. Schöne Zeiten! Wir haben schwere Zeiten vor uns. Mich wird man vergessen, aber von dir wird man auch noch in 2000 Jahren reden, von dem großen Archimedes von Syrakus.

Archimedes (287 - 212 v. Chr.):
griechischer Mathematiker, Denker, Erfinder

Hieron II. (275 - 215 v. Chr.):
König von Sizilien in der Hauptstadt Syrakus

Hannibal (246 - 182 v. Chr.):
General in Kartago (Nordafrika).
Er ging mit einer Armee mit Elefanten über die Alpen.

Goldklumpen: Ein großes Stück Gold

List: eine schlaue Idee

Heureka: griechisch für: Ich hab es gefunden!

minderwertig: billig, nicht viel wert

Auftrieb: der scheinbare Gewichtsverlust in einer Flüssigkeit

Dichte: Dichte = Masse/Volumen

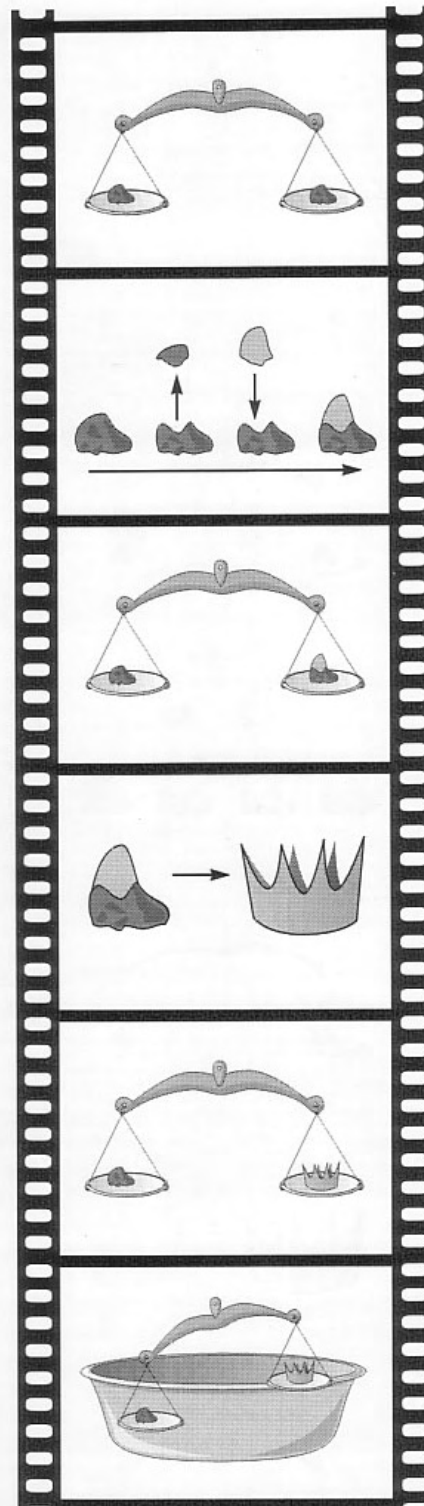
Balkenwaage: siehe Bild

Waagschale: Teller an der Balkenwaage

Majestät: So sagt man zu einem König

Zeus: griechischer Gott

Ein Experiment darstellen und beschreiben



Der König ... 

Der Goldschmied ...

Die Mischung (Legierung) aus

Der Goldschmied ...

Die Krone ...

W

Eine Darstellungsform verbalisieren

Filmstreifen:

