Physik

Klasse 7

Unterrichtshilfen

Unterrichtshilfen Physik Klasse 7

Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin
1985

Autoren:

Dr. Horst Bienioschek	Vorbemerkungen zu den Stoffgebieten Kräfte, Arbeit und Leistung in der Mechanik; Mechanik der Gase und Flüssigkeiten
Dr. Horst Bienioschek und Wolfram Markert	1. bis 14. Stunde; 35. bis 54. Stunde
Eberhard Eichler	Vorbemerkungen zum Stoffgebiet Energie in Natur und Technik; 15. bis 34. Stunde
Dipl.-Päd. Günter Meyer	55. bis 60. Stunde
Leiter des Autorenkollektivs:	Dr. Horst Bienioschek

Redaktion: Werner Golm, Bettina Rosenkranz

© Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1984
2. Auflage
Ausgabe 1984
Lizenz-Nr. 203/1000/84 (DN 0221 61-2)
LSV 0671
Zeichnungen: Christa Kunz
Einband: Erika Kerschner
Typografische Gestaltung: Atelier vwv
Printed in the German Democratic Republic
Fotomechanischer Nachdruck: VEB Druckerei „Thomas Müntzer", Bad Langensalza
Schrift: 9/10 Extended Monotype
Redaktionsschluß: 9. Oktober 1984
Bestell-Nr. 707 7988
00770

Inhalt

Einleitung 6

Stoffgebiet Kräfte, Arbeit und Leistung in der Mechanik
Vorbemerkungen 10

Stoffeinheit Kräfte 11
Vorbemerkungen 11
Stoffverteilungsplan 13
1. Stunde: Die Bedeutung von Kräften für die Menschen 14
2. Stunde: Kräfte beim gegenseitigen Einwirken zweier Körper. 16
3. Stunde: Kraftmessung 19
4. Stunde: Reibung (I) 21
5. Stunde: Reibung (II) 23

Stoffeinheit Rollen, Flaschenzug, geneigte Ebene 25
Vorbemerkungen 25
Stoffverteilungsplan 27
6. Stunde: Feste Rolle 28
7. Stunde: Lose Rolle und Flaschenzug 30
8. Stunde: Wege bei Rollen und beim Flaschenzug 31
9. Stunde: Goldene Regel der Mechanik 33
10. Stunde: Geneigte Ebene 36
11. Stunde: Schriftliche Leistungskontrolle 38

Stoffeinheit Hebel 40
Vorbemerkungen 40
Stoffverteilungsplan 41
12. Stunde: Hebel 42
13. Stunde: Anwendungen des Hebels 44
14. Stunde: Anwenden des Hebelgesetzes 46

Stoffeinheit Mechanische Arbeit 48
Vorbemerkungen 48
Stoffverteilungsplan 49
15. Stunde: Die mechanische Arbeit (qualitativ) 50
16. Stunde: Die mechanische Arbeit (quantitativ) 53

17. Stunde: Anwendung zur mechanischen Arbeit 55
18. Stunde: Arbeit an kraftumformenden Einrichtungen (SE) 56
19. Stunde: Hubarbeit und aufgewandte Arbeit bei kraftumformenden Einrichtungen 57

Stoffeinheit Mechanische Leistung 59
Vorbemerkungen 59
Stoffverteilungsplan 60
20. Stunde: Die mechanische Leistung 61
21. Stunde: Berechnungen zur mechanischen Leistung 63
22. Stunde: Experimentelle Bestimmung der Leistung 65
23. Stunde: Systematisierung zu Kraft, Arbeit und Leistung 66
24. Stunde: Schriftliche Leistungskontrolle 68

Stoffgebiet Energie in Natur und Technik
Vorbemerkungen 70
Stoffverteilungsplan 72

Stoffeinheit Energie, Energieformen, Energieträger 74
25. Stunde: Energie (Einführung) 74
26. Stunde: Energieformen und Energieträger 76

Stoffeinheit Umwandlung und Übertragung von Energie 79
27. Stunde: Umwandlung und Übertragung von Energie 79
28. Stunde: Energieumwandlungen 80
29. Stunde: Energieumwandlungen in der Technik 82
30. Stunde: Energieumwandlungen in Kraftwerken 83

Stoffeinheit Wirkungsgrad 85
31. Stunde: Der Wirkungsgrad 85
32. Stunde: Bedeutung des Wirkungsgrades in der Praxis 87

Stoffeinheit Gesetz von der Erhaltung der Energie 88
33. Stunde: Das Gesetz von der Erhaltung der Energie 88
34. Stunde: Kurzkontrolle und Festigung 90

Stoffgebiet Mechanik der Gase und Flüssigkeiten
Vorbemerkungen 92

Stoffeinheit Druck der Gase in geschlossenen Gefäßen 93
Vorbemerkungen 93
Stoffverteilungsplan 94
35. Stunde: Druck in Gasen 95
36. Stunde: Die physikalische Größe Druck 98
37. Stunde: Berechnung des Gasdrucks 100
38. Stunde: Anwendung des Gasdrucks 101

Stoffeinheiten Druck der Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen und hydraulische Anlagen 103
Vorbemerkungen 103
Stoffverteilungsplan 104
39. Stunde: Druck in Flüssigkeiten 105
40. Stunde: Berechnung des Flüssigkeitsdrucks 106
41. Stunde: Hydraulische Anlagen 108
42. Stunde: Kräfte an hydraulischen Anlagen 109
43. Stunde: Mechanische Arbeit bei hydraulischen Anlagen 111

Stoffeinheit Auflagedruck und Schweredruck 113
Vorbemerkungen 113
Stoffverteilungsplan 114
44. Stunde: Auflagedruck fester Körper 115
45. Stunde: Schweredruck in Flüssigkeiten 117
46. Stunde: Merkmale des Schweredrucks in Flüssigkeiten 119
47. Stunde: Luftdruck 120
48. Stunde: Anwendung des Luftdrucks 122
49. Stunde: Systematisierung des Drucks 124

Stoffeinheit Auftrieb in ruhenden Flüssigkeiten und Gasen 127
Vorbemerkungen 127
Stoffverteilungsplan 128
50. Stunde: Auftrieb 128
51. Stunde: Gesetz von Archimedes 131
52. Stunde: Sinken, Schweben, Steigen 133
53. Stunde: Schwimmen 135
54. Stunde: Schriftliche Leistungskontrolle 136

Stoffeinheit Strömende Gase und Flüssigkeiten 138
Vorbemerkungen 138
Stoffverteilungsplan 139
55. Stunde: Die Strömung 140
56. Stunde: Die Strömungsgeschwindigkeit 142
57. Stunde: Widerstandskraft an umströmten Körpern (I) 145
58. Stunde: Widerstandskraft an umströmten Körpern (II) 147
59. Stunde: Strömungsgeschwindigkeit und Druck 149
60. Stunde: Auftriebskraft am umströmten Tragflügel 150

Zum Anliegen und zur Anlage der Unterrichtshilfen

Die Unterrichtshilfen enthalten Vorschläge zur Gestaltung des Physikunterrichts der Klasse 7, der ausgewählte Probleme der Mechanik sowie eine Einführung in energetische Vorgänge in Natur und Technik zum Gegenstand hat. Grundlage für die Vorschläge in den Unterrichtshilfen ist der Lehrplan Physik, Klasse 7. Sowohl dem erfahrenen Fachlehrer als auch dem jungen Lehrer, der gerade seine Unterrichtstätigkeit beginnt, soll durch die Unterrichtshilfen Unterstützung bei der Lehrplaninterpretation gegeben werden.

Die Anregungen zur Planung, Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts sowie die Hinweise auf Möglichkeiten zur Nutzung des Lehrbuchs sind für den Physiklehrer Hilfen, wesentliche Ziele des Physikunterrichts der Klasse 7 mit seinen Schülern zu erreichen. Die Unterrichtshilfen unterstützen den Lehrer bei der Gestaltung eines lebensverbundenen, interessanten Physikunterrichts, der darauf gerichtet ist, daß die Schüler solides Wissen über physikalische Begriffe und Gesetze sowie über deren Anwendung erwerben und wesentliche Arbeitsmethoden der Physik kennenlernen.

Wissen über die im Physikunterricht der Klasse 7 zu vermittelnden Gesetze der Natur, über die Methoden ihrer Erkenntnis und über ihre Anwendung ist eine Grundlage für die wissenschaftliche Weltanschauung der Schüler, beeinflußt ihre Leistungsfähigkeit, hilft bei der Schulung des Denkens, trägt zur Ausprägung eines festen Willens und wertvoller Charaktereigenschaften bei.

Die Unterrichtshilfen geben Anregung, wie der Physikunterricht der Klasse 7 gestaltet werden kann, damit sich die Schüler aktiv mit dem Lehrstoff auseinandersetzen, jeder Schüler gefordert und gefördert, keiner zurückgelassen wird.

Bei der Ausarbeitung der Unterrichtshilfen wurde darauf geachtet, daß bei Vorschlägen zur Erarbeitung physikalischer Begriffe und Gesetze von der lebendigen Anschauung, von den Erfahrungen der Schüler und von Experimenten ausgegangen wird. Die Schüler sollen sich zunächst qualitative Merkmale der Begriffe und Gesetze aneignen, bevor deren quantitative Formulierung mit Hilfe der Mathematik erfolgt. Dadurch werden die Faßlichkeit des Lehrstoffs für die Schüler und die Qualität ihres Wissens über physikalische Grundlagen erhöht. Letzteres drückt sich darin aus, daß die Schüler das Wissen dauerhaft aneignen und auf vielfältige Beispiele aus Natur und Technik anwenden können.

In den Unterrichtshilfen werden Vorschläge gemacht, wie bei der Behandlung der einzelnen Stoffeinheiten von praktischen Sachverhalten ausgegangen werden kann und worauf die Schüler das erworbene Wissen anwenden können. Im Sinne der weiteren Durchsetzung des polytechnischen Prinzips im Physikunterricht der Klasse 7

ist die Behandlung der physikalischen Begriffe und Gesetze erst dann abzuschließen, wenn deren Anwendung in der Praxis für die Schüler überzeugend nachgewiesen ist. Zu diesem Zweck enthalten die Unterrichtshilfen auch Vorschläge, wie Erfahrungen der Schüler aus der produktiven Arbeit in den Physikunterricht einbezogen werden können. Des weiteren sollen die Schüler in die Lage versetzt werden, technologische Verfahren und dgl., die sie bei der produktiven Arbeit kennenlernen, auf die physikalischen Grundlagen zurückzuführen.

Bei den Vorschlägen zur inhaltlichen Gestaltung einzelner Stoffeinheiten werden Beziehungen zu wichtigen Fragen der wissenschaftlich-technischen und der volkswirtschaftlichen Entwicklung hergestellt. Den spezifischen Möglichkeiten des Lehrstoffs des Physikunterrichts der Klasse 7 entsprechend stehen Fragen des rationellen Energieeinsatzes und der Anwendung lange bekannter physikalischer Erkenntnisse aus der Mechanik in Bereichen der modernen Technik im Mittelpunkt. Indem die Schüler verstehen, daß grundlegende physikalische Erkenntnisse nicht veralten, sondern als Bestandteile menschlicher Kultur noch immer Ausgangspunkte für moderne technische Entwicklungen sind, wird das Verständnis der Schüler für die Wechselbeziehungen zwischen Physik und wissenschaftlich-technischem Fortschritt erweitert. Die selbständige experimentelle Tätigkeit der Schüler ist ein entscheidendes Mittel zur Sicherung einer hohen Qualität des Wissens und Könnens, zur Entwicklung schöpferischer Schülertätigkeiten, zur Stabilisierung wissenschaftlich-technischer Interessen sowie für das weltanschauliche Verständnis der Schüler für physikalische Erkenntnisse und Arbeitsmethoden. In den Unterrichtshilfen wird eine hohe Qualität der Arbeit mit dem Experiment dadurch angestrebt, daß die Schülerexperimente in vielfältigen Funktionen in den Erkenntnisprozeß einbezogen werden und eine schrittweise Fähigkeitsentwicklung bei den Schülern geplant ist. Es werden Empfehlungen zur Gestaltung der Schülerexperimente gegeben, damit die Schüler selbständig Vermutungen und Voraussagen treffen und prüfen, Meßwertreihen aufnehmen und auswerten, Gesetze selbständig erkennen können.

Das grundlegende Wissen und Können, das die Schüler erwerben sollen, nimmt in den Unterrichtshilfen eine zentrale Stellung ein. Vielfältige Aufgaben zur Festigung, Anwendung, Vertiefung, Systematisierung des Wissens sowie Vorschläge für Leistungskontrollen können dem Lehrer helfen, die Schwerpunktziele der Stoffgebiete zu erfüllen. Auf Möglichkeiten zur differenzierten Arbeit mit Schülergruppen unterschiedlicher Leistungsvoraussetzungen wird aufmerksam gemacht.

Die Vorschläge zur Planung und Gestaltung der Stoffeinheiten und Unterrichtsstunden sind bei schulpraktischen Erprobungen als realisierbar und erfolgversprechend erkannt worden. Sie sollen den Nutzer der Unterrichtshilfen anregen, die jeweiligen Vorschläge unter seinen spezifischen Bedingungen anzuwenden, entsprechend der Klassensituation, den spezifischen Zielstellungen in der Klasse, den Bedingungen in der Schule zu konkretisieren und zu variieren. Es darf nicht übersehen werden, daß ein noch so gut durchdachter Vorschlag zur Stundengestaltung nicht unmittelbar auf jede Klasse übertragbar ist und somit auch nicht die sorgfältige individuelle Vorbereitung des Lehrers ersetzen kann. Entsprechend der konkreten Situation muß auch jeder Lehrer entscheiden, wie er z. B. tägliche Übungen und mündliche Leistungskontrollen einsetzt und auf welche Inhalte diese gerichtet sind. Bei der Auswahl der entsprechenden Inhalte sind die Schwerpunkte des Lehrplans zu beachten.

Die Unterrichtshilfen sind wie der Lehrplan in drei Stoffgebiete und 15 Stoffeinheiten gegliedert. In **Vorbemerkungen** zu den Stoffgebieten und Stoffeinheiten sind wesentliche inhaltliche und methodische Aspekte für die Behandlung des Lehrstoffs vorangestellt. Die Vorbemerkungen sollen dem Lehrer bei der Lehrplaninterpretation helfen und ihn unterstützen, die wesentlichen Ziele in den Bereichen des Wissens, des

Könnens und der Erziehung der Schüler sowie die methodische Konzeption der Abschnitte zu erfassen.

Der **Stoffverteilungsplan** gibt einen Überblick, wie der Lehrstoff der Stoffeinheiten auf die laut Lehrplan zur Verfügung stehende Stundenzahl aufgeteilt wurde. Maßnahmen zur Festigung, Systematisierung, Wiederholung und Leistungskontrolle werden ausgewiesen. Im Stoffverteilungsplan werden übersichtlich die Stundenthemen und stofflichen Schwerpunkte der Stunden dargestellt, Vorleistungen aus dem Physikunterricht der Klasse 6 und aus anderen Fächern genannt, Hinweise auf Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge und Beziehungen zum Lehrbuch gegeben.

Bei den Experimenten wird häufig auf „Physikalische Schulversuche" verwiesen, wobei der Band und die Nummer des Experiments angegeben werden. Die Angaben beziehen sich auf Band 1/2, Auflage 1983, Band 3/4/5, Auflage 1981 und Band 8, Auflage 1981. Weitere Experimente werden mit einem Hinweis auf den Inhalt genannt.

Die Stundenentwürfe sind einheitlich gegliedert in die Abschnitte Stundenziele, Unterrichtsmittel, Stundenverlauf, Erläuterungen zum Stundenverlauf, Tafelbild und gegebenfalls Folie bzw. Experimentieranordnung.

Als **Stundenziele** werden solche angegeben, an deren Realisierung in der Stunde schwerpunktmäßig gearbeitet werden soll. Viele dieser Ziele können in einer einzigen Stunde nicht voll realisiert werden, weil dafür der Bildungs- und Erziehungsprozeß vieler Stunden und häufig auch mehrerer Fächer notwendig ist. Als **Unterrichtsmittel** werden nur solche genannt, die nicht in der angegebenen Literatur (Physikalische Schulversuche, Lehrbuch) zu finden sind. Selbst herzustellende Unterrichtsmittel sind mit (S) gekennzeichnet.

Der Abschnitt **Stundenverlauf** enthält eine Stundengliederung und wesentliche Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler. Neben den Angaben zum Inhalt der Stundenabschnitte ist in der Stundengliederung auch die didaktische Funktion der Stundenabschnitte gekennzeichnet. Die Zeitangaben sollen den Lehrer auf die Zeitrelation zwischen einzelnen Stundenabschnitten orientieren. Die Stundenabschnitte sind numeriert. Auf diese Numerierung wird in den Erläuterungen zum Stundenverlauf Bezug genommen. Die Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler geben eine Orientierung auf den methodischen Verlauf der Stunde. Spezielle methodische Formen und Einsatzmöglichkeiten des Lehrbuchs sind jeweils in Klammern hinzugefügt. Die in den einzelnen Stundenabschnitten zu erreichenden Ergebnisse sind jeweils am Ende der betreffenden Abschnitte als Teilzusammenfassungen formuliert.

Zur Nutzung des Schülerheftes im Physikunterricht werden gegenwärtig sehr unterschiedliche Meinungen vertreten. In der methodischen Literatur fehlt es an fundierten Darstellungen zu diesem Thema. Deshalb haben sich die Autoren entschlossen, zur Arbeit mit dem Schülerheft keine Bemerkungen in den Stundenentwürfen zu machen. In den **Erläuterungen zum Stundenverlauf** werden Hinweise zu einzelnen Stundenabschnitten gegeben. Die Hinweise beziehen sich beispielsweise auf den Stundenablauf, auf fachliche und methodische Besonderheiten, auf den Einsatz spezieller Unterrichtsmittel, auf die Durchführung von Experimenten, auf die Vorbereitung von Schülervorträgen, auf Möglichkeiten zur differenzierten Arbeit mit Schülern.

Bei den Vorschlägen für die Gestaltung des **Tafelbildes** gibt ein neben dem Tafelbild befindliches Schema eine Aufteilung des Tafelbildes an, auf die in der Übersicht zum Stundenverlauf durch Hinweise (TB a usw.) Bezug genommen wird. Für mathematisch-physikalische Aufgaben ist kein Tafelbildvorschlag enthalten. Die Lösungswege sind entsprechend den im Lehrbuch enthaltenen Beispielen an die Tafel zu schreiben. Abbildungen von Experimentieranordnungen sind ebenfalls nicht in die Vorschläge für die Tafelbilder aufgenommen worden.

Es ist nicht daran gedacht, daß das Tafelbild von den Schülern vollständig in das Heft übernommen wird. Das formale Abschreiben von der Tafel sollte soweit wie möglich durch selbständige Tätigkeit der Schüler im Heft ersetzt werden.
Folien zur Projektion mit dem Lichtschreibprojektor werden dann empfohlen, wenn es sich um Darstellungen handelt, die für eine Erarbeitung an der Tafel zu aufwendig sind, oder wenn es sich um Inhalte handelt, die in mehreren Stunden schrittweise erarbeitet werden sollen (z. B. Übersichten zur Systematisierung physikalischer Größen).
Bei **Vorschlägen für schriftliche Leistungskontrollen** werden dem Lehrer Aufgaben zur Auswahl angeboten. Dabei erfolgt für die schriftlichen Leistungskontrollen auch ein Vorschlag zur Bewertung der Aufgaben mit Punkten. Dadurch wird der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben näher charakterisiert.
Die in diesen Unterrichtshilfen verwendeten **Abkürzungen** haben folgende Bedeutung:

A = Anwendung
AT = Anschauungstafel
Bio = Biologie
Ch = Chemie
DE = Demonstrationsexperiment
Deu = Deutsch
E = Erstbehandlung, Einführung
ESP = Einführung in die sozialistische Produktion
Exp = Experiment
F = Film
Fo = Folie
Fst = Festigung
Ge = Geschichte
Geo = Geographie
HA = Hausaufgabe
K = Kontrolle
K-F = Kassettenfilm
LB = Lehrbuch
LBA = Lehrbuchabbildung
LD = Lehrerdemonstration
LK = Leistungskontrolle
LV = Lehrervortrag
Ma = Mathematik
Mot = Motivierung
Ph = Physik
Prob = Problemstellung
PSV = Physikalische Schulversuche
R = Lichtbildreihe
S = Systematisierung
SE = Schülerexperiment
SEG = Schülerexperimentiergerät
SSA = Selbständige Schülerarbeit
SV = Schülervortrag
SVG = Schülerstromversorgungsgerät
TB = Tafelbild
TBa = Tonband
Ü = Übungen
UG = Unterrichtsgespräch
W = Wiederholung
We = Werken
Z = Zusammenfassung
Ziel = Zielorientierung, Zielangabe

Stoffgebiet Kräfte, Arbeit und Leistung in der Mechanik 24 Stunden

Vorbemerkungen

Das Stoffgebiet ist in 5 Stoffeinheiten gegliedert:
- Kräfte
- Rollen, Flaschenzug, geneigte Ebene
- Hebel
- Mechanische Arbeit
- Mechanische Leistung.