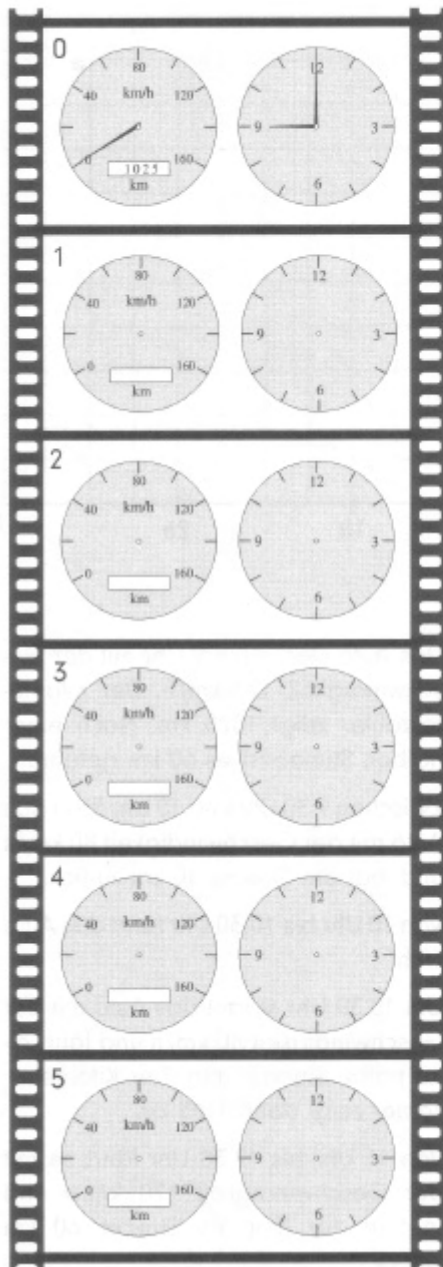
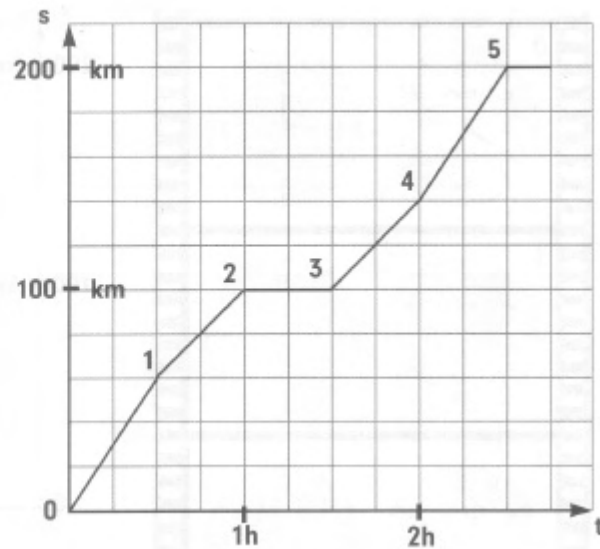


Diagramm:



Sätze:

Bilder 0,1: *Das Auto startet um ...*

Bilder 1,2:

Bilder 2,3:

Bilder 3,4:

Bilder 4,5:

Einen Sachverhalt oder ein Thema diskursiv erörtern

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

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

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

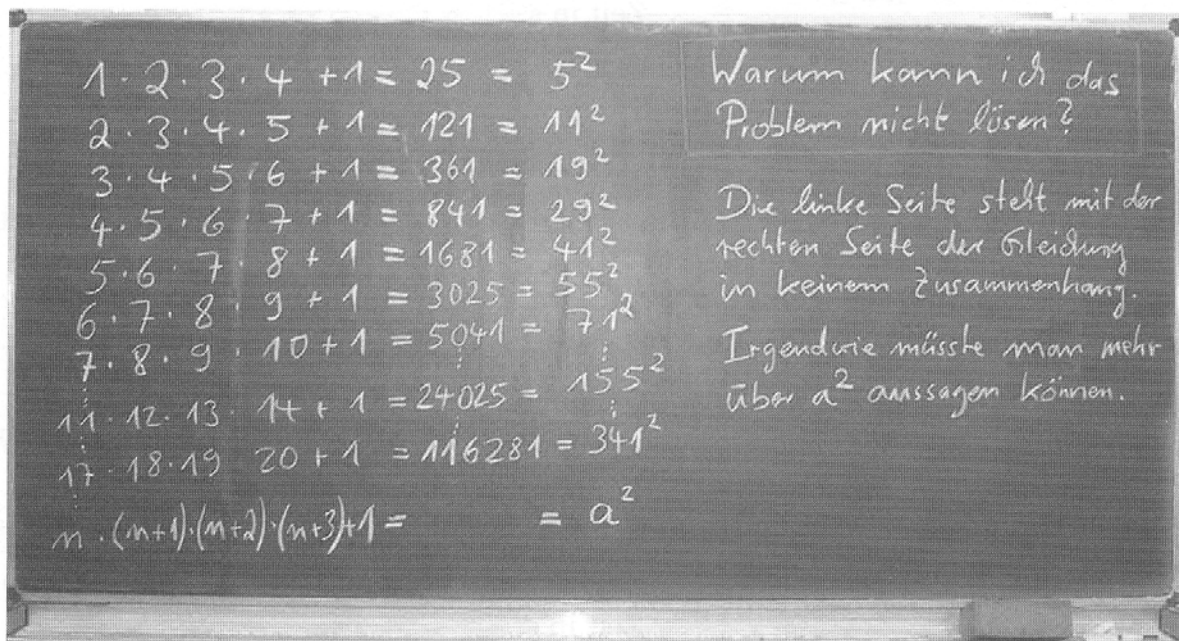
Bei uns kam dauernd etwas anderes heraus: mal 10,3 mal nur 9,5. Ich glaube, wir haben da etwas falsch gemacht.