Schwerpunkte des Stoffgebiets sind das Erarbeiten und Anwenden der Gesetze, die für Kräfte und für Wege bei Rollen und beim Flaschenzug gelten, der Goldenen Regel der Mechanik und des Hebelgesetzes sowie der physikalischen Größen mechanische Arbeit und mechanische Leistung. Das Wissen der Schüler aus Klasse 6 über die physikalische Größe Kraft wird erweitert und vertieft.
Bei der Einführung der physikalischen Größen werden die folgenden methodischen Schritte vollzogen: Physikalische Bedeutung der Größe, Formelzeichen, Definitionsgleichung (bei abgeleiteten Größen) und Gültigkeitsbedingung, Einheit.
Die Schüler prägen sich die Gleichungen $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$, $W = F \cdot s$ und $P = \frac{W}{t}$ sowie deren Gültigkeitsbedingungen ein, interpretieren diese Gleichungen und wenden sie beim Lösen qualitativer und quantitativer Aufgaben an.
Die Schüler gewinnen weitere Einsichten darüber, wie physikalische Größen definiert und wie physikalische Gesetze mit Hilfe von Experimenten erkannt und in Worten sowie durch Gleichungen ausgedrückt werden. Beim Messen physikalischer Größen erkennen die Schüler, daß jede Messung mit Fehlern behaftet ist, die klein gehalten, jedoch nicht vermieden werden können.
Die Arbeit mit dem Experiment trägt dazu bei, die Überzeugung der Schüler zu vertiefen, daß die Gesetze, die den physikalischen Erscheinungen zugrunde liegen, vom Menschen erkannt, zum Erklären und Vorhersagen des Verlaufs von Vorgängen sowie zum Berechnen von physikalischen Größen angewendet werden können.
Die Schüler erlangen weitere Einsichten in den Zusammenhang von Physik, Technik und praktischer Tätigkeit der Menschen. An Hand von Beispielen aus der Geschichte der Physik und aus der modernen Technik wird ihnen gezeigt, wie physikalische Erkenntnisse in der Praxis angewendet werden. Beispiele aus der produktiven Arbeit und aus dem Erfahrungsbereich der Schüler werden zur Motivierung der Erarbeitung physikalischen Wissens und auch für dessen Anwendung genutzt.
Bei der Anwendung physikalischer Gesetze auf Beispiele aus der Praxis wird der Auf-

bau technischer Geräte beschrieben und deren Wirkungsweise erklärt. Die Schüler werden befähigt, das Wirken physikalischer Gesetze in technischen Anwendungen auch selbst zu erkennen.
Das im Stoffgebiet von den Schülern zu erwerbende Wissen ist eine wesentliche Grundlage für die Erklärung technologischer Verfahren im ESP-Unterricht. Daher kommt der Koordinierung des Physikunterrichts mit dem ESP-Unterricht besondere Bedeutung zu.
Die didaktisch-methodische Arbeit wird im Stoffgebiet insbesondere auf die Vermittlung des folgenden grundlegenden Wissens und Könnens gerichtet, das auch Gegenstand der Leistungskontrollen sein soll:

- Physikalische Bedeutung, Formelzeichen und Einheiten der Größen Kraft, mechanische Arbeit und mechanische Leistung;
- Definitionsgleichungen der Größen mechanische Arbeit und mechanische Leistung sowie Gültigkeitsbedingungen für diese Gleichungen;
- Gesetze, die für kraftumformende Einrichtungen gelten, und deren Gültigkeitsbedingungen;
- Anwenden der Definitionsgleichungen der Größen und der für kraftumformende Einrichtungen geltenden Gesetze zum Erklären physikalischer Sachverhalte sowie zum Berechnen physikalischer Größen;
- Untersuchen von Abhängigkeiten zwischen physikalischen Größen an Hand der Definitionsgleichungen für mechanische Arbeit und mechanische Leistung sowie des Hebelgesetzes;
- Erläutern von Beispielen für erwünschte und unerwünschte Reibung sowie für die Veränderung von Reibungskräften;
- Umrechnen physikalischer Größen aus einer Einheit in eine andere Einheit.

Stoffeinheit Kräfte

5 Stunden

Vorbemerkungen

In dieser Stoffeinheit wird davon ausgegangen, daß die Menschen bei der Auseinandersetzung mit der Natur danach streben, ihre natürlichen Kräfte sinnvoll zu gebrauchen und mit Hilfe kraftumformender Einrichtungen zu vervielfachen. Bei der Einführung in die Stoffeinheit erfahren die Schüler, daß anfangs kraftumformende Einrichtungen ausschließlich auf der Grundlage von Erfahrungen entwickelt wurden, seit Archimedes jedoch neben den Erfahrungen auch physikalische Gesetze Ausgangspunkt für die Konstruktion kraftumformender Einrichtungen sind. Grundlage dafür ist, daß Vorgänge in der Natur nach Gesetzen ablaufen, die die Menschen erkennen und bei ihrer praktischen Tätigkeit nutzen können. Das Erkennen und Anwenden von Gesetzen wird als wichtiges Ziel des Physikunterrichts der Klasse 7 herausgestellt.
Die Arbeiten von Archimedes werden auch unter dem Aspekt gewürdigt, daß er auf der Grundlage erkannter Naturgesetze einfache kraftumformende Einrichtungen entwickelt hat, die u. a. für die Landesverteidigung genutzt wurden. An aktuellen Beispielen ist zu zeigen, daß einfache kraftumformende Einrichtungen auch in der modernen Technik genutzt werden. Dabei sind die Erfahrungen der Schüler (z. B. Werkzeuge aus dem Werkunterricht, Baumaschinen beim Wohnungsbau im Territorium) in den Unterricht einzubeziehen. Beispiele für die Kraftumformung aus der Geschichte von Physik und Technik sind zu nutzen, um die Schüler zu motivieren,

Wissen über die Größe Kraft zu reaktivieren und physikalische Gesetze zu erarbeiten, die für einfache kraftumformende Einrichtungen gelten.
In dieser Stoffeinheit wird wesentliches Wissen der Schüler über Kräfte aus Klasse 6 wiederholt und vertieft: Auftreten von Kräften bei gegenseitiger Einwirkung zweier Körper, Definition der Kraft, Wirkungen von Kräften, Gewichtskraft, Formelzeichen und Einheit der Kraft, Kraftmessung mit Federkraftmessern. Vertiefungen und Erweiterungen dieses Wissens erfolgen insbesondere dadurch, daß in Beispielen die Abhängigkeit der Wirkung der Kraft von Betrag, Richtung und Angriffspunkt erörtert wird. Kräfte werden mit Pfeilen (zur Kennzeichnung von Betrag, Angriffspunkt und Richtung) dargestellt, wobei jedoch eine maßstabgerechte Darstellung nicht vorgesehen ist.
Da es für die folgenden Stoffeinheiten wichtig ist, daß die Schüler aus der Masse von Körpern auf die Gewichtskraft schließen können, sind dazu intensive Übungen durchzuführen.
Das Schülerexperiment zum Messen von Gewichtskräften dient dazu, den Umgang mit dem Federkraftmesser zu üben. Die Schüler sollen feststellen, daß beim Gebrauch verschiedener Federkraftmesser Abweichungen bei der Messung der Gewichtskraft ein und desselben Körpers auftreten. Ursache für diese Abweichungen sind Fehler der Meßgeräte. Diese werden von den persönlichen Meßfehlern unterschieden. Fehler durch die Experimentieranordnung werden erst in der folgenden Stoffeinheit behandelt. Die Schüler erfahren, daß infolge der unvermeidbaren Abweichungen beim Messen, die als Meßfehler bezeichnet werden, alle Meßwerte Näherungswerte sind.
Bei der Behandlung der Reibung lernen die Schüler verschiedene Arten der Reibung kennen und kennzeichnen die Reibungskraft als bewegungshemmende Kraft. Sie gibt an, wie stark die Reibung ist. Das Wissen aus dem Werkunterricht über die Reibung (Reibradgetriebe, Bewegung von Wellen in Lagern) wird aufgegriffen und dadurch erweitert, daß die Schüler verschiedene Arten der Reibung unterscheiden, Vergleiche von Reibungskräften durchführen und die Abhängigkeit der Gleitreibungskraft von verschiedenen physikalischen Größen im Schülerexperiment untersuchen.
Ein Hinweis auf die Reibungszahlen erfolgt in der Art, daß durch diese Zahlen die Abhängigkeit der Reibungskraft vom Material ausgedrückt wird. Dieser Aspekt wird im ESP-Unterricht der Klasse 8 aufgegriffen und bei der Behandlung von Maschinenelementen vertieft. Auf den Vorteil kleiner Reibungskräfte (Räder, Lager) bzw. großer Reibungskräfte (Reibbeläge, Kupplungen) ist an Beispielen einzugehen. Quantitative Betrachtungen des Zusammenhangs von Reibungskraft, Gewichtskraft und Oberflächenbeschaffenheit sind nicht vorgesehen.
Um die in dieser Stoffeinheit bestehenden Möglichkeiten zur engen Verbindung des Physikunterrichts mit der produktiven Arbeit intensiv zu nutzen, sollen den Schülern Aufträge erteilt werden, Beispiele für erwünschte und unerwünschte Reibung sowie für Maßnahmen zur Verringerung und zur Vergrößerung von Reibungskräften im Betrieb zu erkunden und darüber im Physikunterricht zu berichten. Die Ergebnisse dieser Schüleraufträge sind auch erzieherisch (Pflege von Maschinen, achtsamer Umgang mit Schmiermitteln) auszuwerten.
Die Schülerexperimente sind auch für die Erziehung der Schüler zur Ordnung am Arbeitsplatz, zum pfleglichen Umgang mit den Geräten, zur gegenseitigen Unterstützung beim Durchführen der Experimente, zur Genauigkeit und Ehrlichkeit beim Messen zu nutzen. Insbesondere die Überprüfung der von den Schülern aufgestellten Vermutungen über die Abhängigkeit der Gleitreibungskräfte von physikalischen Größen, wobei zwischen Vermutungen und Ergebnis des Experiments vielfach Differenzen auftreten, ist erziehungswirksam zu gestalten. Die Schüler sollen Einsichten darüber vertiefen, daß das Experiment ein Mittel ist, an die Natur gestellte Fragen

zu beantworten, und daß man deshalb ohne Vorurteile gewissenhaft experimentieren muß. In der ersten Unterrichtsstunde erfolgen die notwendigen Belehrungen (Verhalten im Fachunterrichtsraum, Anforderungen an die Heftführung u. dgl.). Die Einhaltung der Festlegungen ist regelmäßig zu kontrollieren.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
1. **Die Bedeutung von Kräften für die Menschen** – Kräfte in der Technik – Historische Betrachtungen zur Mechanik, Würdigung von Archimedes – Hinweise auf Rollen, Flaschenzug, geneigte Ebene, Hebel als kraftumformende Einrichtungen – Belehrung der Schüler	Einfache kraftumformende Einrichtungen im Altertum (Ge 5)	Dias aus TR 75 „Gegenstand der Physik" und aus R 706 „Krane erleichtern die Arbeit" (We) Mitbringen von 2 Paar Rollschuhen (2. Std.) DE: Kraftumformende Einrichtungen Schüleraufträg zur 9. Stunde LB S. 5 bis 6
2. **Kräfte beim gegenseitigen Einwirken zweier Körper** – Angreifen von Kräften an zwei Körpern – Wirkungen der Kraft – Kraft als physikalische Größe – Umrechnen von Kräften	Auftreten von Kräften, Wirkungen der Kraft, Formelzeichen und Einheiten der Kraft und der Masse (Ph 6)	PSV 1/2 V 3.1.1., V 3.1.5., V 4.2.6. Zwei Paar Rollschuhe, Mauerziegel u. a. Körper bekannter Masse LB S. 7 bis 9
3. **Kraftmessung** – Messen und grafisches Darstellen von Kräften – Persönliche Fehler und Fehler der Meßgeräte bei Kraftmessungen	Federkraftmesser (Ph 6) Abweichungen (Fehler) beim Messen (z. B. Temperaturmessung) (Ph 6)	PSV 1/2 V 3.1.2. DE: Kraftmessung mit verschiedenen Federkraftmessern DE: Wirkung der Kraft in Abhängigkeit von Betrag, Richtung, Angriffspunkt SE: Messen von Gewichtskräften LB S. 9 bis 13
4. **Reibung (I)** – Reibung als bewegungshemmender Vorgang – Reibungskräfte, Reibungsarten – Erwünschte und unerwünschte Reibung	Lager, Kupplungen, Getriebe (We 4)	DE: Haft-, Gleit- und Rollreibung Schüleraufträg zur 9. Stunde LB S. 13 bis 15

5. Reibung (II) – Zusammenhang zwischen Gleitreibungskraft, Gewichtskraft, Oberflächenbeschaffenheit und Flächeninhalt der Reibungsflächen – Hinweis auf Abhängigkeit der Reibungskraft vom Stoff (Reibungszahlen) – Vergrößern und Verkleinern der Reibungskräfte		**SE:** Abhängigkeit der Gleitreibungskraft von physikalischen Größen **Kugellager** **Fo:** Scheibenkupplung (aus ESP) LB S. 15 bis 18

1. Stunde: Die Bedeutung von Kräften für die Menschen

Stundenziele

Die Schüler

- kennen Beispiele dafür, daß die Umformung von Kräften für die Menschen von Bedeutung war und ist;
- würdigen die Leistungen von Archimedes;
- unterscheiden Rollen, Flaschenzug, Hebel und geneigte Ebene als kraftumformende Einrichtungen und nennen Beispiele für deren Anwendung.

Die Schüler halten die Forderungen zum Verhalten im Fachraum, zum Umgang mit den Experimentiergeräten und zur Heftführung im gesamten Schuljahr ein.

Unterrichtsmittel

Dias aus TR 75 (Bild 2) und R 706 (Bilder 7 und 16)
Feste Rolle, Hebel, Flaschenzug, Geneigte Ebene } aus SEG Mechanik
Bild von Archimedes (aus Bildmappe „Wissenschaftler Physik")

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Kräfte in der Technik (Ziel) **5 min**	– Schildern des Einsatzes von Hilfsmitteln zum Erzeugen großer Kräfte (LV, UG) – Mitteilen des Begriffs kraftumformende Einrichtungen (LV; TB a) – Stellen des Ziels des Stoffgebiets, die bei kraftumformender Einrichtungen (SSA, LB S. 5/6, Dia 2 aus und anzuwenden (LV)
(2) Historische Betrachtungen zur Mechanik (Mot, E) **15 min**	– Erarbeiten historischer Fakten zur Entwicklung kraftumformender Einrichtungen (SSA, LB S. 5/6, Dias aus TR 75) – Würdigen der Arbeit von Archimedes (SV)

(3) Rollen, Flaschenzug, Hebel, geneigte Ebene (E) **10 min**	– Betrachten von Experimentiergeräten und Zuordnen der Begriffe Rolle, Flaschenzug, Hebel, geneigte Ebene (UG, TB b) – Nennen von Anwendungsbeispielen für Rolle, Flaschenzug, Hebel und geneigte Ebene in der Technik (LB S. 6, Nr. 3, SSA, Dias aus R 706, TB c) – HA: LB S. 6, Nr. 2 (langfristig zur 9. Stunde)
Die Menschen haben es schon frühzeitig verstanden, mit Hilfe einfacher kraftumformender Einrichtungen ihre eigenen Muskelkräfte umzuformen und zu vervielfachen. Auf der Grundlage ihrer Erfahrungen, später durch Anwendung erkannter Naturgesetze, entwickelten sie einfache kraftumformende Einrichtungen, die auch noch heute in der Technik genutzt werden.	
(4) Belehrung der Schüler **15 min**	– Mitteilen wichtiger gesetzlicher Bestimmungen für den Physikunterricht (LV) – Informieren über Verhalten im Fachraum (LV) – Erläutern von Anforderungen an die Heftführung (LV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Als Beispiele sind geeignet: Lösen von Radmuttern, Heben schwerer Teile auf Baustellen, Bewegen von Werkzeugen und Werkstücken bei Maschinen. Die Schüler sind aufzufordern, ihren Erfahrungsbereich stets zu analysieren und Beispiele auch an anderen Stellen des Physikunterrichts zu diskutieren.

(2) Den Schülern soll emotional wirksam die Realisierung des uralten Traums der Menschen, ihre Kräfte umzuformen und zu vervielfachen, nahegebracht werden. Dabei erfahren die Schüler, daß die Erfahrungen der Menschen und erkannte Naturgesetze Grundlagen für den Bau kraftumformender Einrichtungen waren. Die historischen Bezüge dienen zur Motivbildung für das gesamte Stoffgebiet.

Das Lehrbuch ist zu nutzen. Die Schüler sind vor dem Lesen des Lehrbuchabschnitts aufzufordern, so zu lesen, daß sie die Leistungen von Archimedes würdigen können.

Interessierten Schülern sollen Hinweise auf Literatur über Archimedes gegeben werden (z. B. Rezac, K: Abenteuer mit Archimedes. Der Kinderbuchverlag, Berlin 1964. Szava, J.: Der Gigant von Syrakus. Prisma-Verlag, Leipzig 1960.).

Verbindungen zwischen Unterricht und Berufswünschen der Schüler sowie Hinweise auf die neuen Fächer ESP und produktive Arbeit sollen die Einsicht der Schüler fördern, daß solides Wissen notwendige Voraussetzung für die spätere Bewährung im Beruf ist.

(3) Durch Verwenden von Experimentiergeräten aus dem SEG Mechanik werden die Schüler bereits mit den Teilen bekannt gemacht, die später für die Schülerexperimente benötigt werden. Beim Nennen von Anwendungsbeispielen für kraftumformende Einrichtungen sind die differenzierten Erfahrungen aller Schüler zu nutzen. Das Tafelbild (c) ist entsprechend den Schülerantworten zu gestalten.

(4) Grundlage für die Belehrung ist die „Anweisung Nr. 2/84 zum Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie Brandschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht und in der außerunterrichtlichen Arbeit auf dem Gebiet der Naturwissenschaften vom 1. Februar 1984". Die Belehrung ist im Klassenbuch aktenkundig zu machen.

Zwei Schüler sind zu beauftragen, in der folgenden Stunde Rollschuhe mitzubringen.

Tafelbild

Bild 1/1

a	
b	c

Kraftumformende Einrichtungen

Bezeichnung	*Anwendung*	
Rolle	*Umlenkrolle*	*Umformung von Kräften*
Flaschenzug	*Kran*	
Hebel	*Brechstange*	
Geneigte Ebene	*Auffahrrampe*	

2. Stunde: Kräfte beim gegenseitigen Einwirken zweier Körper

Stundenziele

Die Schüler

- wissen, daß Kräfte an Körpern angreifen;
- sind in der Lage, an Beispielen Kraft und entgegengesetzt gerichtete Kraft zu beschreiben;
- kennen Formelzeichen und Einheit der Kraft;
- haben Vorstellungen über die Einheit 1 N;
- kennen einige in der Praxis auftretende Kräfte und deren Wirkungen;
- können Kräfte aus einer Einheit in eine andere Einheit umrechnen.