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

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

Quelle: H. Schecker, Bremen

Auf Argumente eingehen und Sachverhalte diskursiv erörtern



Aussage 1

Das Ergebnis, also a^2 , endet immer auf 5, 1, 1, 1, 1, 5, 1, 1, 1, 5 ... Da ist also so etwas wie eine Periode. Und a endet dann immer auf 5, 1, 9, 9, 1, 5, 1, 9, 9, 1, ..., also auch etwas Periodisches.

**Aussage 2**

Das Produkt von vier aufeinanderfolgenden Zahlen plus 1 ist immer ungerade.

Aussage 3

Das Produkt aus zweitem und drittem Faktor ist um zwei größer als das Produkt aus erstem und viertem.

**Aussage 4**

Das Produkt aus erstem und drittem Faktor plus dem zweiten Faktor ist dieses a . Und genau so ist es mit dem Produkt aus zweitem und viertem Faktor minus dem dritten.

Aussage 5

Das Produkt aus erstem und viertem Faktor plus 1 ist gleich dem Produkt aus zweitem und drittem Faktor minus 1 und das ist gleich a .

**Aussage 6**

Wenn ich das Produkt aus dem ersten und dem vierten Faktor bilde und dann das Produkt aus dem zweiten und dritten, diese beiden addiere und anschließend durch zwei teile, erhalte ich immer a . Ist das so etwas wie ein Mittelwert?

(aus: mathematik lehren 115/2002, S. 14-15)

Einen Sachverhalt verbalisieren

Wie man im Alltag und in der Physik über Reibung spricht

Mal sehen, ob ich alleine den Schrank verschieben kann. Er sitzt fest, wie angeklebt. Wer hilft mir?

Der Schrank haftet am Boden. Der Physiker sagt: Es gibt eine Haftreibung. Er sagt auch: Es wirkt eine Haftreibungskraft. Weißt du, wo sie angreift?

Jetzt, jetzt schaffen wir es. Er fängt an, sich zu bewegen. Gut, dass du mir hilfst!

Der Physiker sagt: Jetzt fängt der Körper an zu gleiten. Er gleitet, weil die Kraft von euch auf den Körper größer ist als die maximale Haftreibungskraft.

Merkwürdig, wenn er sich bewegt, dann kann ich ihn auch alleine verschieben, mit einer Hand.

Wir Physiker kennen ein Gesetz: Die Gleitreibungskraft ist immer kleiner als die maximale Haftreibungskraft. Es ist leichter, einen Körper in Bewegung zu halten, als ihn in Bewegung zu bringen.

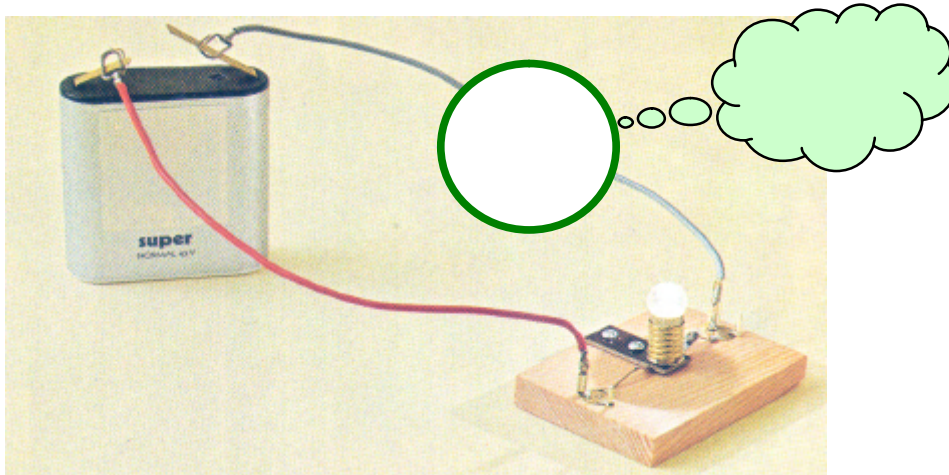
Ja, wer keine Muskeln hat, muss Ideen haben. Mit Physik geht alles leichter! Ich lege runde Stäbe unter den Schrank, und alles geht viel leichter.

Jetzt rollt der Körper. Du bist ein guter Physiker. Du hast genau das Gesetz erkannt: Die Rollreibungskraft ist kleiner als die Gleitreibungskraft.

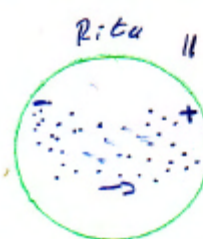
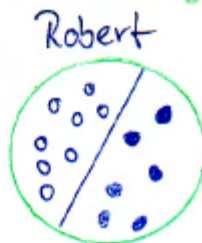
Eigene Vorstellungen über einen Sachverhalt verbalisieren

Meine Vorstellung vom elektrischen Strom

- Der Stromkreis ist geschlossen, die Lampe leuchtet. In dem Draht muss ja irgendetwas passieren. Stelle Dir vor, du könntest mit einem „Gedankenmikroskop“ deine Gedanken darüber sichtbar machen, wie du Dir vorstellst, was im Draht passiert.
- Zeichne deine Gedanken (=Vorstellungen) in den Kreis.
- Erläutere, begründe und verteidige deine Vorstellungen gegen Nachfragen.



Meine Vorstellung vom elektrischen Strom



Einen Sachverhalt adressatenrecht kommunizieren

1. Beantworte die Leserfrage als Physikschüler für einen Mitschüler.
2. Beantworte die Leserfrage als Fachredakteur die Leserfrage in der nächsten Ausgabe der ADAC-Zeitschrift.

»Ich habe eine Frage...«



Kommt glücklicherweise nur selten vor: präziser Frontalaufprall.

Zweimal 50 ist nicht 100

»Angenommen, ein Auto fährt mit Tempo 50 frontal gegen ein gleichartiges und gleichschweres Fahrzeug, das ebenfalls 50 km/h schnell ist. Sind die Aufprallfolgen für Fahrzeug und Insassen die gleichen, als wäre das Auto mit 100 km/h gegen eine Wand gefahren?«

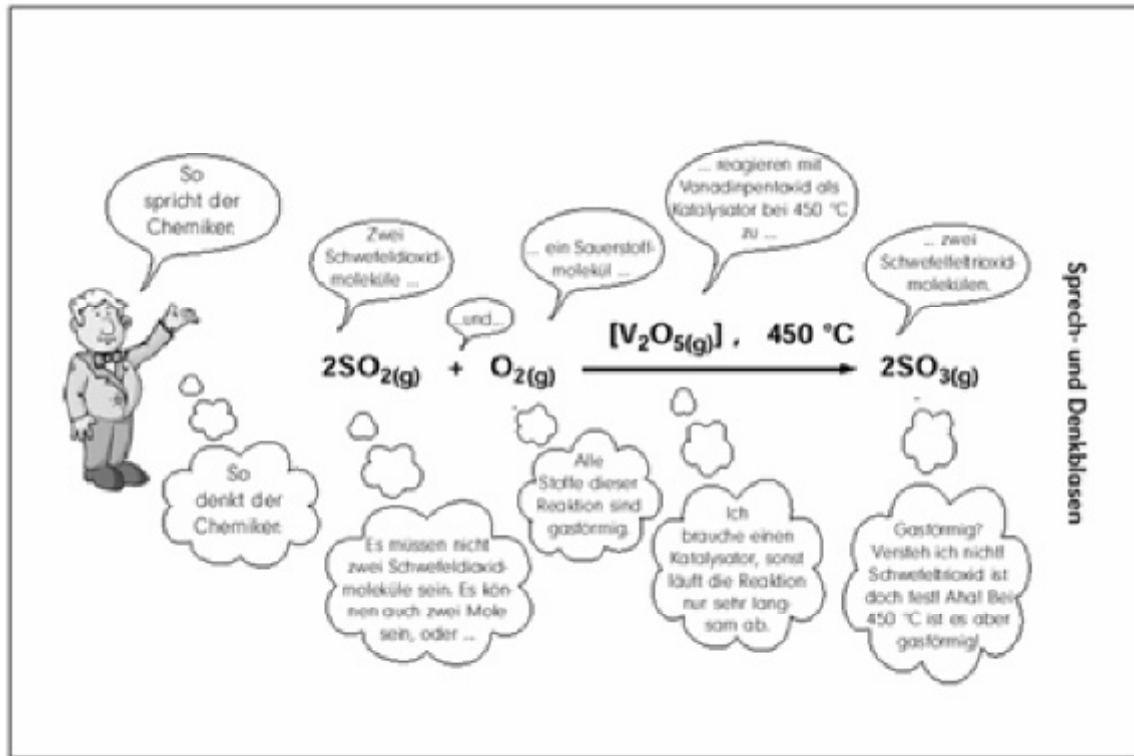
Berthold Becker, Offenbach

3. Bewerte den Redaktionstext unter physikalischen und fachsprachlichen Gesichtspunkten.

Erfreulicherweise nicht. Im ungünstigsten Fall, nämlich dann, wenn tatsächlich beide Fahrzeuge sich millimetergenau Mitte auf Mitte treffen, entspricht die Wirkung dem Aufprall mit Tempo 50 auf eine Wand. Es ist zwar die doppelte Energiemenge im Spiel (nicht etwa die vierfache, wie es der Fall wäre, wenn ein Fahrzeug mit verdoppelter Geschwindigkeit gegen die starre Wand fährt), aber es stehen ja auch die Knautschzonen