Die Schüler erkennen, daß das richtige Einschätzen wirkender Kräfte wichtig ist, um Schäden zu vermeiden.

Unterrichtsmittel

2 Paar Rollschuhe oder Federstoßeinrichtung mit 2 Wagen oder PSV 1/2 V 3.1.5. PSV 1/2 V 3.1.1.
Hakenkörper 100 g aus dem SEG Mechanik
Mauerziegel u. a. Körper mit bekannter Masse
PSV 1/2 V 4.2.6. (ohne Tachometer)
Federkraftmesser Fo bzw. AT: Größen und Einheiten

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Angreifen von Kräften an zwei Körpern (Prob, W, A) **10 min**	– Durchführen von drei Experimenten, Beobachten und Beschreiben der Vorgänge (DE, SSA) – Problemstellen: Wie kann man die beobachteten Vorgänge erklären? – Bewußtmachen, daß beim Auftreten von Kräften zwei Körper aufeinander einwirken und daß die Stärke dieser Einwirkung durch die Kräfte erfaßt wird (LV) – Herausarbeiten, daß durch die Größe Kraft gekennzeichnet wird, wie stark ein Körper auf einen anderen Körper einwirkt (LV, TB a)
Kräfte treten auf, wenn zwei Körper gegenseitig aufeinander einwirken. Die beiden Kräfte haben entgegengesetzte Richtungen. Oft betrachtet man nur eine der beiden Kräfte. Die Kraft gibt an, wie stark ein Körper auf einen anderen Körper einwirkt.	
(2) Wirkungen der Kraft (W, E) **10 min**	– Unterscheiden von Änderung der Form und Änderung der Bewegung von Körpern (DE, UG, TB b) – Rückführen von Änderungen der Form und der Bewegung von Körpern auf eine angreifende Kraft (DE, UG, LB S. 7) – Beschreiben weiterer Beispiele für Wirkungen von Kräften (LB S. 9, Nr. 1, SSA)
Durch Kräfte können die Form und die Bewegung von Körpern geändert werden.	
(3) Kraft als physikalische Größe (W, E) **15 min**	– Wiederholen von Formelzeichen und Einheiten der Kraft und der Masse (TB c, UG) – Reaktivieren von Wissen über die Gewichtskraft (LB S. 8, TB d, SSA) – Sichern der Größenvorstellungen für 1 N (LB S. 9, DE, SSA) – Bestimmen der Gewichtskräfte und Hubkräfte für Körper bekannter Masse (SSA, LB S. 9, Nr. 3) – Verallgemeinern von Merkmalen physikalischer Größen (LV, UG)
Die physikalische Größe Kraft hat das Formelzeichen F und die Einheit ein Newton (1 N). 1 N ist annähernd so groß wie die Kraft, mit der ein Körper mit einer Masse von 100 g von der Erde angezogen wird. Physikalische Größen werden durch Zahlenwert und Einheit angegeben.	
(4) Umrechnen von Kräften **10 min**	– Kennenlernen und Vergleichen von Kräften in Natur und Technik (LB S. 12, SSA) – Umrechnen von Kräften bei Änderung der Krafteinheit (SSA) – HA: LB S. 9, Nr. 2, 4

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) In dieser Stunde wird Wissen der Schüler aus Klasse 6 reaktiviert. Möglichkeiten, leistungsschwache Schüler in den Unterricht einzubeziehen und zu aktiver Mitarbeit anzuregen, sind intensiv zu nutzen. Es sollen folgende Experimente durchgeführt werden:

a) 2 Schüler auf Rollschuhen stoßen sich in der Hocke (!) voneinander ab.

b) 1 Schüler stößt sich in der Hocke von der Wand ab.

c) 1 Schüler führt in der Hocke die Abstoßbewegung „gegen Luft" aus.

Diese Experimente können durch Experimente mit der Federstoßeinrichtung ersetzt oder gemäß PSV 1/2 V 3.1.5. durchgeführt werden.

Auf die gleichen Beträge der entgegengesetzt gerichteten Kräfte wird nicht eingegangen.

Das Eingrenzen auf die Betrachtung nur einer Kraft kann am Beispiel von Wind- oder Wasserkraft erläutert werden.

(2) Die Experimente sind so auszuwählen, daß Körper verformt und ihre Geschwindigkeiten (Betrag, Richtung) geändert werden. Die Experimente aus PSV 1/2 können vereinfacht werden. Beim Beschreiben der Wirkungen von Kräften können auch Begriffe für die verschiedenen Kraftarten (Zugkraft, Bremskraft, Druckkraft u. dgl.) verwendet werden.

(3) Die Angabe der Gewichtskraft und der Hubkraft bei bekannter Masse der Körper ist intensiv zu üben, da diese Tätigkeit von den Schülern im weiteren Unterricht häufig gefordert wird. Die Schüler sind darauf hinzuweisen, daß durch einen Index Kräfte voneinander unterschieden werden können.

(4) An Beispielen ist den Schülern die Notwendigkeit zu erläutern, Kräfte richtig einzuschätzen.

Tafelbild

Bild 2/1

a
b
c
d

Kräfte

Die Kraft gibt an, wie stark ein Körper auf einen anderen Körper einwirkt.

Wirkungen einer Kraft: Änderung der Form und der Bewegung von Körpern

Formelzeichen: F

Einheit: 1 N (ein Newton)
1 000 N = 1 kN
1 000 000 N = 1 MN

Gewichtskraft F_G
m = 100 g ⟶ F_G = 1 N
m = 1 kg ⟶ F_G = 10 N

3. Stunde: Kraftmessung

Stundenziele

Die Schüler

- können mit Kraftmessern umgehen sowie persönliche Fehler und Fehler der Meßgeräte bei Kraftmessungen unterscheiden:
- können den Einfluß von Angriffspunkt, Betrag und Richtung einer Kraft an Beispielen erläutern:
- können Kräfte mit Pfeilen und dabei Angriffspunkt sowie Richtung der Kräfte darstellen.

Die Schüler werden zum genauen Messen und zum sorgfältigen Umgang mit Meßgeräten angehalten.

Unterrichtsmittel

Kraftmesser und Satz Hakenkörper aus SEG Mechanik für SE
Federkraftmesser aus „Satz Zug- und Druckkraftmesser" mit verschiedenen Meßbereichen
Plaststreifen oder Blattfeder aus „Satz zur Demonstration mechanischer Schwingungen" mit verschiedenen Befestigungen für Federkraftmesser
Vertikalmaßstab PSV 1/2 V 3.1.2.
Satz haft- und ausziehbare Pfeile

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Erläutern des Auftretens von Kräften und Vergleichen von Kräften (W) **10 min**	– Kontrollieren der HA – Vergleichen von Kräften (LB S. 13, Nr. 2, SSA)
(2) Messen von Kräften (W, Ü) **25 min**	– Problemstellen: Warum müssen die Gewichtskräfte schwerer Teile beim Wohnungsbau bekannt sein? Wie werden Kräfte gemessen? – Erläutern des Aufbaus des Federkraftmessers aus dem SEG und aus dem Satz Zug- und Druckkraftmesser (LB S. 9/10, SSA, TB a) – Herausarbeiten der Eigenschaft der Schraubenfeder, die zum Messen genutzt wird (UG) – Demonstrieren der Nulleinstellung der Kraftmesser (DE) – Demonstrieren von Kraftmessungen mit Federkraftmessern verschiedener Meßbereiche (DE) – Schätzen und Messen von Gewichtskräften (LB S. 10, SE) – Unterscheiden von persönlichen Fehlern und Fehlern der Meßgeräte bei Kraftmessungen (TB b, LB S. 10, DE, SSA)
Messungen der Kraft werden mit Federkraftmessern durchgeführt. Dabei treten persönliche Fehler und Fehler der Meßgeräte auf. Meßwerte sind Näherungswerte.	

(3) Grafisches Darstellen von Kräften (E) 10 min	– Demonstrieren der Abhängigkeit der Wirkung einer Kraft von Betrag, Richtung und Angriffspunkt (DE) – Erläutern der Begriffe Betrag, Richtung, Angriffspunkt der Kraft (LV) – Grafisches Darstellen von Kräften (UG, TB c) – HA: LB S. 52, Nr. 1; S. 11, Nr. 3
Die Wirkung einer Kraft hängt von ihrem Betrag, ihrer Richtung und ihrem Angriffspunkt ab. Kräfte werden grafisch mit Pfeilen dargestellt. Der Pfeil bringt Betrag, Richtung und Angriffspunkt der Kraft zum Ausdruck.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Beim Vortragen von Beispielen können in Tafelskizzen Kräfte mit Pfeilen dargestellt werden. Dabei sind die Richtungen und Angriffspunkte der Kräfte zu beachten.
(2) Bei diesem SE üben die Schüler den Umgang mit dem Federkraftmesser. Die Nulleinstellung am Federkraftmesser ist zu erläutern.
Die Fehler der Meßgeräte erkennen die Schüler, wenn die Federkraftmesser von Schülergruppe zu Schülergruppe weitergegeben werden und die Gewichtskraft des gleichen Hakenkörpers mit verschiedenen Meßgeräten ermittelt wird.
Die Schüler sind darauf hinzuweisen, daß alle Meßgeräte Abweichungen (Fehler) haben. Deshalb werden die Größen mit unterschiedlicher Genauigkeit gemessen. An die Kenntnisse der Schüler über die Temperaturmessung aus Klasse 6 ist anzuknüpfen und herauszuarbeiten, daß Meßwerte Näherungswerte sind. Das ist normal und darf nicht abwertend betrachtet werden. An Beispielen für die Auswahl eines geeigneten oder ungeeigneten Federkraftmessers ist zu zeigen, daß die Abweichungen beim Messen klein gehalten werden können.

Vorschlag für das Schülerprotokoll:

1. Gewichtskraft eines Hakenkörpers

Nr. des Federkraftmessers	1	2	3	4	5
Gewichtskraft					

2. Gewichtskräfte von Körpern

Körper	Gewichtskraft	
	geschätzt	gemessen
1		
2		
3		

(3) Zweckmäßig ist, den Anfang des Pfeils in den Angriffspunkt der Kraft am Körper zu legen. An einem Beispiel ist den Schülern zu erläutern, daß der Angriffspunkt der Kraft an verschiedenen Stellen des Körpers gezeichnet werden kann. Insgesamt ist der Angriffspunkt beim Darstellen und Diskutieren von Kräften kein Schwerpunkt des Unterrichts.

Tafelbild

Bild 3/1

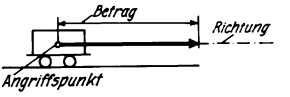
a
b
c

Kraftmessung

Meßgerät: Federkraftmesser

Meßfehler: - persönliche Fehler
- Fehler des Meßgerätes

Darstellung von Kräften:



4. Stunde: Reibung (I)

Stundenziele

Die Schüler

- kennen die Reibung als bewegungshemmenden Vorgang;
- unterscheiden Gleit-, Roll- und Haftreibung;
- können bei verschiedenen Reibungsarten auftretende Reibungskräfte vergleichen.

Unterrichtsmittel

Kleiner Wagen
Satz Hakenkörper
Federkraftmesser

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Reibung als bewegungshemmender Vorgang (Mot, E) **10 min**	– Kontrollieren der HA – Problemstellen: Bei einem Kfz läuft Öl aus. Es bildet sich eine Ölspur. Wie muß sich ein Kraftfahrer verhalten? Begründe! – Schildern des Verhaltens des Kraftfahrers (SV) – Einführen des Begriffs Reibung (LV) – Erkennen der Ursachen der Reibung (LB S. 14/15, SSA) – Unterscheiden der Reibung als bewegungshemmender Vorgang und der Reibungskraft, die angibt, wie stark die Reibung ist (LV, TB a)
Die Reibung ist ein bewegungshemmender Vorgang. Die Reibungskraft F_R gibt an, wie stark die Reibung ist. Sie ist der Bewegungsrichtung des Körpers entgegengerichtet.	

(2) Reibungsarten (E, S) **15 min**	– Unterscheiden von Reibungsarten (DE, LB S. 14, SSA) – Systematisieren von Beispielen für Haft-, Gleit- und Rollreibung (LB S. 15, Nr. 1; S. 52, Nr. 4, SSA, TB b)
(3) Vergleichen von Reibungskräften (E) **10 min**	– Beschreiben des Meßprinzips für Reibungskräfte (UG, LB S. 14) – Messen und Vergleichen der Reibungskräfte (DE, SSA, TB c)
Haftreibungskraft > Gleitreibungskraft > Rollreibungskraft	
(4) Erwünschte und unerwünschte Reibung (W, A, E) **10 min**	– Erläutern an Beispielen, daß Reibung sowohl erwünscht als auch unerwünscht sein kann (LB S. 16/17, SSA) – HA: LB S. 52, Nr. 6 (langfristig zur 9. Std.); Vorbereiten der Meßwerttabelle für SE in folgender Stunde (LB S. 16)
Die Reibung ist in der Praxis sowohl erwünscht als auch unerwünscht.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Für die Sicherheit im Straßenverkehr notwendiges Verhalten bei Ölspuren ist für die Erziehung der Schüler zu nutzen.
(2) Die Schüler sind aufzufordern, zur Systematisierung Beispiele aus ihrem Erfahrungsbereich und aus dem Werkunterricht zu verwenden. Geachtet werden muß auf genaue Angaben, zwischen welchen Flächen Reibung auftritt. Die Haftreibung ist als wichtiger Vorgang in Natur und Technik zu erwähnen.
(3) Es muß erläutert werden, daß im Experiment jeweils eine Zugkraft gemessen wird und daß die Reibungskraft am gleichen Körper angreift, den gleichen Betrag, aber entgegengesetzte Richtung wie die Zugkraft hat.
Die Meßwerte werden nicht protokolliert, sondern kurzzeitig von den Schülern gemerkt und dann verglichen. Gut geeignet für das DE ist der Wagen aus dem SEG, den man rollend und gleitend (Räder blockiert) einsetzen kann. Das Experiment ist so durchzuführen, daß bei Rollreibung eine Kraft tatsächlich gemessen wird und bei den Schülern nicht die falsche Annahme entsteht, bei Rollreibung sei die Reibungskraft gleich Null.

Tafelbild

Bild 4/1

a
b
c

Reibung

Reibung - bewegungshemmender Vorgang
Reibungskraft gibt an, wie stark die Reibung ist.

Haftreibung	*Gleitreibung*	*Rollreibung*
Knoten	*Schlittschuhläufer*	*rollendes Rad*

Haftreibungskraft > Gleitreibungskraft > Rollreibungskraft

5. Stunde: Reibung (II)

Stundenziele

Die Schüler

- wissen, wovon die Gleitreibungskraft abhängig und wovon sie unabhängig ist;
- können Beispiele für erwünschte und unerwünschte Reibung in der Praxis erläutern;
- kennen die Möglichkeiten zum Verringern und Vergrößern der Reibungskräfte.

Die Erziehung der Schüler zum genauen und ehrlichen Arbeiten beim Experimentieren wird fortgeführt.

Unterrichtsmittel

Geräte für SE (LB S. 15/16) Kugellager
Folie: Scheibenkupplung (aus ESP)

Stundenverlauf

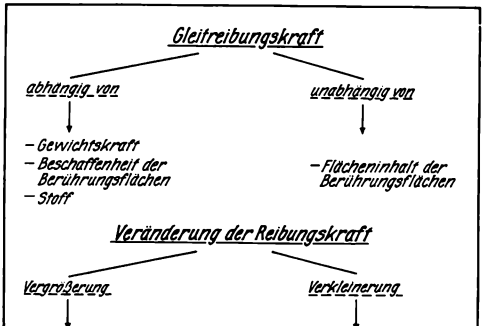
Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Zusammenhang zwischen Gleitreibungskraft, Gewichtskraft, Beschaffenheit und Flächeninhalt der Berührungsflächen der Körper (E) **80 min**	– Vermuten der Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit der Gleitreibungskraft von physikalischen Größen (SSA, TB a) – Aufbauen der Experimentieranordnung, Prüfen der Vermutungen (LB S. 15/16, SE) – Nennen der Fehler (UG) – Zusammenstellen der Ergebnisse des SE (UG, TB a) – Hinweisen auf Experimente als Mittel zur Überprüfung von Vermutungen (LV) – Anwenden der Erkenntnisse (LB S. 52, Nr. 5; S. 17, Nr. 1, 2; SSA)
Die Gleitreibungskraft hängt von der Gewichtskraft des gleitenden Körpers und von der Beschaffenheit der Berührungsflächen beider Körper, aber nicht von deren Flächeninhalt ab.	
(2) Abhängigkeit der Reibungskraft vom Stoff (E) **5 min**	– Erarbeiten der Abhängigkeit der Gleitreibungskraft vom Stoff (SSA, LB S. 16, TB a)
Die Abhängigkeit der Gleitreibungskraft vom Stoff wird durch Reibungszahlen ausgedrückt.	
(3) Veränderung von Reibungskräften (W, E) **10 min**	– Systematisieren von Beispielen für erwünschte und unerwünschte Reibung (LB S. 18, SSA) – Erläutern von Möglichkeiten für die Veränderung von Reibungskräften (LB S. 16/17, UG, TB b, DE, Fo) – Hinweisen auf Erwärmung durch Reibung (LB S. 52, Nr. 9, UG) – Hinweisen auf Kurzkontrolle in 6. Std. (LV)
Die Reibungskräfte werden verkleinert durch Glätten der Oberflächen (Polieren, Schmiermittel) und durch Ersetzen der Gleitreibung durch Rollreibung (Kugellager). Reibungskräfte werden vergrößert durch das Aufrauhen von Oberflächen (Streuen, Reibbeläge in Getrieben).	

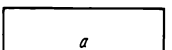
Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Die Vermutungen sollen die Schüler in je-desto-Form formulieren und in Kurzform in die vorbereitete Meßwerttabelle eintragen.
Das SE dient der Prüfung der Vermutungen. Die Messungen sind für jedes Teilexperiment erst nach entsprechenden Demonstrationen durch den Lehrer auszuführen. Es ist zweckmäßig, daß die Schüler den Holzkörper mit auf der Tischplatte aufgelegtem Handrücken ziehen. Die Schüler sind vor dem Experiment darauf hinzuweisen, ohne Voreingenommenheit die Meßwerte zu ermitteln. Es gibt im allgemeinen Schüler, die hinsichtlich der Abhängigkeit der Reibungskraft vom Flächeninhalt der Berührungsflächen eine falsche Vermutung äußern. Die Verneinung der Vermutung bei der Durchführung des Experiments ist sowohl für die weltanschauliche Erziehung (Experiment zur Überprüfung von Fragen an die Natur) als auch für die Charaktererziehung (Genauigkeit und Ehrlichkeit bei der Erfassung von Meßwerten im Experiment) der Schüler zu nutzen.
(2) Der Zusammenhang von Gewichtskraft, Reibungskraft und Reibungszahl wird nur an einem Beispiel erläutert. Die entsprechende Gleichung wird nicht eingeführt. Im ESP-Unterricht Klasse 8 werden mit Reibungszahlen quantitative Betrachtungen durchgeführt.
(3) Die Bedeutung des Übergangs von der Gleit- zur Rollreibung ist am Beispiel des Rades und des Kugellagers herauszuarbeiten. Für die Erziehung der Schüler sind ihre Erfahrungen über das Abschmieren von Maschinen, die Verwendung von Kühlmitteln beim Bohren und die Pflege von Werkzeugen zu nutzen.