beider Autos für die Umwandlung der Wucht in Verformungsarbeit bzw. Wärme zur Verfügung. Für die Insassen kann es günstiger aussehen, wenn die Fahrzeuge versetzt oder schräg aufeinander prallen. Die Energie, die »vernichtet« wird, bleibt zwar die gleiche, aber Weg und Zeit, innerhalb derer das geschieht, werden länger, und die Verzögerungskräfte, die auf die Passagiere einwirken, entsprechend kleiner.

Einen Sachverhalt verbalisieren



Einen Sachverhalt adressatengerecht kommunizieren

- „Wenn ein Redakteur einer Zeitschrift einen Artikel über die Sonne schreiben soll, dann nutzt er die Archive des Verlages. Der betreffende Redakteur muss sich nämlich binnen kürzester Zeit in eine ihm bislang fremde Thematik einarbeiten und einen attraktiven Artikel schreiben.
- Ein Artikel ist attraktiv, wenn
 - Er interessante Fragen ggf. selber aufwirft und im Verlaufe des Artikels auch beantwortet
 - Attraktive und ansprechende Bilder den Text belegen und illustrieren
 - Interessante Fakten und Daten in passender Menge genannt und im Artikel genutzt werden
 - Überzeugende konkrete Beispiele in den Artikel einfließen
 - Der Artikel für verschieden anspruchsvolle Leser geschrieben ist, indem vertiefende Informationen in einem Zusatzinformationskasten gegeben werden
 - Der Artikel ein attraktives und ansprechendes Layout hat
 - Der Artikel weitere Lesempfehlungen, Links etc. angibt.
 - Wie das professionell gemacht ist, sehen wir uns nun an einigen Beispielen an ...“

Physik der Sonne

Aufgabe:

Schreibe über das Thema „Physik der Sonne“ einen Artikel für eine Zeitschrift. Nutze dazu die Archive.

Fragenarchiv:

- F1: Woraus besteht die Sonne, wie ist sie aufgebaut?
- F2: Wie funktioniert die Energieproduktion?
- F3: Wie kommt es, dass die Sonne so lange lebt und funktioniert?
- F4: Warum explodiert die Sonne nicht wie eine Wasserstoffbombe?
- F5: Wie kommt die hohe Temperatur zustande?
- F6: Wieviel Sonnenmaterie in Mol wird pro Sekunde umgesetzt? (=Umsatzrate)?
- F7: Wie schnell nimmt die Temperatur der Sonne von innen nach außen hin ab?

Datenarchiv:

| | Erde | Sonne |
|------------------|--|--------------------------------|
| Masse | $6 \cdot 10^{24}$ kg | $2 \cdot 10^{30}$ kg |
| Radius | 6300 km | 700 000 km |
| Dichte innen | 17 g/cm ³ | 100 g/cm ³ |
| Dichte außen | 3 g/cm ³ | 0,0001 g/cm ³ |
| Temperatur innen | 6000 K | 15 000 000 K |
| Temperatur außen | 300 K | 6 000 K |
| Leistung | $2 \cdot 10^{17}$ W | $4 \cdot 10^{26}$ W |
| Zusammensetzung | 35% Fe, 30% O, 15% Si, 13% Mg, 7% sonstiges | 75% H, 23% He, 2% sonstiges |

Beispielarchiv:

- B1: Ein „Liter Mensch“ produziert 100 mal soviel Energie wie ein „Liter Sonne“.
- B2: Beim Rosten eines Autos werden pro Sekunde 10 Millionen mal sovielen Mol umgesetzt wie in 1 Liter Sonnenmaterie.
- B3: In einem Heuhaufen läuft im Innern sehr langsam ein Gärungsprozess ab, der Entropie erzeugt und die Temperatur steigt sehr langsam, aber beliebig hoch, weil nur wenig Entropie im Heuhaufen nach außen geleitet wird. Er isoliert sich selbst, was zu Selbstentzündung führen kann.
- B4: Die Sonne entspricht einem Ofen, der Brennmaterial für seine ganze Lebensdauer gespeichert hat.
- B5: Man kann eine Fläche vergrößern, obwohl man die Länge verkleinert, indem man nur ihre Breite entsprechend stärker vergrößert. Die Sonne macht es mit der Entropiezufuhr und der Temperaturabnahme genauso.