Tafelbild

Bild 5/1





Stoffeinheit Rollen, Flaschenzug, geneigte Ebene — 6 Stunden

Vorbemerkungen

Im Mittelpunkt dieser Stoffeinheit steht die Erarbeitung und Anwendung der Goldenen Regel der Mechanik. Sie wird von den Schülern durch Verallgemeinerung der Gesetze erkannt, die für die Kräfte bzw. für die Wege bei Rollen und beim Flaschenzug gelten. Diese Gesetze werden experimentell erarbeitet. Aus der Goldenen Regel der Mechanik werden Folgerungen für die geneigte Ebene abgeleitet und experimentell überprüft. Zur Erarbeitung der Goldenen Regel der Mechanik ist es notwendig, die kraftumformenden Einrichtungen so zu betrachten, daß mit ihnen mechanische Arbeit (z. B. beim Heben von Körpern) verrichtet wird. Der Begriff mechanische Arbeit wird an dieser Stelle jedoch noch nicht verwendet. In der Stoffeinheit Mechanische Arbeit wird auch auf die Hubarbeit mit Hilfe kraftumformender Einrichtungen eingegangen.

Der beschriebenen Betrachtungsweise wird gegenüber Gleichgewichtsbetrachtungen der Vorzug gegeben, weil sie den Erfahrungen der Schüler über die Anwendung kraftumformender Einrichtungen besser entspricht. Das Gleichgewicht an kraftumformenden Einrichtungen ist in der folgenden Stoffeinheit Hebel Gegenstand des Unterrichts. Dort kann auch als Anwendung des Hebelgesetzes ein Rückblick auf die feste Rolle und die lose Rolle als „spezielle" Hebel erfolgen.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß es möglich ist, bei der Behandlung der kraftumformenden Einrichtungen vom Hebel auszugehen und daran die feste und die lose Rolle anzuschließen. Diesem Weg wird hier nicht gefolgt. Er entspricht nicht der methodischen Konzeption des Lehrplans und hat für die schrittweise Entwicklung der Fähigkeiten der Schüler zur Arbeit mit dem Experiment Nachteile.

Zunächst werden bei der festen Rolle, bei der losen Rolle und beim Flaschenzug die Gesetze im Experiment erarbeitet, die für die wirkenden Kräfte (Hubkraft und Zugkraft) bzw. für die Wege (Hubweg und Zugweg) gelten. Dabei müssen nur jeweils zwei Größen gemessen und miteinander verglichen werden.

Bei den Experimenten sind Körper bekannter Masse (auf die Hubkraft wird geschlossen) zu heben und die dafür notwendigen Zugkräfte mit Federkraftmessern zu messen.

Nach der Verallgemeinerung der erarbeiteten Gesetze zur Goldenen Regel der Mechanik und der Anwendung dieser Regel zum Berechnen von Zugkräften an der geneigten Ebene erfolgt die Überprüfung der berechneten Kräfte in einem Experiment. In diesem Experiment sind vier Größen zu messen. Für diese vier Größen wird keine Gleichung erarbeitet. Diese anspruchsvolle Tätigkeit führen die Schüler erst in der folgenden Stoffeinheit am Beispiel des Hebelgesetzes durch.

Indem an der geneigten Ebene Zugkräfte überprüft werden, die durch Anwendung der Goldenen Regel der Mechanik berechnet worden sind, wird bei den Schülern die weltanschauliche Einsicht vertieft, daß mit Hilfe von Gesetzen physikalische Größen, die den Verlauf von Vorgängen charakterisieren, bestimmt werden können. Diese Einsicht vertieft, daß mit Hilfe von Gesetzen physikalische Größen, die den Verlauf von Vorgängen charakterisieren, bestimmt werden können. Diese Einsicht ist ein wesentlicher Bestandteil der weltanschaulichen Erziehung der Schüler.

einprägsamen Formulierung dieser Regel, die sich die Schüler dauerhaft aneignen und sicher anwenden können, der Vorzug gegeben, selbst wenn eine nicht korrekte Gegenüberstellung der Größen Kraft und Weg erfolgt. Je nach Klassensituation soll der Lehrer entscheiden, ob die Schüler auf dieses Problem aufmerksam gemacht werden.

Die Formulierung der in dieser Stoffeinheit zu erarbeitenden Gesetze erfolgt in erster Linie in Worten. Die entsprechenden Gleichungen werden erst dann eingeführt, wenn sich die Schüler die Wortformulierungen der Gesetze eingeprägt haben. So ist es mög-

lich, dem formalen Einprägen der Gleichungen zu begegnen und die Schüler zu der Einsicht zu führen, daß die Mathematik eine rationelle Darstellung und Anwendung von Gesetzen ermöglicht.

Bei den Kraftmessungen an Rollen und an Flaschenzügen werden die Kenntnisse der Schüler über Meßfehler erweitert. Die Schüler lernen Beispiele dafür kennen, daß die Experimentieranordnung (infolge von Reibungskräften sowie von Gewichtskräften der losen Rolle bzw. der losen Flasche) die Meßergebnisse beeinflußt. Bei Erörterung der Fehler durch die Experimentieranordnung wird ein erstes Verständnis der Schüler dafür angebahnt, daß die Gesetze für die Kräfte bei der losen Rolle und beim Flaschenzug für masselose Rollen und Flaschen und bei Reibungsfreiheit gelten. Die Schüler sollen allmählich zu der Einsicht geführt werden, daß die Gesetze der kraftumformenden Einrichtungen praktischen Anforderungen genügen, obwohl diese Gesetze nur für idealisierte Bedingungen formuliert sind.

Über den Einfluß der losen Rolle (bzw. der losen Flasche) auf das Ergebnis des Experiments sind zwei verschiedene Betrachtungsweisen möglich:

1. Die Gewichtskraft der losen Rolle wird als Fehler durch die Experimentieranordnung betrachtet.
2. Die zum Heben der losen Rolle aufzuwendende Hubkraft wird in die Betrachtung der Kräfte einbezogen.

Im Lehrbuch wird die erste Betrachtungsweise angewendet. Es kann mit den Schülern auch die zweite Betrachtungsweise erörtert werden.

In der Stoffeinheit werden verschiedene technische Geräte behandelt. Dabei ist — in Übereinstimmung mit dem Deutschunterricht — bei der Beschreibung des Aufbaus und der Erklärung der Wirkungsweise folgende Systematik einzuhalten:

Bezeichnung und Verwendung des Geräts,
angewandtes physikalisches Gesetz,
Aufbau und Wirkungsweise des Geräts.

Die Wirkungsweise ist mit Hilfe des im technischen Gerät angewandten physikalischen Gesetzes zu erklären. Auf diese Systematik sind die Schüler an Hand des Lehrbuchs hinzuweisen. Im Verlaufe des Physikunterrichts ist bei der Behandlung technischer Geräte immer wieder entsprechend dieser Systematik zu verfahren, damit die Schüler durch Übung Fertigkeiten im Beschreiben des Aufbaus und im Erklären der Wirkungsweise technischer Geräte erwerben.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
6. Feste Rolle – Kurzkontrolle – Reibungsverminderung – Änderung der Kraftrichtung – Hub- und Zugkraft		PSV 1/2 V 3.4.6. DE:Feste und lose Rolle LB S. 19 bis 20
7. Lose Rolle und Flaschenzug – Kräfte an der losen Rolle – Kräfte am Flaschenzug		PSV 1/2 V 3.4.10. DE: Feste Rolle DE: Lose Rolle (Fehler durch die Experimentieranordnung, Kraftrichtung, Seilführung, Verteilen der Kraft auf 2 Seilstücke) SE: Kräfte bei der losen Rolle DE: Flaschenzug LB S. 21 bis 23
8. Wege bei Rollen und beim Flaschenzug – Wege bei der festen Rolle – Wege bei der losen Rolle – Wege beim Flaschenzug		PSV 1/2 V 3.4.7. V 3.4.10. DE: Wege bei fester Rolle und beim Flaschenzug SE: Wege bei der losen Rolle LB S. 23 bis 25
9. Goldene Regel der Mechanik – Systematisierung der Gesetze für Kräfte bzw. für Wege bei Rollen und beim Flaschenzug – Verallgemeinerung zur Goldenen Regel – Vorbereitung SE gemäß LB S. 27/28	Proportionalität, umgekehrte Proportionalität, Rechnen mit sinnvoller Genauigkeit (Ma 6)	Schüleraufträge von 1. und 4. Stunde PSV 1/2 V 3.4.7., V 3.4.10 DE: Kräfte und Wege bei Rollen und beim Flaschenzug DE: Demonstrieren geneigter Ebenen Fo: Rollen und Flaschenzug (Bild 9/3) LB S. 25 bis 28
10. Geneigte Ebene – Geneigte Ebene als kraftumformende Einrichtung – Messung der Zugkräfte an geneigter Ebene – Anwendungen der geneigten Ebene	Beschreibung technischer Geräte (Deu 7)	PSV 1/2 V 3.4.21. SE: Goldene Regel bei geneigter Ebene LB S. 26 bis 30
11. Schriftliche Leistungskontrolle		

6. Stunde: Feste Rolle

Stundenziele

Die Schüler
- kennen die Funktion der festen Rolle als Mittel zur Verringerung von Reibungskräften und zur Änderung der Kraftrichtung;
- können Hub- und Zugkräfte bei festen Rollen vergleichen.

Unterrichtsmittel

Feste und lose Rolle
Handelswägestücke, Hakenkörper
Federkraftmesser
PSV 1/2 V 3.4.6.

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Kurzkontrolle **15 min**	
(2) Feste und lose Rolle (E) **15 min**	– Motivieren (LB S. 19, SSA, TB a) – Unterscheiden von fester und loser Rolle (LB S. 19, SSA, DE, TB b) – Demonstrieren der Verminderung von Reibungskräften und der Änderung der Kraftrichtung beim Einsatz einer festen Rolle (DE, TB c)
Mit festen Rollen werden Reibungskräfte verringert und die Richtung von Kräften geändert.	
(3) Kräfte an der festen Rolle (E) **15 min**	– Unterscheiden von Hub- und Zugkraft bei Rollen (LV, TB b) – Äußern von Vermutungen beim Vergleich von Hubkraft und Zugkraft bei festen Rollen (UG) – Prüfen der Vermutungen (DE, UG, TB d) – Erläutern von Anwendungen fester Rollen (SSA) – HA: LB S. 21, Nr. 1 bis 4
Beim Heben von Körpern mit festen Rollen ist die Zugkraft so groß wie die Hubkraft. Hub- und Zugkraft haben verschiedene Richtungen.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) In der Leistungskontrolle werden Kenntnisse über Kräfte und über die Reibung überprüft. Aus jeder Aufgabengruppe soll eine Aufgabe gewählt werden.

Gruppe I:
1. Was versteht man unter der physikalischen Größe Kraft?
2. Nenne je ein Beispiel a) für die Änderung der Form und b) für die Änderung der Bewegung von Körpern durch Kräfte!
3. Welche Hubkräfte (in N) sind erforderlich, um Körper zu heben, deren Massen a) 200 g, b) 1,5 kg und c) 2 t betragen?

(3) Rückgabe der Kurzkontrolle **10 min**	– Hinweisen auf besonders positive Ergebnisse (bei Schülern und bei Aufgaben) (LV) – Erörtern von zwei gehäuft aufgetretenen Fehlern (LV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Bei der Kontrolle der HA wird ein DE zur festen Rolle wiederholt.
Ziel des SE ist die Erarbeitung des Gesetzes über Kräfte bei der losen Rolle. Für das Experimentieren ist es zweckmäßig, wenn auf die Schere zur Rolle verzichtet und dafür durch die Bohrung der Rolle eine Schlinge gelegt wird. Durch diese Schlinge wird das Seil gezogen. Kippt die Rolle vom Seil, dann bleibt sie in der Schlinge hängen und fällt nicht herab. In die Schlinge werden die Hakenkörper eingehängt.
Durch die Verwendung der Schlinge anstelle der Schere aus Metall wird der Fehler durch die Experimentieranordnung klein, er wird von vielen Schülern gar nicht bemerkt. Deshalb soll dieser Fehler auch durch ein DE verdeutlicht werden. Es ist auch ein DE mit einer schlecht geschmierten festen Rolle zweckmäßig. Das Messen der Kräfte im SE wird schrittweise durchgeführt und jeder Meßwert an der Tafel protokolliert.
Auf die Bedingung „parallele Seilführung" für die Gültigkeit des Gesetzes für die Kraft bei der losen Rolle sind die Schüler unbedingt hinzuweisen.
(2) Während bei der losen Rolle das experimentell ermittelte Verhältnis von Hub- und Zugkräften anschließend begründet wird, ist beim Flaschenzug die Verteilung der Hubkraft auf vier tragende Seilstücke zu nutzen, um die notwendige Zugkraft bei gegebener Hubkraft vorherzusagen.
Das Zeichnen von Flaschenzügen sollen die Schüler nicht durchführen. Die Seilführung kann mit Hilfe von Abbildungen im Lehrbuch und an einer Experimentieranordnung beschrieben werden. Aus Gründen der Faßlichkeit wird nur der Faktorenflaschenzug behandelt.
(3) Bei Rückgabe der Leistungskontrolle sind Möglichkeiten zum individuellen Eingehen auf Schüler (Bezugnahme bei Erörterung besonders positiver Lösungen, Diskutieren von Fehlern, differenzierte Hilfe) zu nutzen.

Tafelbild

Siehe Bild 6/1
(Fortsetzung von 6. Stunde)

8. Stunde: Wege bei Rollen und beim Flaschenzug

Stundenziele

Die Schüler
– kennen die Gesetze für die Wege bei der festen Rolle, bei der losen Rolle und beim Flaschenzug.
Die Fähigkeit der Schüler im Experimentieren mit losen Rollen wird weiterentwickelt.

Unterrichtsmittel

Feste Rolle
Flaschenzug
PSV 1/2 V 3.4.7., V 3.4.10.

Handelswägestücke
Vertikalmaßstab
Geräte für SE (LB S. 25)

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Wege bei der festen Rolle (E, Prob) **10 min**	– Äußern von Vermutungen über den Zugweg bei der festen Rolle (UG) – Prüfen der Vermutungen (DE, UG, TB a)
Beim Heben von Körpern mit festen Rollen gilt: Der Zugweg ist gleich dem Hubweg.	
(2) Wege bei der losen Rolle (E) **20 min**	– Erarbeiten einer Vermutung über den Zugweg bei losen Rollen (UG) – Prüfen der Vermutung (SE, LB S. 25, TB b)
Beim Heben von Körpern mit losen Rollen gilt bei paralleler Seilführung: Der Zugweg ist doppelt so groß wie der Hubweg.	
(3) Wege beim Flaschenzug (vier tragende Seilstücke) (E) **15 min**	– Kontrollieren der HA – Wiederholen des Gesetzes für Kräfte am Flaschenzug (UG, TB c) – Erarbeiten einer Vorhersage über den Zugweg beim Flaschenzug (UG) – Prüfen der Vorhersage (DE, UG, TB c) – HA: LB S. 53, Nr. 1 c; S. 25, Nr. 1
Beim Heben von Körpern mit dem Flaschenzug (4 tragende Seilstücke) gilt: Der Zugweg ist viermal so groß wie der Hubweg.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Das DE zur festen Rolle dient der Vorbereitung des SE mit der losen Rolle. Es soll ein Körper vom Experimentiertisch auf den Holzquader des SEG gehoben werden. Dabei sind drei verschiedene Hubwege zu realisieren. Die Messung des Zugweges muß den Schülern sorgfältig erläutert werden, da dieses Messen im anschließenden Schülerexperiment oft fehlerhaft vollzogen wird. Es ist ratsam, besondere Hilfsmittel zur Markierung des Zugweges zu entwickeln (Knoten oder Klammern).
(2) Ziel des SE ist die Erarbeitung des Gesetzes über Wege bei der losen Rolle. Es ist die gleiche Experimentieranordnung wie im SE der vorhergehenden Stunde zu benutzen. Die Hubwege werden mit Hilfe des Quaders eingestellt. Die Schüler müssen nur die Zugwege messen. Das Protokoll ist als TB b vorbereitet. Es wird während des SE vervollständigt. An Hand der Gleichung $s_{Zug} = 2\ s_{Hub}$ wird den Schülern erneut bewußtgemacht, daß physikalische Gesetze wegen der einfachen Schreibweise in Gleichungsform angegeben werden. Die Betonung muß aber auf inhaltlichem Verständnis des Gesetzes liegen. Beim Erarbeiten der Vermutung über die Wege kann

Tafelbild

Bild 9/1

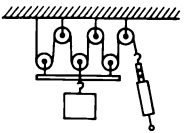
Goldene Regel der Mechanik

Was man an Kraft spart, muß man an Weg zusetzen.

Kraft und Weg sind einander umgekehrt proportional.

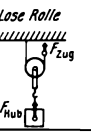
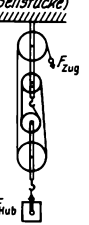
Experimentieranordnung

Bild 9/2



Folie

Bild 9/3

	Kräfte	Wege
Feste Rolle 	$F_{Zug} = \dots$ N $F_{Hub} = 10$ N Gleiche Kraft $F_{Zug} = F_{Hub}$	$s_{Zug} = \dots$ cm $s_{Hub} = 10$ cm Gleicher Weg $s_{Zug} = s_{Hub}$
Lose Rolle 	$F_{Zug} = \dots$ N $F_{Hub} = 10$ N Halbe Kraft $F_{Zug} = \frac{1}{2} F_{Hub}$	$s_{Zug} = \dots$ cm $s_{Hub} = 10$ cm Doppelter Weg $s_{Zug} = 2s_{Hub}$
Flaschenzug (4 tragende Seilstücke) 	$F_{Zug} = \dots$ N $F_{Hub} = 10$ N Viertel Kraft $F_{Zug} = \frac{1}{4} F_{Hub}$	$s_{Zug} = \dots$ cm $s_{Hub} = 10$ cm Vierfacher Weg $s_{Zug} = 4s_{Hub}$

angefertigt und eingesammelt wird. Das Protokoll ist als Hausaufgabe gemäß LB S. 27/28 vorzubereiten. Die Zugkräfte sind zu berechnen und in die vorbereitete Meßwerttabelle einzutragen. Die Schüler sind anzuhalten, in Gruppen diese Hausaufgabe anzufertigen.
Damit die Schüler Vorstellungen über das Experiment haben, ist die Experimentieranordnung zweimal aufzubauen, um die Abhängigkeit der Zugkraft von der Länge der geneigten Ebene (bei gleicher Höhe) demonstrieren zu können.
Die Schüler sind aufzufordern, beim Berechnen der Zugkräfte die Regeln für sinnvoll genaues Rechnen mit Näherungswerten anzuwenden. Diese Regeln lernen die Schüler im Mathematikunterricht der Klasse 6 kennen. Sie lauten: Bei der Multiplikation und Division von Näherungswerten sucht man denjenigen Näherungswert heraus, der die geringste Anzahl von zuverlässigen Ziffern hat. Dabei sind allerdings nicht die Nullen links von der ersten von Null verschiedenen Ziffer zu zählen. Auf diese geringste Anzahl von Ziffern wird das Ergebnis gerundet. Werden in einer Rechnung Zwischenergebnisse angegeben, so wird in diesen eine Ziffer mehr beibehalten.

10. Stunde: Geneigte Ebene

Stundenziele

Die Schüler
- kennen die geneigte Ebene als kraftumformende Einrichtung;
- können die Goldene Regel der Mechanik anwenden, um Kräfte bei verschiedenen Neigungen der geneigten Ebene zu berechnen;
- können die berechneten Kräfte im Experiment prüfen.

Die Schüler vertiefen ihre Einsichten darüber, daß mit physikalischen Gesetzen Größen bestimmt werden können, die den Verlauf von Vorgängen charakterisieren.

Unterrichtsmittel

Geräte für SE (LB S. 27/28)
Handelswägestück
Vertikalmaßstab

PSV 1/2 V 3.4.21.
Federkraftmesser
Wagen und Schiene

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Geneigte Ebene als kraftumformende Einrichtung (E, A) 10 min	– Nennen einiger Beispiele für geneigte Ebenen (UG, TB a) – Demonstrieren, daß die Zugkräfte von der Neigung der Ebene abhängen (DE, TB a) – Motivieren der genauen Untersuchung der Kräfte und der Wege an der geneigten Ebene (Prob, TB b) – Demonstrieren der Längeneinstellung an der geneigten Ebene an der Experimentieranordnung und mittels Skizze (DE, LB S. 27/28)
Je länger die geneigte Ebene zum Überwinden des gleichen Höhenunterschiedes ist, d. h. je weniger sie geneigt ist, desto kleiner ist die Zugkraft zum Verschieben eines Körpers.	

(2) Messen der Zugkräfte an der geneigten Ebene (K, E) **20 min**	– Prüfen der berechneten Zugkräfte (SE, LB S. 27/28) – Auswerten des SE, Vervollständigen des Protokolls (SSA) – Hinweisen auf andere kraftumformende Einrichtungen, für die die Goldene Regel gilt (LV, TB c)
Die geneigte Ebene ist eine kraftumformende Einrichtung. Für sie und für andere kraftumformende Einrichtungen gilt die Goldene Regel der Mechanik.	
(3) Anwendungen der geneigten Ebene (A, HA) **15 min**	– Beschreiben, Erklären und Berechnen von Beispielen für die Anwendung geneigter Ebenen (LB S. 28 bis 30; S. 30, Nr. 1, SSA) – Erläutern des Vorgehens bei der Beschreibung technischer Geräte und beim Lösen mathematisch-physikalischer Aufgaben (LB S. 29/30, LV) – Hinweis auf 1. Kontrollarbeit in nächster Stunde (LV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1, 2) Die Schüler haben unter der Annahme, die Goldene Regel der Mechanik gilt auch für die geneigte Ebene, Zugkräfte berechnet. Im Schülerexperiment werden diese Kräfte überprüft. Die Einstellung der Länge der geneigten Ebene ist eine hohe Forderung an die Schüler, da immer nur ein Teilstück der Gesamtlänge des Experimentierbretts wirksam ist. Das Meßprinzip für die Länge der geneigten Ebene muß deshalb gründlich erläutert werden. Während des SE ist die Veränderung der Länge jeweils zu demonstrieren. Eine Möglichkeit zur Längeneinstellung ist, daß vor Beginn des Experiments auf dem Experimentierbrett Markierungen in Abständen von jeweils 10 cm angebracht werden. Während des Experiments sind diese Markierungen auf die Tischkante einzustellen.
Die Schüler fertigen erstmalig in Klasse 7 ein vollständiges Protokoll an. Sie sind anzuhalten, saubere und übersichtliche Protokolle entsprechend der Gliederung im LB S. 27 anzufertigen.
Bei der Korrektur des Protokolls sollten folgende Schwerpunkte beachtet werden: Berechnete und gemessene Kräfte, Vergleich der Kräfte, Entscheidung über die Gültigkeit der Goldenen Regel, genannte Fehler, Form des Protokolls.
(3) Zur Förderung können leistungsstarke Schüler die Aufgabe LB S. 30, Nr. 2 zusätzlich lösen.
Zu den Hinweisen auf die schriftliche Leistungskontrolle gehört, die inhaltlichen Schwerpunkte zu nennen. Dadurch erhalten die Schüler Anhaltspunkte, worauf sie sich bei der Vorbereitung konzentrieren sollen.

Tafelbild

Bild 10/1

a
b
c

Die geneigte Ebene

Beispiele: Straßen im Gebirge

Je weniger steil, desto weniger Zugkraft muß aufgewendet werden.

Gilt die Goldene Regel der Mechanik?

Die Goldene Regel der Mechanik gilt für die geneigte Ebene und für andere kraftumformende Einrichtungen.

11. Stunde: Schriftliche Leistungskontrolle

Den Schülern sollen vier Aufgaben gestellt werden. Jeweils eine Aufgabe ist aus einer der vier Gruppen auszuwählen. Die angegebene Punktzahl kennzeichnet den Schwierigkeitsgrad. Die Punkte sollen zweckmäßig auf einzelne Lösungsschritte aufgeteilt werden. Die Rückgabe der schriftlichen Leistungskontrolle ist für die 14. Stunde geplant.

Gruppe I: Reproduzieren von Gesetzen

1. Nenne das Gesetz, das für alle kraftumformende Einrichtungen gilt!
2. Welches Gesetz gilt für die Kräfte bei der losen Rolle?
3. Welches Gesetz gilt für die Wege beim Flaschenzug (vier tragende Seilstücke)?

Gruppe II: Berechnen von Kräften und Wegen bei losen Rollen

1. Bei einem Baukran ist der Haken an einer losen Rolle angebracht. Es soll ein Betonteil um 10 m gehoben werden. Am Kranhaken ist eine Hubkraft von 80 kN erforderlich.
   Welche Kraft muß der Motor aufbringen?
   Wieviel Seil muß aufgewickelt werden?
2. Mit einem Autodrehkran wird eine Metallkonstruktion um 3 m gehoben. Der Kranhaken ist an einer losen Rolle angebracht. Am Kranhaken ist eine Hubkraft von 12 kN erforderlich.
   Welche Kraft muß der Motor aufbringen?
   Wieviel Seil muß aufgewickelt werden?
   Nenne die Gesetze, die du zur Beantwortung der beiden Fragen angewendet hast!
3. Bestimme Hubkraft und Hubweg, die bei der kraftumformenden Einrichtung in Bild 11/1 (oder 11/2) auftreten!

Gruppe III: Erläutern und Erklären von Beispielen zur Veränderung von Reibungskräften

1. Um eine Kiste auf einem waagerechten Fußboden zu verschieben, ist eine Kraft von 400 N notwendig.
   Wodurch kann diese Kraft verringert werden?
   Erläutere zwei Möglichkeiten!
2. Erkläre, daß beim Bremsen von Straßenbahnen manchmal Sand auf nasse Schienen gestreut wird!

Gruppe IV: Anwenden der Goldenen Regel der Mechanik bei der geneigten Ebene

1. Was wird erreicht, wenn man eine Straße in vielen Kurven auf einen hohen Berg führt? Mit welchem Nachteil ist dies verbunden?
2. Ein beladener Handwagen soll von einem Schüler eine 5 m lange und 0,5 m hohe Anfahrt hinaufgezogen werden. Der Schüler kann eine Zugkraft von höchstens 200 N aufbringen.
   Wie groß kann die Masse des beladenen Handwagens im Höchstfall sein?

Vorschlag zur Punktbewertung:

Gruppe	I	II	III	IV
Aufgabe	1 2 3	1 2 3	1 2	1 2
Punkte	1 1 1	2 4 2	4 2	2 4

Bild 11/1

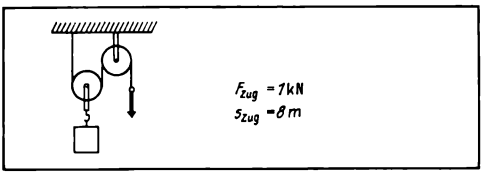
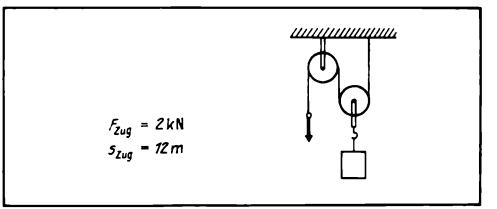


Bild 11/2



Stoffeinheit Hebel

3 Stunden

Vorbemerkungen

In dieser Stoffeinheit wird der gerade Hebel im Gleichgewicht betrachtet. Im Mittelpunkt des Unterrichts steht das Hebelgesetz.
Die Schüler sollen dieses Gesetz sicher beherrschen, zum Berechnen von Kräften und von Längen der Kraftarme sowie zum Erklären von Anwendungen des Hebels anwenden können.
Bei der Erarbeitung und Anwendung des Hebelgesetzes wird folgender methodischer Weg beschritten:

1. Ausgehend von den Erfahrungen der Schüler über Hebel im Gleichgewicht wird eine Abstraktionsreihe zu Hebeln erarbeitet, die im Demonstrationsexperiment gezeigt werden.
2. Mittels dieser Experimente wird demonstriert, daß bei längeren Kraftarmen kleinere Kräfte notwendig sind, um Hebel im Gleichgewicht zu halten.
3. Das Hebelgesetz wird im Schülerexperiment erarbeitet.
4. Mit dem Hebelgesetz werden Kräfte und Längen der Kraftarme berechnet und im Schülerexperiment überprüft.
5. Das Hebelgesetz wird zur Erklärung der Wirkungsweise von Hebeln sowie zur Berechnung von Kräften und von Längen der Kraftarme angewendet.

Mit diesem methodischen Vorgehen wird die weltanschauliche Überzeugung der Schüler vertieft, daß Naturgesetze erkennbar sind und in der Praxis angewendet werden können.
Das Hebelgesetz wird als Verhältnisgleichung geschrieben und auch entsprechend interpretiert. Diese Gleichungsform erleichtert den Schülern, physikalische Zusammenhänge zwischen den Kräften und den Längen der Kraftarme zu erläutern sowie mathematisch-physikalische Aufgaben mit dem Hebelgesetz zu lösen.
Es ist darüber hinaus möglich, leistungsstarke Schüler mit dem Hebelgesetz in der Schreibweise $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ bekanntzumachen. Eine Interpretation des Produktes aus Kraft und Länge des Kraftarms erfolgt im ESP-Unterricht der Klasse 8 bei der Behandlung des Drehmoments.
Zu beachten ist, daß die Schüler den Inhalt des Hebelgesetzes nicht mit der Goldenen Regel der Mechanik verwechseln. Diese Gefahr besteht besonders dann, wenn außer dem Gleichgewicht des Hebels auch das Verrichten von mechanischen Arbeiten mit Hebeln betrachtet wird. Dies sieht aber der Lehrplan nicht vor.
Unter den Gültigkeitsbedingungen für das Hebelgesetz wird das Modell des masselosen Hebels in den Mittelpunkt des Unterrichts gerückt. Andere Bedingungen (z. B. Reibungsfreiheit, Symmetrie) können diskutiert werden. Wichtig ist, daß die Schüler erkennen, daß trotz der Idealisierung „masseloser Hebel" das Hebelgesetz für die Anwendung in der Praxis geeignet ist.
Höhere Anforderungen bei den Schülerexperimenten zum Hebel bestehen darin, daß die Schüler vier Größen messen und die physikalischen Zusammenhänge zwischen diesen vier Größen untersuchen müssen.
Beim Lösen mathematisch-physikalischer Aufgaben sind verschiedene Lösungsverfahren (kalkülmäßig, inhaltlich) anzuwenden, wobei auch geeignete Rechenhilfsmittel eingesetzt werden sollen. Das funktionale Denken der Schüler wird insbesondere bei der Anwendung inhaltlicher Verfahren weiterentwickelt. Die sprachliche Darstellung dieses Verfahrens ist für die Schüler nicht leicht, fördert aber ihre geistige Entwicklung besser als das kalkülmäßige Arbeiten.
Das beim Lösen mathematisch-physikalischer Aufgaben mit unterschiedlichen Lö-

sungsverfahren jeweils anzustrebende Niveau ist im Lehrbuch S. 35 durch ein entsprechendes Beispiel gekennzeichnet.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
12. Hebel – Der gerade, starre Hebel im Gleichgewicht – Zusammenhang zwischen Kräften und Längen der Kraftarme am Hebel; Hebelgesetz	Proportionen (Ma 6, 7)	PSV 1/2 V 3.4.1. V 3.4.3. DE: Hebel im Gleichgewicht SE: Erarbeiten des Hebelgesetzes LB S. 31 bis 33
13. Anwendungen des Hebels – Lösen qualitativer und quantitativer Aufgaben mit dem Hebelgesetz – Einseitiger und zweiseitiger Hebel		PSV 1/2 V 3.4.3. V 3.4.4. DE: Kneifzange, Metallnußknacker, Handhebelblechschere (aus We) u. dgl. DE: Kiste und Stange LB S. 34 bis 36
14. Anwenden des Hebelgesetzes – Berechnen und Messen von Kräften und Längen der Kraftarme – Systematisieren kraftumformender Einrichtungen		SE: Anwenden des Hebelgesetzes DE: Kraftumformende Einrichtungen Fo: Einfache kraftumformende Einrichtungen (Bild 14/1) LB S. 34 bis 35

12. Stunde: Hebel

Stundenziele

Die Schüler
- kennen den geraden Hebel im Gleichgewicht und die Gleichgewichtsbedingungen am Hebel;
- kennen das Hebelgesetz und können es interpretieren.

Die Überzeugung der Schüler von der Erkennbarkeit der Naturgesetze wird vertieft.

Unterrichtsmittel

Drei Hebel im Gleichgewicht (gemäß LB S. 32)
Geräte für SE (LB S. 32/33) PSV 1/2 V 3.4.1., V 3.4.3.

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Der gerade Hebel im Gleichgewicht (Prob, E) **10 min**	– Problemstellen: Warum ist die Belastung eines Turmdrehkrans vom Abstand zwischen Laufkatze und Turm abhängig? – Abstrahieren zum geraden Hebel (LV, DE) – Einführen und Anwenden der Begriffe Hebel, Drehpunkt, Kraftarm (LV, TB a. LB S. 32, S. 33, Nr. 1)
Gerade Hebel sind drehbar gelagerte, starre Stangen, Balken, Bretter und dergleichen. Jeder Hebel hat einen Drehpunkt und zwei Kraftarme.	
(2) Zusammenhang zwischen den Kräften und den Längen der Kraftarme am Hebel (E) **10 min**	– Herstellen des Gleichgewichts an Hebeln (DE, LB S. 32) – Schlußfolgern aus dem DE über den qualitativen Zusammenhang von Kraft und Länge der Kraftarme (UG, TB b)
Wenn ein Hebel im Gleichgewicht ist, dann greift am längeren Kraftarm die kleinere Kraft an.	
(3) Erarbeiten des Hebelgesetzes (E) **25 min**	– Motivieren der Erarbeitung des Hebelgesetzes (LB S. 31, SSA) – Durchführen des SE (LB S. 32/33, SSA. TB c) – Untersuchen physikalischer Abhängigkeiten anhand der Meßwerttabelle (UG) – Formulieren des Hebelgesetzes (TB d, UG), Interpretieren der Gleichung (UG) – Nennen der Fehler, Hinweisen auf masselosen Hebel als Idealisierung (UG, LV) – Üben (LB S. 33, Nr. 3. S. 36, Nr. 1. UG) – HA: LB S. 54, Nr. 1
Ein Hebel ist im Gleichgewicht, wenn das Verhältnis der Kräfte gleich dem umgekehrten Verhältnis der Längen der zugehörigen Kraftarme ist: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ (masseloser Hebel).	

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Anwenden des Hebelgesetzes (Ü, W) 25 min	– Kontrollieren der HA – Wiederholen des Hebelgesetzes (UG, DE) – Berechnen der Länge eines Kraftarms (LB S. 33, Nr. 2, (UG, DE) – Untersuchen physikalischer Abhängigkeiten zwischen den Kräften und den Längen der Kraftarme am Hebel (UG) – HA: Vorbereiten des SE (LB S. 34/35) – Rückgabe der Protokolle des SE zur geneigten Ebene aus 10. Stunde, Hinweisen auf Fehlerschwerpunkte und Form der Protokolle (LV) – Durcharbeiten einer mathematisch-physikalischen Anwendungsaufgabe (LB S. 35, SSA, DE) – Schlußfolgern, daß Hebel kraftumformende Einrichtungen sind (UG) – Unterscheiden zwischen Hebelgesetz und Goldener Regel (LV)
Mit Hebeln kann man Kräfte umformen.	
(2) Ein- und zweiseitige Hebel (E) 20 min	– Unterscheiden von ein- und zweiseitigen Hebeln an Beispielen (LB S. 36, SSA, DE, TB) – Erklären der Wirkungsweise von ein- und zweiseitigen Hebeln (LB S. 36, SSA, DE) – HA: LB S. 36, Nr. 2
Man unterscheidet ein- und zweiseitige Hebel. Ihre Wirkungsweise kann mit dem Hebelgesetz erklärt werden.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Eine Skizze gehört auch bei formalen Aufgaben zur Analyse der Aufgabe. Es ist die Vorüberlegung anzustellen, daß l_1 kleiner als l_2 sein muß, da F_1 größer als F_2 ist. Wenn die Schüler Gleichungen mit 4 Variablen noch nicht umstellen können, sind kalkülmäßige Lösungen zu vermeiden. Es sind physikalische Abhängigkeiten folgender Art zu untersuchen: Was geschieht mit der wirksamen Kraft, wenn bei unveränderter aufgewandter Kraft der zugehörige Kraftarm vergrößert (die Länge verdoppelt . . .) wird?

Die Schüler sind zu informieren:

– In der folgenden Stunde wird das SE „Anwenden des Hebelgesetzes" durchgeführt.
– Das SE ist gemäß LB S. 34/35 vorzubereiten.
– Alle unter „Vorbereitung" im LB stehenden Aufgaben sind als HA zu erledigen.
– Das SE wird als Kontrollexperiment durchgeführt.
– Das Protokoll ist gemäß LB S. 27 wie beim SE „Geneigte Ebene" anzufertigen.

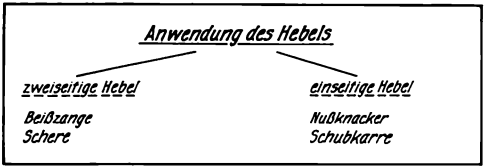
Das Protokoll zum SE „Geneigte Ebene" wird zurückgegeben. An Hand ausgewählter Protokolle werden die Anforderungen an den Inhalt der Protokolle nochmals deutlich gemacht.

(2) Es sind wenige Beispiele genau zu behandeln, wobei das Hebelgesetz zur Erklärung der Wirkungsweise der Hebel anzuwenden ist. Beziehungen zur Gleichung $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ sind bei den Beispielen herzustellen.

Dabei sind z. B. folgende Aussagen zu erarbeiten:
Je länger der Kraftarm l_1 gegenüber Kraftarm l_2 ist, desto kleiner kann Kraft F_1 sein (bei gleicher Kraft F_2). Oder: Je kürzer Kraftarm l_2 gegenüber Kraftarm l_1 ist, desto größer ist Kraft F_2 (bei gleicher Kraft F_1).

Tafelbild

Bild 13/1



14. Stunde: Anwenden des Hebelgesetzes

Stundenziele

Die Schüler
— können mit dem Hebelgesetz Kräfte und Längen der Kraftarme berechnen und die berechneten Größen im Experiment überprüfen.

Es wird die Überzeugung der Schüler vertieft, daß physikalische Gesetze die Natur richtig widerspiegeln und Grundlage für praktische Anwendungen sind.