Wissensarchiv:

- W1: Die Sonne ist ein Gasball und besteht fast nur aus Helium und Wasserstoff.
- W2: 90% der Sonnenmasse befinden sich innerhalb des halben Radius.
- W3: Die Dichte im Zentrum der Sonne ist 10 mal die Dichte von Blei.
- W4: Die Energie der Sonne stammt aus der Kernreaktion: $4\text{ H} \rightarrow \text{He} + 2\text{e} + 2\text{n}$ (Vier Wasserstoffkerne fusionieren zu einem Heliumkern und geben 2 Elektronen und zwei Neutrinos frei).
- W5: Die Kernreaktion läuft ab, weil a) die Temperatur so hoch ist und b) Kohlenstoff als Katalysator dient.
- W6: Die Kernreaktion findet innen in einer Kugel mit dem Radius 200 000 km statt.
- W7: Ein Mensch hat das Volumen = 100 Liter und produziert $P = 100\text{ W}$. Eine Kerzenflamme hat das Volumen = 0,001 Liter und produziert $P = 1\text{ W}$.
- W8: Die Energieproduktionsrate = Leistung der Sonne pro Volumen ist $P/V = 0,01\text{ W/L}$.
- W9: Die Kernreaktion läuft sehr langsam ab.
- W10: Wenn ein Auto rostet, werden pro Sekunde $3 \cdot 10^{-8}\text{ Mol}$ umgesetzt.
- W11: Energiestromstärke = Temperatur • Entropiestromstärke ($P = T \cdot I_S$)
- W12: Es gibt drei Arten des Entropietransportes:
a) Entropieleitung,
b) Entropiekonvektion,
c) Entropiestrahlung.
- W13: Die Energie der Sonne wird mit dem Licht als Entropieträger wegtransportiert.
- W14: Der Energiestrom, der von der Sonne wegfließt hat die Stärke $P = 4 \cdot 10^{26}\text{ W}$.
- W15: Auf der Erde kommt von der Sonne der Energiestrom $P = 2 \cdot 10^{17}\text{ W}$ an.
- W16: Die Entropie eines Gases ist umso größer:
– je größer sein Volumen ist,
– je größer seine Temperatur ist.
- W17: Eine Entropiezunahme eines Gases kann zwei Folgen haben:
a) Volumenzunahme,
b) Temperaturzunahme.
- W18: Gase sind schlechte Wärmeleiter.
- W19: Ein Temperaturunterschied ist der Antrieb für einen Entropiestrom durch Leitung.
- W20: Das Temperaturgefälle in der Sonne ist gering.

Beispielarchiv:

- R1: Energiestrom auf die Erde : Energiestrom der Sonne = $2 \cdot 10^{17}\text{ W} : 4 \cdot 10^{26}\text{ W}$
= 1:2 000 000.
- R2: Volumen der Reaktionszone = $V = 4/3 \cdot \pi r^3 = 3,4 \cdot 10^{28}\text{ dm}^3$. Also: $P/V = 0,01\text{ W/dm}^3$.
- R3: Umsatzrate $I_n = n/t = P/E \cdot N_A = 0,01\text{ W/4pJ} \cdot 6 \cdot 10^{25}\text{ Mol}^{-1} = 4 \cdot 10^{-15}\text{ Mol/s}$
- R4: Temperaturdifferenz zw. innen und außen / Radius der Sonne = $\Delta T/r = 0,02\text{ K/m}$.
Das ist etwa 1K pro 50m.

Einen Sachverhalt interpretieren

Schnellfahrer

Fuhr vor einigen Jahren noch jeder zehnte Autofahrer zu schnell, so ist es mittlerweile heute ‚nur noch‘ jeder fünfte. Doch auch fünf Prozent sind zu viele, und so wird weiterhin kontrolliert, und die Schnellfahrer haben zu zahlen.