Unterrichtsmittel

Geräte für SE (LB S. 34/35)
Kneifzange (aus We)
Zweiseitiger Hebel
Feste und lose Rolle
Flaschenzug
Geneigte Ebene
Folie: Kraftumformende Einrichtungen (S) (Bild 14/1)

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Rückgabe der schriftlichen Leistungskontrolle **10 min**	– Analysieren von Schwerpunktfehlern (LV) – Hinweisen auf Inhalt der folgenden Leistungskontrolle (LV)
(2) Anwenden des Hebelgesetzes (Ü) **25 min**	– Kontrollieren der HA – Prüfen der berechneten Kräfte und Längen der Kraftarme (SE) – Vervollständigen des Protokolls (SSA) – Berechnen einer Kraft (LB S. 36, Nr. 3, UG)

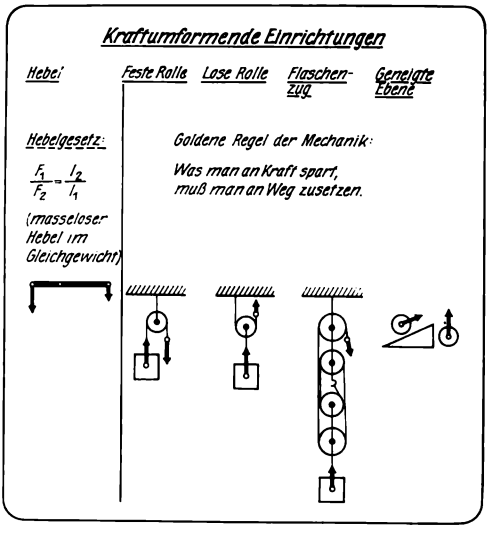
Das Hebelgesetz kann zur Berechnung von Kräften und von Längen der Kraftarme angewendet werden.	
(3) Systematisieren kraftumformender Einrichtungen (S) **10 min**	– Demonstrieren kraftumformender Einrichtungen (DE) – Nennen der geltenden Gesetze (SV, Fo, LB 2. Umschlagseite) – Anwenden der Gesetze (LB S. 54, Nr. 6, 7, UG, DE)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Bei der Rückgabe der 1. Klassenarbeit ist eine Fehleranalyse durchzuführen. Mögliche Schwerpunktfehler sind: Begründungen nicht richtig oder gar nicht formuliert, Gesetze falsch formuliert oder falsch angewendet, falsche oder keine Beispiele angegeben. Den Schülern sind Hinweise zu geben, wie sie gezeigte Fehler korrigieren können.
Die Schüler sind darauf hinzuweisen, daß in der nächsten Stunde eine Leistungskontrolle zum Hebel erfolgt, in der folgende Anforderungen gestellt werden: Beschreiben eines Anwendungsbeispiels für den Hebel und Erklären mit dem Hebelgesetz, Berechnen einer Kraft mit dem Hebelgesetz. Zur Vorbereitung auf diese Kontrolle sollen die Schüler Beispiele aus dem Lehrbuch nutzen.
(2) Da die gleiche Experimentieranordnung wie in der 13. Stunde verwendet wird, sollen die Schüler alle Messungen selbständig durchführen. Der Lehrer soll bei der Bewertung des Experiments auch die experimentelle Arbeit zumindest einiger Schüler erfassen. Aus dem Protokoll gehen in die Bewertung ein: Berechnete und gemessene Größen, Vergleich der berechneten und gemessenen Größen, genannte Fehler.
Nach dem Einsammeln der Protokolle erfolgt sofort die Auswertung des Experiments.
Bei der Auswertung ist auch darzustellen, daß durch die Übereinstimmung von berechneten und gemessenen Größen ein weiterer Beleg dafür erbracht wurde, daß das Hebelgesetz die Natur richtig widerspiegelt und für Berechnungen (trotz Gültigkeitsbedingung: masseloser Hebel) bei Hebeln in der Praxis angewendet werden kann.
Die Kontrolle der HA wird mit dem Stellen ähnlicher Aufgaben verbunden. Die Leistungen der Schüler werden bewertet.
Bei LB S. 36, Nr. 3 wird ein Arm der Zange als feststehend betrachtet. Auf die Form der Niederschrift der Lösung mathematisch-physikalischer Aufgaben sind die Schüler immer wieder hinzuweisen.
(3) Es sind abschließend alle behandelten kraftumformenden Einrichtungen nochmals zu demonstrieren und die geltenden Gesetze zu wiederholen. Anstelle der Folie vom SKUS kann eine selbstgefertigte Folie eingesetzt werden.
Bei LB S. 54, Nr. 1 sind die Schüler auf das Zusammenwirken mehrerer kraftumformender Einrichtungen hinzuweisen. Diese Aufgabe und das DE kann von leistungsstarken Schülern vorbereitet werden.

Folie

Bild 14/1



Stoffeinheit Mechanische Arbeit

5 Stunden

Vorbemerkungen

Die in den ersten Stoffeinheiten behandelten Inhalte bilden wichtige Grundlagen für die in dieser Stoffeinheit zu behandelnde Größe mechanische Arbeit.
Die Schüler sollen begreifen, daß mechanische Arbeit verrichtet wird, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt oder verformt wird. Beim quantitativen Formulieren muß eine Einschränkung auf die Fälle erfolgen, bei denen Kraft und Weg die gleiche Richtung haben und die Kraft konstant ist.
Die Stoffeinheit ihrerseits bildet die Grundlage für die folgende Behandlung der Größe mechanische Leistung.
In dieser Stoffeinheit wird an Erfahrungen der Schüler über Vorgänge angeknüpft, bei denen mechanische Arbeit verrichtet wird. Solche Vorgänge sind von den Fällen zu unterscheiden, bei denen keine mechanische Arbeit verrichtet wird. Der physikalische Begriff Arbeit ist von dem entsprechenden umgangssprachlichen Begriff zu unterscheiden.
Die Erarbeitung der physikalischen Größe mechanische Arbeit soll auf folgendem methodischem Weg erfolgen:

— Motivieren durch Beobachten und Vergleichen von Vorgängen in Natur und Technik;
— Untersuchen des Beobachteten unter physikalischem Aspekt; Mitteilen des Fachwortes;
— Exakteres Fassen des Beobachteten durch Messen und mathematische Formulierung; Definitionsgleichung, Einheit, Formelzeichen;
— Untersuchen physikalischer Zusammenhänge zwischen Größen;
— Verdeutlichen des Inhalts der Gleichung, Entwickeln von Größenvorstellungen; erstes Lösen von Aufgaben; Entwickeln einer Meßvorschrift;
— Erklären von Vorgängen; Lösen qualitativer und quantitativer Aufgaben.

Aufgaben sollten sich möglichst am Konkreten (Demonstrationsexperiment, praktische Beispiele aus dem Erfahrungskreis der Schüler) orientieren. Die Unterscheidung von *Hubarbeit* und *aufgewandter Arbeit* bei kraftumformenden Einrichtungen und Maschinen muß auch zu der Erkenntnis führen, daß es das Bestreben der Konstrukteure und Nutzer von Maschinen sein muß, die Differenz der beiden Anteile möglichst klein zu halten. Gleichzeitig müssen die Schüler aber auch erkennen, daß durch die Benutzung einer kraftumformenden Einrichtung oder einer Maschine keine Arbeit gespart werden kann. Diese Betrachtungen bereiten die Schüler auch auf die Einführung des Wirkungsgrades im Stoffgebiet „Energie in Natur und Technik" vor. Durch Einbeziehung der Goldenen Regel der Mechanik in die Betrachtungen über Hubarbeit und aufgewandte Arbeit sowie durch das Schülerexperiment zum Vergleich der mechanischen Arbeiten an der losen Rolle wird eine Verbindung zur Stoffeinheit Rollen, Flaschenzug, geneigte Ebene hergestellt.
Die in dieser Soffeinheit vermittelte Gleichung ist eine Definitionsgleichung. Im Gegensatz zu Erfahrungsaussagen ist eine experimentelle Erarbeitung also nicht möglich. Es wird lediglich deutlich gemacht, daß es sich um eine sinnvolle Festlegung handelt.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
15. **Die mechanische Arbeit (qualitativ)** — Kurzkontrolle — Verrichten von Arbeit — Begriff mechanische Arbeit	Fertigungsverfahren (ESP 7)	DE: Einfache Experimente zum Verrichten von mechanischer Arbeit LB S. 37 bis 38
16. **Die mechanische Arbeit (quantitativ)** — Arten mechanischer Arbeit — Definitionsgleichung für die Arbeit — Gültigkeitsbedingungen für die Gleichung — Formelzeichen und Einheiten der Arbeit		DE: Abhängigkeit der mechanischen Arbeit von Kraft und Weg LB S. 38 bis 40

17. Anwendungen zur mechanischen Arbeit – Berechnungen von Arbeiten – Schaffen von Größenvorstellungen – Zusammenfassung	Formgebung durch Umformen (ESP 7)	DE: Mechanische Arbeit an geneigter Ebene, Hubarbeit LB S. 42 bis 44
18. Arbeit an kraftumformenden Einrichtungen – Schülerexperiment zum Vergleich von Hubarbeit und aufgewandter Arbeit		SE: Mechanische Arbeiten bei kraftumformenden Einrichtungen LB S. 44 bis 45
19. Hubarbeit und aufgewandte Arbeit bei kraftumformenden Einrichtungen – Hubarbeit und aufgewandte Arbeit bei kraftumformenden Einrichtungen – Beziehung $W_{Hub} < W_{aufgew}$ – Gültigkeitsbedingungen der Goldenen Regel bei kraftumformenden Einrichtungen		DE: Experiment mit einer festen Rolle LB S. 42 bis 45

15. Stunde: Die mechanische Arbeit (qualitativ)

Stundenziele

Die Schüler
- kennen den Begriff mechanische Arbeit;
- wissen, daß mechanische Arbeit verrichtet wird, wenn ein Körper unter Einwirkung einer Kraft bewegt oder verformt wird;
- können Vorgänge vergleichen, indem sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede bezüglich des Wirkens von Kräften feststellen.

Unterrichtsmittel

Geneigte Ebene
Kraftmesser
Quader für geneigte Ebene
Schraubenfeder
Hakenkörper

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Kurzkontrolle (K) **15 min**	– Schriftliches Lösen zweier Aufgaben – Zurückgeben der Protokolle des SE (LV)
(2) Hinführen auf eine neue physikalische Größe (Ziel, E) **10 min**	– Orientieren auf das Ziel durch Lesen des 1. Lehrbuchabschnittes S. 37 (SSA, Tb a) – Stellen der Aufgabe: Was bewirkt die Kraft bei den demonstrierten Vorgängen? – Demonstrieren einfacher Experimente und Nennen der Kraftwirkungen (DE, UG) – Angeben weiterer Beispiele, bei denen durch Kräfte Körper bewegt oder verformt werden (UG) – Orientieren auf weitere Untersuchungen (LV)
Durch Einwirken einer Kraft kann ein Körper bewegt oder verformt werden.	
(3) Einführen des Begriffs mechanische Arbeit (E) **10 min**	– Einführen des Begriffs mechanische Arbeit durch Lesen im Lehrbuch, S. 37 (ab „In den Bildern ..." bis „... verformt wird.") (SSA, TB b) – Unterscheiden des Begriffs mechanische Arbeit vom umgangssprachlichen Begriff Arbeit (UG)
Mechanische Arbeit wird verrichtet, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt oder verformt wird.	
(4) Mechanische Arbeit (Fst) **10 min**	– Aufgabenstellung: Vergleiche LBA 37/2, 37/4, 38/2–4 und sprich über die verrichtete Arbeit! (UG) – Erläutern, daß ohne Wirken einer Kraft bzw. ohne Zurücklegen eines Weges keine mechanische Arbeit verrichtet wird (UG) – Zusammenfassen des Wesentlichen (SSA)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Für die Kurzkontrolle werden folgende Aufgaben vorgeschlagen. Es sollen zwei Aufgaben gelöst werden. Der Lehrer wähle aus jeder Gruppe eine Aufgabe aus.

Gruppe I: Beschreiben einer Anwendung des Hebels und Erklären mit dem Hebelgesetz

1. Beschreibe eine Anwendung eines einseitigen Hebels! Erkläre mit dem Hebelgesetz, warum bei dem gewählten Beispiel Kraft gespart werden kann!
2. Eine Schubkarre wird zweckmäßig so beladen, daß das Ladegut möglichst in der Nähe der Radachse liegt. Erkläre mit dem Hebelgesetz, warum dadurch Kraft gespart werden kann!

Gruppe II: Berechnen einer Kraft mit dem Hebelgesetz

1. Bestimme für einen zweiseitigen Hebel die Kraft F_1, damit der Hebel im Gleichgewicht ist!
   Gegeben sind: $l_1 = 30$ cm; $l_2 = 10$ cm; $F_2 = 150$ N.
2. An einem 80 cm langen Kraftarm eines zweiseitigen Hebels greift eine Kraft von 10 N an.
   Welche Kraft muß am anderen Kraftarm in 20 cm Entfernung vom Drehpunkt angreifen, damit der Hebel im Gleichgewicht ist?

Bei der Rückgabe der Protokolle zum SE sind an ausgewählten Beispielen allen Schülern nochmals die Forderungen an die Gestaltung ausgewählter Teile des Protokolls (z. B. Meßwerttabelle, Formulierung des Ergebnisses, Nennen der Fehler) zu verdeutlichen.

(2) Ausgehend von dem im Lehrbuch Gelesenen wird die Orientierung gegeben, daß geklärt werden soll, was man in der Physik unter mechanischer Arbeit versteht. Zunächst sollen die Schüler durch Beobachten, Vergleichen und Nennen von Gemeinsamkeiten zu der Erkenntnis kommen, daß beim Wirken einer Kraft ein Körper bewegt oder verformt wird. Folgende Experimente können durchgeführt werden:

a) Heben eines Körpers,
b) Beschleunigtes Bewegen eines Körpers längs der geneigten Ebene,
c) Horizontale Bewegung eines Körpers,
d) Verformen eines Körpers (Feder, Knetmasse).

Die genannten Experimente sind so anzulegen, daß auf sie in der nächsten Stunde bei der Behandlung der Arten mechanischer Arbeit Bezug genommen werden kann. Deshalb ist darauf zu achten, daß die vier im Lehrplan genannten Arten der mechanischen Arbeit repräsentiert werden.

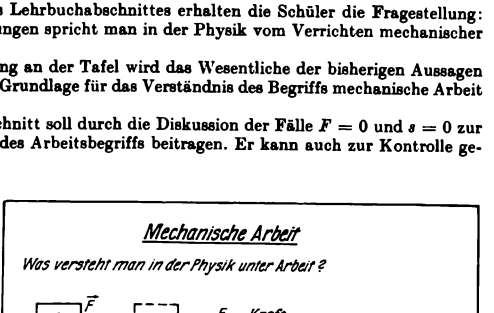
(3) Vor dem Lesen des Lehrbuchabschnittes erhalten die Schüler die Fragestellung: Unter welchen Bedingungen spricht man in der Physik vom Verrichten mechanischer Arbeit?
Mit Hilfe der Darstellung an der Tafel wird das Wesentliche der bisherigen Aussagen charakterisiert und die Grundlage für das Verständnis des Begriffs mechanische Arbeit gegeben.

(4) Dieser Stundenabschnitt soll durch die Diskussion der Fälle $F = 0$ und $s = 0$ zur inhaltlichen Festigung des Arbeitsbegriffs beitragen. Er kann auch zur Kontrolle genutzt werden.

Tafelbild

Bild 15/1





16. Stunde: Die mechanische Arbeit (quantitativ)

Stundenziele

Die Schüler

- können physikalische Abhängigkeiten zwischen den Größen Kraft, Weg und Arbeit erläutern;
- kennen Arten mechanischer Arbeit und können diese an Beispielen erläutern;
- kennen die Definitionsgleichung für die mechanische Arbeit;
- kennen die Bedingungen, unter denen die Gleichung $W = F \cdot s$ nur gilt;
- kennen Einheiten für die mechanische Arbeit;
- können Beispiele verschiedener mechanischer Arbeiten in der Praxis erläutern;
- können die Gleichung für die mechanische Arbeit interpretieren.

Die Schüler werden dazu erzogen, stets die Bedingungen zu beachten, unter denen ein physikalisches Gesetz gilt.

Unterrichtsmittel

Kraftmesser
Tafellineal oder Längenmaßstab
Experimentierwagen

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Arten mechanischer Arbeit (E, Ziel) **10 min**	– Bekanntmachen mit verschiedenen Arten mechanischer Arbeit anhand des Lehrbuches und der DE der letzten Stunde (LB S. 38, UG, TB a) – Nennen und Erläutern von Beispielen zur mechanischen Arbeit (LB S. 39, Nr. 3, UG)
Man unterscheidet Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, Arbeit zum Überwinden der Reibung und Verformungsarbeit.	
(2) Definitionsgleichung für die mechanische Arbeit (E) **15 min**	– Motivieren der Notwendigkeit, mechanische Arbeiten zu berechnen und zu vergleichen (UG) – Erarbeiten der Abhängigkeit der mechanischen Arbeit von Kraft und Weg (DE, UG, TB b, LB S. 39) – Mitteilen von Formelzeichen und Gleichung für die mechanische Arbeit (LV, TB c)
Je größer die angreifende Kraft und je länger der zurückgelegte Weg sind, desto größer ist die verrichtete mechanische Arbeit. $W = F \cdot s$.	
(3) Bedingungen für die Gültigkeit der Gleichung $W = F \cdot s$ (E) **10 min**	– Vergleichen und Diskutieren der mechanischen Arbeiten (LBA 40/1, UG) – Mitteilen der Bedingungen, unter denen die Gleichung $W = F \cdot s$ nur gültig ist; Demonstrieren eines Beispiels (DE, UG, TB d) – Nennen von Beispielen, bei denen die Gültigkeitsbedingungen nicht erfüllt sind (UG)

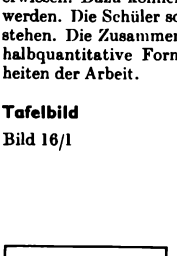
Die Gleichung $W = F \cdot s$ gilt nur, wenn a) Kraft und Weg die gleiche Richtung haben und b) die Kraft während des Vorganges konstant ist.	
(4) Einheit der mechanischen Arbeit (E) **10 min**	– Einführen der Einheit der mechanischen Arbeit: 1 N · 1 m = 1 J (ein Joule) (UG, TB e) – Informieren über Herkunft des Namens und über einige Lebensdaten Joules (LV) – Zusammenfassen der neuen Kenntnisse (SSA) – LB S. 39, Nr. 4; S. 41, Nr. 2
Die Einheit der Arbeit ist ein Joule.	

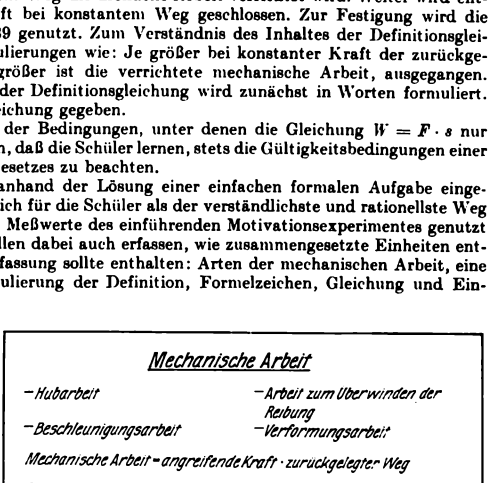
Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Die Schüler vergleichen die Bilder 38/2 bis 4 und begründen, weshalb es sich in allen Fällen um das Verrichten von mechanischer Arbeit handelt. Ebenso wird bezüglich der Demonstrationsexperimente der letzten Stunde vorgegangen. Gegebenenfalls kann die Demonstration kurz wiederholt werden.
(2) Ein Experimentierwagen wird erst 1 m, dann 2 m bewegt. Es kommt auf Schlüsse an, aus denen hervorgeht, daß z. B. bei doppeltem Weg (und gleicher Kraft) die doppelte Arbeit, bei dreifachem Weg die dreifache Arbeit verrichtet wird. Weiter wird entsprechend für die Kraft bei konstantem Weg geschlossen. Zur Festigung wird die Lehrbuchübersicht S. 39 genutzt. Zum Verständnis des Inhaltes der Definitionsgleichung wird von Formulierungen wie: Je größer bei konstanter Kraft der zurückgelegte Weg ist, desto größer ist die verrichtete mechanische Arbeit, ausgegangen. Das heißt, der Inhalt der Definitionsgleichung wird zunächst in Worten formuliert. Erst dann wird die Gleichung gegeben.
(3) Das Verdeutlichen der Bedingungen, unter denen die Gleichung $W = F \cdot s$ nur gilt, muß dazu beitragen, daß die Schüler lernen, stets die Gültigkeitsbedingungen einer Gleichung bzw. eines Gesetzes zu beachten.
(4) Die Einheit wird anhand der Lösung einer einfachen formalen Aufgabe eingeführt. Dieser Weg hat sich für die Schüler als der verständlichste und rationellste Weg erwiesen. Dazu können Meßwerte des einführenden Motivationsexperimentes genutzt werden. Die Schüler sollen dabei auch erfassen, wie zusammengesetzte Einheiten entstehen. Die Zusammenfassung sollte enthalten: Arten der mechanischen Arbeit, eine halbquantitative Formulierung der Definition, Formelzeichen, Gleichung und Einheiten der Arbeit.