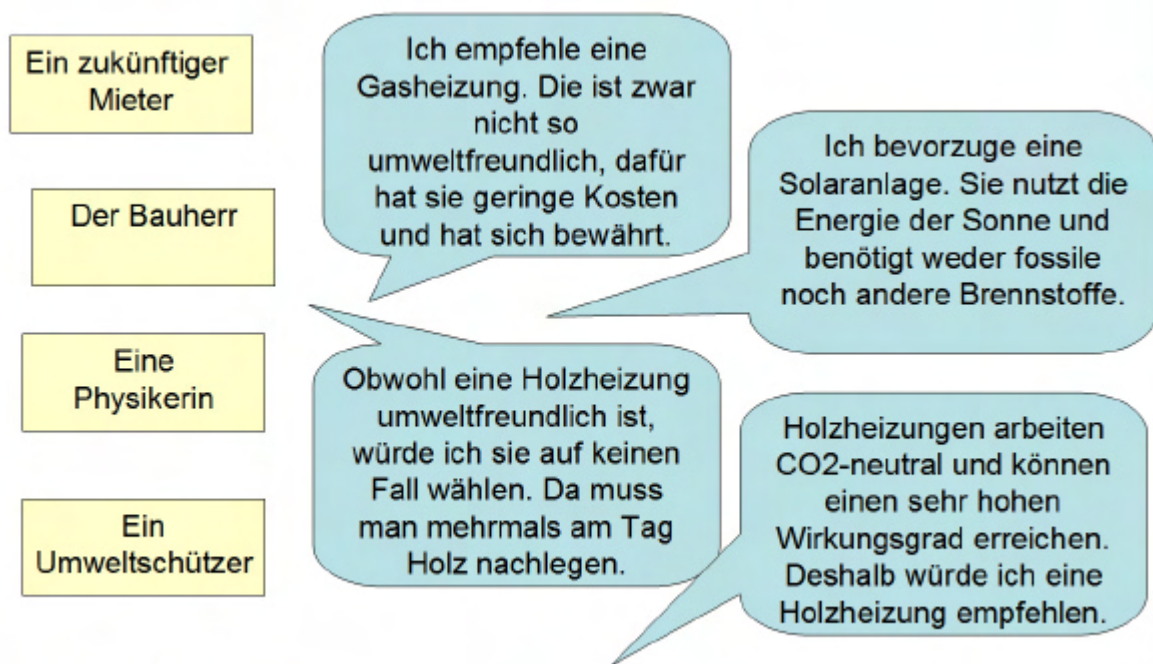
Der Spiegel 41/1991, S. 352

- a) Finde alle Fehler in diesem Zeitungsartikel.
- b) Schreibe einen Leserbrief und stelle dabei jeden Fehler einzeln richtig.

Schülerlösung:

Bildungsstandards Mathematik: konkret, Cornelsen 2006

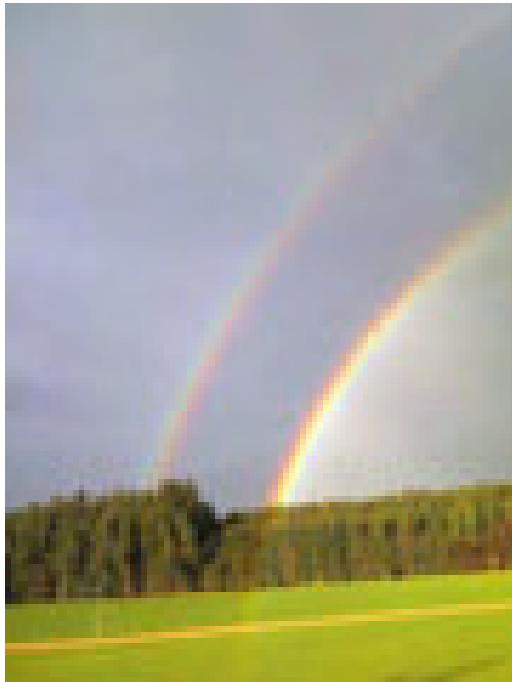
Einen Sachverhalt oder ein Thema diskursiv erörtern



nach: H. Schecker, Bremen

Sachbezogene Fragen stellen

Aufgabe: Stelle mindestens drei Fragen zum Regenbogen, auf die es physikalische Antworten geben sollte.

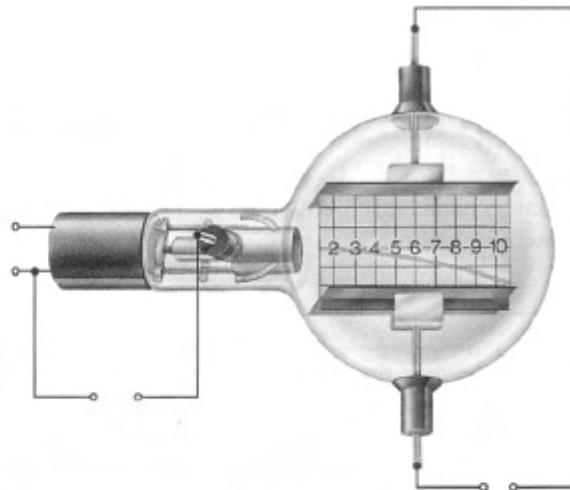


Mögliche Fragen:

1. Warum sieht man nicht bei jedem Regen einen Regenbogen?
2. Wie groß ist ein Regenbogen? Wie weit ist er weg? Kann man ihm nachlaufen?
3. Wie sieht der Regenbogen aus, wenn man direkt daneben steht? Wie sieht er von hinten aus?
4. Warum sieht man höchstens einen kräftigen (Haupt)Regenbogen und manchmal einen schwächeren (Neben)Regenbogen? Warum gibt es nicht viele Regenbögen?
5. Wo und wann entsteht ein Regenbogen?
6. Warum sind Regenbögen rund und nicht eckig?
7. Wo kommen die Farben her?
8. Warum ist die Farbenreihenfolge beim NR umgekehrt wie beim HR?
9. Gibt es auch kreisrunde Regenbögen?
10. Wie kann man Regenbögen künstlich erzeugen?
11. Sieht jeder Mensch denselben Regenbogen, oder jeder seinen eigenen?
12. Warum sieht man vorzugsweise nachmittags einen Regenbogen?
13. Kann man einen Regenbogen sehen, wenn man selbst im Regen steht?
14. Kann der Vollmond einen Regenbogen erzeugen?

Sachbezogene Fragen stellen

Wir haben in den letzten Stunden Phänomene und Begriffe zum elektrischen Feld kennen gelernt. Ihr seht Euch das Experiment hier vorne an und jeder stellt anschließend drei Fragen an das Experiment auf je eine Karte. Anschließend werden die Karten vorgelesen und an der Tafelskizze an die betreffende Stelle geheftet. Hier ein Beispiel einer Karte:



Warum leuchtet
der Schirm
in blauer Farbe?

Die 36 Fragen der 12 Schüler eines Leistungskurses

1. Enthält der Lichtstrahl Ladung?
2. Spielt das homogene Feld des Plattenkondensators eine Rolle?
3. Wodurch entsteht der blaue Lichtstrahl?
4. Wodurch wird das Licht getrennt?
5. Was ist das für ein Lichtstrahl?
6. Wovon hängt die Richtung des Strahles ab?
7. Wodurch entsteht diese Ablenkung?
8. Hat die Spannung (bzw. Ladung) etwas mit der Ablenkung zu tun?
9. Warum ist der Strahl blau?
10. Welche Ladung hat der Strahl?
11. Welche Spannungen werden angelegt?
12. Welches Potenzial ist bei diesem Versuch erkennbar?
13. Warum wird der rote Strahl nicht abgelenkt?
14. Welche Frage beantwortet das Experiment?
15. Wodurch resultiert die Ablenkung des blauen Lichtstrahls?
16. Entsteht der blaue Lichtstrahl durch die Bewegung von irgendwas?
17. Welche Kräfte wirken auf den Strahl?
18. Welche Hilfe bietet die Zentimeterleiste?
19. Aus welchem Material ist das Schildchen?
20. Funktioniert das auch in einem Luftraum?
21. Was soll das Experiment zeigen?
22. Warum wird der blaue Strahl abgelenkt?
23. Warum wird der weiße Strahl nicht abgelenkt?
24. Was soll das Experiment zeigen?
25. Können Lichtstrahlen von einem elektrischen Feld abgelenkt werden?
26. Wodurch wird der blaue Lichtstrahl abgelenkt?
27. Wie wird der Lichtstrahl erzeugt?
28. Warum wird der Lichtstrahl abgelenkt?

29. Wie groß ist die Ladung des Strahls?
30. Wo und wodurch endet der Strahl?
31. Warum gibt es drei Energiequellen?
32. Trennt das elektrische Feld den Lichtstrahl?
33. Warum wird der blaue Strahl abgelenkt?
34. Weshalb wird der Strahl nach unten abgelenkt?
35. Welche Kräfte wirken auf den Strahl?
36. Werden die beiden Lichtstrahlen bei wachsender Spannung immer weiter voneinander getrennt?

Der Lehrer ergänzt folgende Fragen:

- Was passiert mit den Elektronen, wenn sie hinten auftreffen?
- Was ändert sich, wenn man die Spannung U verändert?
- Wie sieht die Bewegung der Elektronen im Potenzialgebirge aus?

Einen Sachverhalt strukturiert vortragen

Analogien zwischen elektrischem und magnetischem Feld

- Bereiten Sie unter Nutzung der Begriffskarten im Briefumschlag einen strukturierten Kurzvortrag zum elektrischen Feld vor.
- Wählen Sie aus den mitgelieferten Bildkarten passende Experimentieranordnungen aus und ordnen Sie diese an passende Stellen in Ihrem Begriffsnetz.
- Tragen Sie in das Begriffsnetz analoge Begriffe für das magnetische Feld ein und diskutieren Sie die Analogie zwischen dem elektrischen und dem magnetischen Feld.

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Feldenergie | Feldlinien |
| Elektrische Ladung | Elektrische Potenzial |
| Coulombkraft | Probeladung |
| Elektrisches Feld | Potenziallinien |
| Radialfeld | Kapazität |