Tafelbild

Bild 16/1





17. Stunde: Anwendungen zur mechanischen Arbeit

Stundenziele

Die Schüler
- können mechanische Arbeiten aus der Einheit J in die Einheiten kJ und MJ umrechnen und umgekehrt;
- können die mechanische Arbeit anhand formaler und praktischer Beispiele berechnen;
- können die Hubarbeit aus der Masse des Körpers und dem Hubweg berechnen;
- werden zu exakter Anwendung einer Gleichung erzogen.

Unterrichtsmittel

Geneigte Ebene
Kraftmesser
Körper zur geneigten Ebene
Längenmaßstab oder Tafellineal

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Sicherung des Ausgangsniveaus für Berechnungen zur mechanischen Arbeit (K, W) **10 min**	– Zurückgeben der Kurzkontrolle – Kontrollieren der HA – Reaktivieren und Kontrollieren des über die mechanische Arbeit erworbenen Wissens (UG)
(2) Weitere Einheiten für die mechanische Arbeit (E, Ü) **10 min**	– Nennen weiterer Einheiten: kJ und MJ (LV) – Umrechnen von Zahlenwerten mechanischer Arbeit bei Änderung der Einheit (SSA)
(3) Berechnungen zur mechanischen Arbeit (W, A, Z) **25 min**	– Rechnen formaler Aufgaben (UG, SSA) – Demonstrieren des Verrichtens mechanischer Arbeit am Beispiel der Hubarbeit und der Arbeit an der geneigten Ebene; Berechnen der mechanischen Arbeiten (DE, UG, SSA) – Berechnen weiterer mechanischer Arbeiten (LB S. 43, Nr. 1, SSA) – Erarbeiten von Größenvorstellungen (LB S. 42, UG) – HA: Vorbereiten des Protokolls für das SE (LB S. 44) – Zusammenfassen der Kenntnisse über die mechanische Arbeit (SSA)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Bei der Rückgabe der Kurzkontrolle sind 2 typische Fehler, die gehäuft auftraten, an Beispielen zu korrigieren. Die Reaktivierung der Kenntnisse über die mechanische Arbeit kann in Form einer mündlichen Leistungskontrolle erfolgen. Zur Bewertung kann die Kontrolle der Hausaufgabe einbezogen werden.

(2) Die Einheiten Kilojoule und Megajoule werden vom Lehrer genannt. Sie werden bei einigen Umrechnungen gefestigt. Dabei wird erneut auf die Bedeutung der Vorsätze „Kilo" und „Mega" eingegangen.
(3) Die Berechnungen sollen in drei Schritten erfolgen. Es wird von einfachen Aufgaben ausgegangen, die auch im Kopf gerechnet werden können. Dann erfolgt die Berechnung der Arbeit anhand zweier Experimente. Im ersten Experiment demonstriert der Lehrer eine Hubarbeit. Die mechanische Arbeit ist entsprechend der Lehrplanforderung aus der Masse des Körpers und dem Hubweg zu berechnen. Im zweiten Experiment demonstriert ein Schüler unter Nutzung eines Federkraftmessers die mechanische Arbeit an der geneigten Ebene. Bei beiden Experimenten sind die Schüler zu veranlassen, die Einhaltung der Gültigkeitsbedingungen zu überprüfen. Schließlich erfolgt das Lösen von Aufgaben mit technischem Inhalt aus dem Lehrbuch.
Das Erarbeiten von Größenvorstellungen ist für das Verständnis einer physikalischen Größe von Bedeutung. Deshalb ist auch hier Wert auf deren Entwicklung zu legen.
Für das in der nächsten Stunde durchzuführende Schülerexperiment ist das Protokoll nach LB, S. 44, Punkt 1 der Vorbereitung anzufertigen.

18. Stunde: Arbeit an kraftumformenden Einrichtungen (SE)

Stundenziele

Die Schüler

- festigen ihre Kenntnisse über die mechanische Arbeit;
- bestimmen mechanische Arbeiten selbständig;
- erkennen, daß durch kraftumformende Einrichtungen keine mechanische Arbeit gespart werden kann;
- experimentieren nach Anleitung.

Die Schüler werden zur kollektiven Arbeitsweise beim Experimentieren erzogen.

Unterrichtsmittel

Geräte für SE (LB S. 44)

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Problemstellung für ein Schülerexperiment (K, Prob) 15 min	– Mündliche LK und Kontrollieren der HA – Problemstellung: Kann durch die Benutzung kraftumformender Einrichtungen Arbeit gespart werden? (LV) – Äußern begründeter Vermutungen (UG) – Entwickeln der Aufgabenstellung für das SE aus der Problemstellung (UG) – Vorbereiten des SE (LB S. 44, UG)
(2) Bestimmen und Vergleichen mechanischer Arbeiten an der losen Rolle (A) 80 min	– Durchführen und Auswerten des SE (SSA, UG) – HA: LB S. 45, Nr. 3

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1,2) Die Problemstellung soll zunächst in Form einer begründeten Vermutung beantwortet werden. Bei der Begründung der aufgestellten Vermutung sollen die Schüler ihre Kenntnisse über die Goldene Regel der Mechanik anwenden.
Anhand der Vorgaben des Lehrbuches zum SE soll das Experiment in der Reihenfolge Problemstellung, Aufgabenstellung, theoretische und praktische Vorbereitung, Durchführung und Auswertung ausgeführt werden. Es ist so zu gestalten, daß es der Vertiefung und Anwendung des bisher erworbenen Wissens und Könnens dient.

19. Stunde: Hubarbeit und aufgewandte Arbeit bei kraftumformenden Einrichtungen

Stundenziele

Die Schüler

- wissen, daß bei der Nutzung kraftumformender Einrichtungen die Hubarbeit stets kleiner ist als die aufgewandte Arbeit;
- können diese Begriffe auf Maschinen anwenden;
- können erklären, weshalb stets gilt: $W_{Hub} < W_{aufgew}$;
- erkennen, daß Maschinen so gebaut werden müssen, daß die aufgewandte Arbeit möglichst klein ist.

Unterrichtsmittel

Handelswägestücke 1 und 2 kg
Kraftmesser
Feste Rolle (schwergängig)
Längenmaßstab oder Tafellineal
Schnur

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Vergleichen von mechanischen Arbeiten (Prob, E, A) **20 min**	– Kontrollieren der HA – Fragestellung: Kann man beim Heben eines Körpers mittels eines Flaschenzuges die aufgewandte Arbeit vollständig nutzen? – Vergleichen der aufgewandten und der am Körper verrichteten mechanischen Arbeit für folgenden Fall: Demonstrieren einer Hubarbeit mittels eines Flaschenzuges (DE, UG) – Herausarbeiten der Erkenntnis: Es muß zusätzlich zur Hubarbeit am Körper noch Arbeit zum Überwinden der Reibung und zum Heben der Flasche verrichtet werden (UG, TB a) – Durcharbeiten LB S. 42 bis „... schematisch dargestellt" unter folgender Fragestellung: Aus welchen Arbeiten setzt sich die vom Motor aufgewandte Arbeit zusammen? (LB, SSA, UG, TB b) – Nennen weiterer Beispiele für Maschinen und Anwenden der neuen Erkenntnis (UG) – Ziehen von Schlußfolgerungen für die Konstruktion von Maschinen (UG)
Bei der Nutzung von Maschinen wird neben der beabsichtigten Hubarbeit noch weitere Arbeit verrichtet. Bei kraftumformenden Einrichtungen ist die Hubarbeit stets kleiner als die aufgewandte Arbeit.	
(2) Gültigkeitsbedingungen für die Goldene Regel der Mechanik (E, Fst) **10 min**	– Wiederholen der Goldenen Regel der Mechanik (UG) – Stellen und Beantworten der Frage: Gilt die Goldene Regel der Mechanik auch für das Beispiel des Flaschenzuges? (LB S. 45, SSA) – Formulieren der Gültigkeitsbedingungen für die Goldene Regel (UG) – Erläutern, weshalb durch Benutzung kraftumformender Einrichtungen keine Arbeit gespart werden kann (UG, TB c)
Bei der Benutzung kraftumformender Einrichtungen kann keine Arbeit gespart werden.	
(3) Vertiefen der neuen Erkenntnisse (A, E, Z) **15 min**	– Lösen einer Aufgabe (LB S. 43, UG, SSA) – Zusammenfassen des Wesentlichen (UG) – HA: Aufgaben aus dem LB

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Am Ergebnis des Schülerexperiments und an einem weiteren Beispiel soll den Schülern zunächst deutlich werden, daß bei Nutzung von Maschinen außer der Hubarbeit auch noch weitere Arbeiten verrichtet werden müssen. Am Beispiel des SE und bei der Demonstration des Hebens von Sand o. ä. mittels eines Flaschenzugs wird zunächst erkannt, daß stets Arbeit zum Überwinden der Reibung verrichtet werden muß.

Das Durcharbeiten des Lehrbuchabschnitts führt die Schüler zu der Erkenntnis daß außer der Überwindung der stets vorhandenen Reibung auch noch Maschinenteile bewegt (gehoben) werden müssen.
(2) Das Lesen des Lehrbuchabschnitts erfolgt zielgerichtet zur Beantwortung der gestellten Frage. Die Schüler müssen erkennen, daß sich die formulierte Erkenntnis aus der Goldenen Regel der Mechanik ergibt. Da die Bedingungen für deren Gültigkeit nicht erfüllbar sind, folgt auch hieraus, daß die aufgewandte Arbeit stets größer als die Hubarbeit sein muß.
(3) Aus dem Lehrbuch wird nur die Aufgabe übernommen. In gemeinsamer Arbeit erfolgt das inhaltliche Erfassen. Die beiden mechanischen Arbeiten werden in selbständiger Tätigkeit berechnet. Das Ergebnis wird anhand des Lehrbuchs kontrolliert und kommentiert. Dies dient gleichzeitig der Zusammenfassung des neuen Stoffs.
Für die Hausaufgabe sollte eine Auswahl aus folgenden Aufgaben getroffen werden: LB S. 43, Nr. 2 und 3; S. 45, Nr. 2 und S. 55, Nr. 7.

Tafelbild

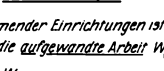
Bild 19/1

c
b
c

Hubarbeit und aufgewandte Arbeit

Bei der Verwendung kraftumformender Einrichtungen ist die Hubarbeit W_{Hub} stets kleiner als die aufgewandte Arbeit $W_{aufgew.}$

$W_{Hub} < W_{aufgew.}$



Bei der Verwendung kraftumformender Einrichtungen kann keine Arbeit gespart werden.

Stoffeinheit Mechanische Leistung

5 Stunden

Vorbemerkungen

Die Behandlung der mechanischen Leistung basiert auf dem Inhalt der vorigen Stoffeinheit. Der Begriff der mechanischen Leistung kann von den Schülern nur verstanden werden, wenn sie den Inhalt des Begriffs der mechanischen Arbeit verstanden haben. Sie müssen erfassen, daß es bei der mechanischen Leistung darauf ankommt, wie schnell eine mechanische Arbeit verrichtet wird.
Die Einführung der physikalischen Größe mechanische Leistung erfolgt methodisch in ähnlicher Weise wie beim Begriff der mechanischen Arbeit. Es kommt auch hier darauf an, daß der Begriff zunächst inhaltlich erfaßt wird, bevor die Definitionsgleichung gegeben wird. Die Betrachtungen bleiben auf die *mechanische* Leistung beschränkt. Zum Schaffen von konkreten Vorstellungen über die Leistung von Maschinen sind genaue Angaben auch aus der produktiven Arbeit nötig. Der Lehrer sollte beachten, daß die Behandlung der elektrischen und der thermischen Leistung in Klasse 8 auf den hier behandelten Zusammenhängen aufbaut.

Der Inhalt dieser Stoffeinheit gibt Gelegenheit, auf die Bedeutung hoher Leistungen von Maschinen für unsere Volkswirtschaft einzugehen.
Die ersten beiden Stunden dienen der qualitativen und quantitativen Einführung der physikalischen Größe mechanische Leistung und ihrer Berechnung. Die in der dritten Stunde durchzuführende Bestimmung der mechanischen Leistung eines Elektromotors wird den Schülern als Beispiel für die Anwendung der Definitionsgleichung der mechanischen Leistung für die experimentelle Bestimmung einer physikalischen Größe erläutert.
Die vierte Stunde bildet — vor einer schriftlichen Leistungskontrolle in der letzten Stunde — den Abschluß dieses ersten Stoffgebiets der Klasse 7. Dazu sollen die Größen Kraft, Arbeit und Leistung hinsichtlich der physikalischen Bedeutung, der Definitionsgleichungen, ihrer Gültigkeitsbedingungen und hinsichtlich ihrer Zusammenhänge systematisiert werden.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
20. **Die mechanische Leistung** — Begriff mechanische Leistung — Definitionsgleichung für die mechanische Leistung — Einheiten der Leistung	Zusammengesetzte Einheiten (Ph 6)	DE: Heben eines Körpers mit Masse $m = 5$ kg LB S. 46 bis 47
21. **Berechnungen zur mechanischen Leistung** — Berechnungen zu Leistungen — Leistungen von Mensch, Tier und Arbeitsmaschinen — Höchstleistung und Durchschnittsleistung — Größenvorstellungen von mechanischen Leistungen		LB S. 49 bis 51
22. **Experimentelle Bestimmung der Leistung** — Experiment zur Bestimmung der mechanischen Leistung eines Motors — Teilschritte beim Planen, Durchführen und Auswerten eines Experiments — Vertiefung des Leistungsbegriffs		DE: Bestimmen der mechanischen Leistung eines Motors

23. Systematisierung zu Kraft, Arbeit und Leistung – Grundlegende Kenntnisse zu den Größen des Stoffgebiets – Zusammenhänge zwischen den Größen Kraft, Arbeit und Leistung		Fo: Zusammenhang zwischen den Größen Arbeit und Leistung (S) (Bild 23/1) LB S. 51
24. Schriftliche Leistungskontrolle		

20. Stunde: Die mechanische Leistung

Stundenziele

Die Schüler

- kennen den Inhalt der Größe mechanische Leistung;
- wissen, daß die mechanische Leistung kennzeichnend ist für die Schnelligkeit, mit der mechanische Arbeit verrichtet wird;
- kennen die Definitionsgleichung für die mechanische Leistung und ihre Gültigkeitsbedingung;
- können Abhängigkeiten zwischen den physikalischen Größen mechanische Leistung, mechanische Arbeit und Zeit untersuchen;
- kennen die Einheit der mechanischen Leistung.

Unterrichtsmittel

Körper 5 kg

Folie mit Aufgabenstellung zu (1) (S)

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Hinführen zur physikalischen Größe mechanische Leistung (Mot, Ü) **15 min**	– Kontrollieren der HA – Aufgabenstellung: Vergleichen der Größen mechanische Arbeit und Zeit bei drei Vorgängen (UG, Fo) – Berechnen und Vergleichen mechanischer Arbeiten (SSA, UG) – Herausarbeiten der Unterschiede trotz gleicher mechanischer Arbeiten (UG)
Bei der Angabe der mechanischen Arbeit wird nichts darüber ausgesagt, wie schnell diese verrichtet wird.	

(2) Einführen des Begriffs mechanische Leistung (E) 10 min	– Einführen des Begriffs mechanische Leistung (LV, TB a) – Kennzeichnen der mechanischen Leistung als physikalische Größe, bei der die Zeit, in der eine Arbeit verrichtet wird, berücksichtigt wird (UG) – Beantworten der Frage: Unter welchen Bedingungen ist die Leistung groß bzw. klein? (LB S. 46, SSA, UG) – Anwenden der gewonnenen Erkenntnisse auf die Beispiele a bis c (UG)
Die mechanische Leistung gibt an, wie schnell die mechanische Arbeit verrichtet wird.	
(3) Definitionsgleichung für die mechanische Leistung (E) 10 min	– Motivieren von Leistungsberechnungen am Beispiel der LBA 47/1 und 47/2 (UG) – Mitteilen von Formelzeichen, Definitionsgleichung und deren Gültigkeitsbedingung (LV, TB b) – Untersuchen der physikalischen Abhängigkeiten anhand der Gleichung (UG)
Mechanische Leistung $= \frac{\text{verrichtete mechanische Arbeit}}{\text{benötigte Zeit}}$ Die mechanische Leistung wird mit Hilfe der Gleichung $P = \frac{W}{t}$ berechnet. Dies gilt unter der Bedingung, daß die mechanische Arbeit gleichmäßig verrichtet wird.	
(4) Einheit der Leistung (E, Z) 10 min	– Herleiten der Einheit 1 J/s für die Leistung anhand einer formalen Aufgabe (UG, TB c) – Mitteilen der Einheit 1 W (LV, TB c) – HA: Ermitteln der Leistungen von Maschinen
Die Einheit der mechanischen Leistung ist ein Watt (1 W). Es gilt: $1\ \text{W} = 1\ \frac{\text{J}}{\text{s}}$.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Zur Auswahl wird hier eine andere Variante als die im Lehrbuch beschriebene dargestellt. Es wird von drei Beispielen ausgegangen. Die Beispiele sind so gewählt, daß die zu verrichtenden mechanischen Arbeiten gleich sind. Nachdem die Schüler dies festgestellt haben, werden die Unterschiede herausgearbeitet:
In den Beispielen a) und b) sind die benötigten Zeiten verschieden; im Beispiel c) sind sie gleich. Davon ausgehend wird in (2) zum Begriff der mechanischen Leistung geführt. Die Beschreibung der drei Vorgänge wird auf einer Folie mit folgendem Text vorgegeben:

a) Zwei Schüler heben den gleichen Körper von 5 kg unterschiedlich schnell (4 s bzw. 1 s) auf die gleiche Höhe von 1,2 m.
b) Ein Güterzug (80 km/h) und ein Schnellzug (120 km/h) werden von Lokomotiven mit der gleichen Kraft von 100 kN über die gleiche Strecke von 10 km befördert.
c) Ein Kran hebt beim Wohnungsbau eine Platte von 50 kN um 12 m in 20 s; ein anderer Kran hebt eine Platte von 25 kN um 24 m in 20 s.

Zwei Schüler demonstrieren das Verrichten von Arbeit nach Aufgabe a. Hierbei und bei der Diskussion sollen zunächst die Arbeiten verglichen und dann berechnet werden.

Die Berechnung der mechanischen Arbeiten zu a) bis c) erfolgt in 6 Schülergruppen, um Zeit zu sparen. Die Ergebnisse werden übersichtlich an der Tafel notiert. Dazu wird auf einen Vergleich der für die Arbeiten benötigten Zeiten orientiert. Damit soll auf das inhaltliche Erfassen des Begriffs mechanische Leistung hingearbeitet werden.

(2) Bei der Einführung des Begriffs Leistung müssen die Schüler erkennen, unter welchen Bedingungen eine Leistung groß bzw. klein bei gleicher Arbeit ist. Entsprechende Betrachtungen werden für verschiedene Arbeiten bei gleicher Zeit angestellt. Gleichzeitig wird eine Abgrenzung zum Leistungsbegriff in der Umgangssprache vorgenommen.

(4) Beim Herleiten der Einheit kann Bezug genommen werden auf die in Klasse 6 behandelten zusammengesetzten Einheiten km/h und g/cm³.

Tafelbild

Bild 20/1

a
b
c

Mechanische Leistung

Die mechanische Leistung gibt an, wie schnell die mechanische Arbeit verrichtet wird.

Mechanische Leistung = $\frac{\text{verrichtete mechanische Arbeit}}{\text{benötigte Zeit}}$

Formelzeichen: P

Gleichung: $P = \frac{W}{t}$

Bedingung: gleichmäßiges Verrichten der mechanischen Arbeit

Einheit: $1\frac{J}{s} = 1\,W$ *(ein Watt)*

21. Stunde: Berechnungen zur mechanischen Leistung

Stundenziele

Die Schüler

- können die Gleichung für die mechanische Leistung auf Beispiele anwenden;
- können mechanische Leistungen berechnen;
- haben Vorstellungen von den mechanischen Leistungen einiger Maschinen und können Beispiele dafür erläutern;
- werten den Bau und den Einsatz von Maschinen mit hoher Leistung;
- gewinnen erste Einsichten über die Bedeutung des Maschinenbaus der DDR.

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Die mechanische Leistung (W) **5 min**	– Stellen der Aufgabe: Es soll die mechanische Leistung einer Maschine ermittelt werden. Was muß gemessen werden? (UG)
(2) Einfache Berechnungen von mechanischen Leistungen (Ü) **25 min**	– Berechnen der mechanischen Leistung (UG) – Mitteilen größerer und kleinerer Leistungseinheiten (LV) – Umrechnen von Einheiten der Leistung (UG) – Lösen von Aufgaben (LB S. 51, Nr. 3 u. a., SSA)
(3) Durchschnitts- und Höchstleistung (E) **5 min**	– Auffordern zum Vergleich der Leistung eines Spitzensportlers im Wettkampf und im Alltag bei der beruflichen Tätigkeit (UG) – Unterscheiden der Begriffe Höchstleistung und Durchschnittsleistung (UG)
Bei der Ermittlung von Leistungen muß man zwischen kurzzeitigen Höchstleistungen und Durchschnittsleistungen unterscheiden.	
(4) Größenvorstellungen von Leistungen (A) **10 min**	– Vergleichen von Leistungen von Mensch, Tier und Maschinen (LB S. 49/50, UG) – Lösen einer Aufgabe (LB S. 55, Nr. 5 (Leistung), UG) – Diskutieren des Einsatzes von Maschinen großer Leistung (UG) – HA: LB S. 51, Nr. 1 und 2

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1, 2) Die einführende Aufgabenstellung ist Grundlage für die Wiederholung des bisher erworbenen Wissens über die mechanische Leistung. Es schließt sich zunächst ein einfaches Beispiel für die Berechnung der Leistung an. Das Beispiel wird so gewählt, daß eine Umrechnung in eine größere Einheit sinnvoll erscheint. Beispiel: Mittels eines Aufzuges werden Baumaterialien mit der Kraft von 10000 N in 30 s um 24 m gehoben.

(4) Wichtigstes Anliegen dieses Abschnitts ist es, daß die Schüler Vorstellungen von der Einheit Watt bekommen. Dabei soll der anzustellende Vergleich erzieherisch genutzt werden, indem die Schüler erkennen, daß Maschinen die Arbeit des Menschen erleichtern und daß der Maschinenbau unserer Republik zur weiteren Erhöhung des Lebensstandards beiträgt.

22. Stunde: Experimentelle Bestimmung der Leistung

Stundenziele

Die Schüler
- können ein Experiment anhand der Aufgabenstellung planen;
- können die zu messenden Größen angeben und die Messung durchführen;
- können ein Experiment auswerten und das Ergebnis kritisch werten;
- vertiefen den Leistungsbegriff bei der Lösung weiterer Aufgaben.

Unterrichtsmittel

Experimentiermotor
Zentraluhr oder Stoppuhr
Stativmaterial
Handelswägestück 1 kg

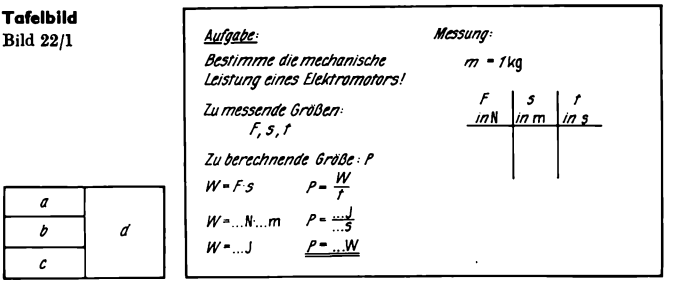
Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Leistungskontrolle (K) **10 min**	– Mündliche Leistungskontrolle – Kontrollieren der HA
(2) Bestimmen der mechanischen Leistung eines Elektromotors (A) **25 min**	– Aufgabenstellung für das DE (LV, TB a) – Planen des DE (UG, TB b) – Aufbauen und Durchführen des DE (DE, UG, TB d) – Auswerten des DE (UG, SSA, TB c)
Die mechanische Leistung einer Maschine kann durch Messen von Kraft, Weg und Zeit und nachfolgendes Berechnen ermittelt werden.	
(3) Lösen weiterer Aufgaben (Fst) **10 min**	– Lösen von weiteren Aufgaben zur mechanischen Leistung (SSA)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(2) Das Demonstrationsexperiment zur Ermittlung der mechanischen Leistung eines Elektromotors soll nach der vom Lehrer gegebenen Aufgabenstellung in seinen Teilschritten gemeinsam mit den Schülern erarbeitet werden.
Die Schüler sollen selbständig Vorschläge für den Aufbau der Experimentieranordnung machen und die zu messenden Größen angeben. Nach Durchführung der Messungen erfolgt die Auswertung selbständig im Heft. Die Ergebnisse werden kritisch gewertet. Die am Motor liegende Spannung ist konstant zu halten. Die elektrischen Größen werden bei diesem Experiment nicht betrachtet. Das Experiment wird so aufgebaut, daß der Motor durch Aufwickeln einer Schnur Hubarbeit an einem Körper verrichtet. Die Messungen werden ein- bis zweimal wiederholt. Bei Benutzung des Experimentiermotors wähle man zum Heben einen Körper von 1 kg. Der Motor soll langsam laufen, damit die zu messende Zeit nicht zu kurz wird. Zur Unterstützung des Experiments kann LB S. 55, Nr. 7 dienen.
(3) Die zu lösenden Aufgaben werden aus dem Angebot des Lehrbuchs entsprechend dem Leistungsstand der Klasse und einzelner Schüler ausgewählt.

Tafelbild
Bild 22/1



23. Stunde: Systematisierung der Größen Kraft, mechanische Arbeit und mechanische Leistung

Stundenziele

Die Schüler
- haben grundlegende Kenntnisse über die Größen Kraft, mechanische Arbeit und mechanische Leistung;
- erkennen Zusammenhänge zwischen den Größen Kraft, mechanische Arbeit, mechanische Leistung und Zeit.

Die Schüler erkennen, daß das Aufdecken von Zusammenhängen die Aneignung von Wissen erleichtert.

Unterrichtsmittel

Folie: Zusammenhang zwischen den Größen mechanische Arbeit und mechanische Leistung (S) (Bild 23/1)

Stundenverlauf

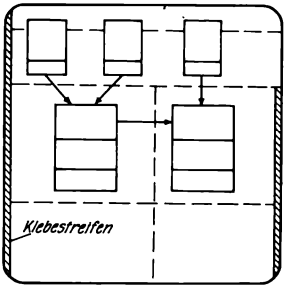
Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Wiederholung zur mechanischen Arbeit (W) **10 min**	– Hinweis auf schriftliche Leistungskontrolle in der nächsten Stunde (LV) – Wiederholen der Kenntnisse über die mechanische Arbeit (UG) – Orientieren auf Beispiele zur Berechnung der mechanischen Arbeit (LB S. 41 bis 42, LV)

(2) Zusammenhänge von mechanischer Arbeit und mechanischer Leistung (Fst) 20 min	– Orientieren auf das Ziel der Wiederholung (LV) – Bekanntmachen mit der zu entwickelnden Übersicht (Fo, LV) – Erarbeiten der Zusammenhänge anhand der Übersicht (UG, Fo) – Hinweisen auf Beispiele zur Berechnung der Leistung (LB S. 50 bis 51, LV)
(3) Wesentliche Fakten zu Kraft, mechanischer Arbeit und mechanischer Leistung (S) 15 min	– Systematisieren des Wissens über Kraft, mechanische Arbeit und mechanische Leistung (LB S. 51, UG, SSA) – HA: Vorbereiten auf die schriftliche Leistungskontrolle

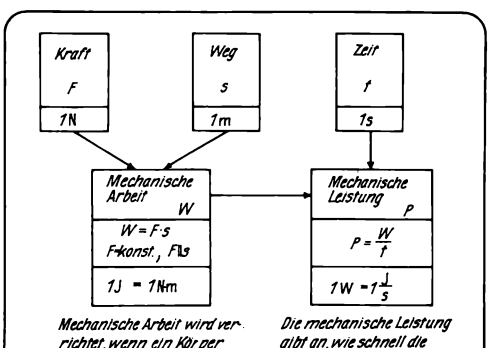
Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Schwerpunkt dieses und der anderen Abschnitte der Stunde ist das Wiederholen von Fakten und das Herausarbeiten von Zusammenhängen. In diesem und dem nächsten Stundenabschnitt werden die Schüler jeweils auf die im Lehrbuch berechneten Beispiele orientiert. Diese sollen Anhaltspunkt für die häusliche Vorbereitung der schriftlichen Leistungskontrolle sein.
(2) Nach Bekanntmachen mit der Übersicht anhand der Grundfolie zu Folie 23/1 werden zunächst Überlegungen angestellt, welche drei Größen für die Betrachtung bedeutsam sind. Formelzeichen für Kraft, Weg und Zeit werden eingetragen. Ausgehend von der Wiederholung des Faktenwissens ist der Schwerpunkt auf das Erkennen von Zusammenhängen zu legen.
Anstelle der Folie ist es auch möglich, eine Übersicht an der Tafel zu entwickeln, was erfahrungsgemäß einen höheren Zeitaufwand erfordert. An eine Übernahme in das Heft ist keinesfalls gedacht.
(3) An der Tafel oder auf einer Folie werden Kopf und linke Spalte der Lehrbuchübersicht S. 51 vorgegeben. Im Unterrichtsgespräch und durch selbständige Arbeit wird der Inhalt der Übersicht erarbeitet. Dabei wird Wert auf das Erkennen von Zusammenhängen gelegt. Die Kontrolle erfolgt durch Nutzung des Lehrbuchs.
Hinweise auf geeignete Aufgaben sollen der weiteren Vorbereitung auf die Klassenarbeit dienen. Zur Auswahl könnten stehen: LB S. 39, Nr. 4; S. 41, Nr. 1; S. 55 (Mechanische Arbeit), Nr. 4 und 6; S. 55 (Mechanische Leistung) Nr. 1, 4 und 5.

Folie
Bild 23/1



Grundfolie mit Schnittlinien für Deckfolie



Deckfolie

24. Stunde: Schriftliche Leistungskontrolle

Den Schülern sollen vier Aufgaben gestellt werden. Jeweils eine Aufgabe ist aus einer der vier Gruppen auszuwählen. Für die angegebene Anzahl der Punkte gelten sinngemäß die Bemerkungen aus der 11. Stunde.

Gruppe I: Einheiten physikalischer Größen

1. Rechne um: 2700 W = . . . kW
   0,55 kW = . . . W
2. Gib mindestens zwei Einheiten für die mechanische Arbeit an!

Gruppe II: Definition physikalischer Größen

1. Was gibt die mechanische Leistung an?
2. Nenne die Gleichung für die mechanische Arbeit! Unter welchen Bedingungen gilt diese Gleichung nur?

Gruppe III: Vergleich von aufgewandter Arbeit und Hubarbeit

1. Mittels einer Seilbahn werden Personen und Güter auf einen Berg befördert. Erläutere, welches hierbei die aufgewandte Arbeit und welches die Hubarbeit ist! Vergleiche die Arbeiten!
2. Ein Schüler holt an einem Tag zwei Eimer Kohlen aus dem Keller in die Wohnung. Dazu geht er zweimal in den Keller. Am nächsten Tag holt er beide Eimer auf einmal hoch. Hat er dadurch mechanische Arbeit gespart? Begründe deine Antwort!

Gruppe IV: Berechnung von mechanischer Arbeit und mechanischer Leistung

1. Ein Elektromotor hebt einen Bauaufzug mit einer Kraft von 3,5 kN auf eine Höhe von 12 m. Ein anderer Elektromotor bewegt einen Elektrokarren mit einer Kraft von 300 N längs eines Weges von 150 m.

a) Berechne die Arbeiten und vergleiche sie!
b) Kannst du aus diesen Angaben die Leistung der Motoren bestimmen? Begründe!

2. Es soll ein Bauaufzug eingesetzt werden, mit dem Körper gehoben werden können, deren Massen bis 500 kg betragen. Innerhalb von 10 s sollen die Körper um 14 m gehoben werden. Die Elektroindustrie bietet Motoren mit Leistungen von 6 kW, 8 kW, 11 kW und 15 kW an. Welchen Motor würdest du für den Aufzug vorschlagen? Begründe deine Entscheidung!

Vorschlag zur Punktebewertung:

Gruppe	I		II		III		IV	
Aufgabe	1	2	1	2	1	2	1	2
Punkte	2	2	2	2	3	3	5	5

Stoffgebiet Energie in Natur und Technik

10 Stunden

Vorbemerkungen

Die Behandlung des Energiebegriffs ist von zentraler Bedeutung. Solides Wissen über die Energie bildet eine wesentliche Voraussetzung für das Verständnis der Schüler für Vorgänge und Erscheinungen in Natur und Technik.
Ziel dieses Abschnitts ist es, daß die Schüler Vorstellungen davon erhalten, was man unter Energie versteht. Ihnen muß bewußt werden, daß Energie in unserem ganzen Leben von großer Bedeutung ist.
Damit ist die zentrale Stellung dieser Stoffeinheit nicht nur für den Physiklehrgang der Klasse 7 angedeutet. Es geht um die Herausbildung einheitlicher Grundkenntnisse der Schüler für energetische Betrachtungen in allen naturwissenschaftlichen Fächern, im Fach ESP und auch in gesellschaftswissenschaftlichen Fächern. Ein gutes Verständnis bezüglich des Energiebegriffs ermöglicht bessere Einsichten im Hinblick auf die Energiepolitik der DDR, auf Maßnahmen zur rationellen Nutzung der Energie und auf vielfältige Initiativen der Werktätigen zur effektiveren Energienutzung.
Das Stoffgebiet ist in vier Stoffeinheiten gegliedert:
— Energie, Energieformen, Energieträger;
— Umwandlung und Übertragung von Energie:
— Wirkungsgrad;
— Gesetz von der Erhaltung der Energie.
Bei der Behandlung des Energiebegriffs in Klasse 7 sind didaktische Vereinfachungen notwendig, um eine faßliche Definition zu ermöglichen. So kann der in der Fachwissenschaft gebrauchte Systembegriff in Klasse 7 nicht benutzt werden. Auch ist eine quantitative Formulierung mit Hilfe einer Gleichung aus Faßlichkeitsgründen nicht möglich und auch nicht notwendig. Ebenso kann für die Definition ein allgemeiner Arbeitsbegriff nicht genutzt werden, weil die Schüler darunter nur die ihnen bekannte mechanische Arbeit verstehen würden. Deshalb sieht der Lehrplan die folgende Definition vor: Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben oder Licht auszustrahlen. Bei der Behandlung steht deshalb die Erarbeitung der qualitativen Merkmale und Zusammenhänge im Vordergrund. Auf quantitative Betrachtungen wird mit Ausnahme des Wirkungsgrades verzichtet.
Bei der Herausbildung des Begriffs Energie muß darauf geachtet werden, daß das Verrichten von mechanischer Arbeit, die Abgabe von Wärme und das Aussenden von Licht Vorgänge sind, während die Energie einen Zustand charakterisiert. Die Begriffe Prozeßgröße und Zustandsgröße sind jedoch *nicht* zu benutzen.
Ausgehend von verschiedenen Energieformen lernen die Schüler Energieträger kennen. Die Frage nach der Nutzung der in den verschiedenen Energieträgern vorhandenen

Energieformen führt zwangsläufig zur Frage nach der Möglichkeit der Übertragung und Umwandlung von Energie. An Beispielen erkennen die Schüler, daß in der Natur Energieumwandlungen ohne Einfluß des Menschen stattfinden. Die bewußte Anwendung von Energieumwandlungen führt zur Behandlung von Beispielen aus der Technik. Gleichzeitig werden hierbei wichtige Grundlagen für die Behandlung energetischer Erscheinungen in den Fächern Chemie, Biologie und Einführung in die sozialistische Produktion geschaffen. Andererseits müssen Erfahrungen der Schüler aus dem Werkunterricht und der produktiven Arbeit genutzt werden. Schwerpunkt von Leistungskontrollen in diesem Stoffgebiet soll folgendes Wissen und Können der Schüler sein:

— Energie als Voraussetzung für das Verrichten von mechanischer Arbeit, für das Abgeben von Wärme und für das Aussenden von Licht;
— Formelzeichen und Einheit der Energie;
— einige Energieformen;
— wichtige Energieträger in Natur und Technik;
— Beschreiben von Energieübertragungen und Energieumwandlungen;
— physikalische Bedeutung des Wirkungsgrades;
— Definitionsgleichung und Formelzeichen für den Wirkungsgrad;
— Berechnungen der nutzbaren bzw. aufgewandten Energie mit Hilfe der Gleichung für den Wirkungsgrad;
— Aussage über die Unmöglichkeit eines perpetuum mobile;
— Gesetz von der Erhaltung der Energie.

In der Stoffeinheit Energie, Energieformen und Energieträger wird bereits in der ersten Stunde der allgemeine Energiebegriff eingeführt. Dies dient im besonderen dazu, die physikalische Bedeutung der Energie möglichst weit darzustellen. In der zweiten Stunde lernen die Schüler verschiedene Energieformen näher kennen. Während der Begriff der mechanischen Energie von den Schülern relativ leicht erfaßt wird, fällt ihnen der Zugang zum Begriff der *thermischen Energie* erfahrungsgemäß schwerer. Deshalb muß der inhaltlichen Erläuterung der Definition „Thermische Energie ist die Fähigkeit eines Körpers, aufgrund seiner Temperatur an seine kältere Umgebung Wärme abzugeben." viel Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Definition verdeutlicht auch, daß die thermische Energie im Sinne einer Zustandsgröße und die Wärme im Sinne einer Prozeßgröße behandelt wird, ohne diese Begriffe den Schülern zu nennen. Die sich anschließende Behandlung von Energieträgern stellt enge Beziehungen zur Praxis her. Dabei sind die Erfahrungen der Schüler aus dem Werkunterricht, der produktiven Arbeit und über die Tätigkeit der Eltern zu nutzen. Kern der zweiten Stoffeinheit ist, daß die Schüler erfassen, daß Energieformen ineinander umgewandelt werden können. Die zweite wesentliche Erkenntnis ist, daß Energie übertragen werden kann. Die Bedeutsamkeit beider Vorgänge für die Praxis muß den Schülern anhand von Beispielen bewußtwerden. Dabei werden sowohl einfache Experimente als auch Beispiele aus der Praxis erörtert.

Die Schülerexperimente dienen der weiteren Entwicklung von Fähigkeiten. Dabei ist besondere Aufmerksamkeit dem Aufbau eines Stromkreises, dem Beschreiben des Aufbaus der Experimentieranordnung sowie der Ergebnisse des Experiments und der beobachteten Vorgänge zu widmen.

Die dritte und vierte Stunde dienen schließlich der Anwendung des erworbenen Wissens auf Beispiele aus der Technik. Dabei ist der ständigen Festigung der neuen Begriffe besondere Aufmerksamkeit zu widmen, zumal die Schüler leicht geneigt sind, Energieumwandlung und Energieübertragung nicht voneinander zu trennen. Dies ist aber notwendig, damit der Energiebegriff von den Schülern sicher und richtig erfaßt wird. Der Anwendung physikalischer Erkenntnisse in technischen Anlagen und bei der Lösung technischer Aufgaben muß besonders bei der Behandlung der Energieumwandlungen in Kraftwerken Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dabei bietet sich

auch die Gelegenheit, den Schülern ein erstes Verständnis für die Energiepolitik in der DDR zu vermitteln.
Die erste Stunde der folgenden Stoffeinheit dient der Behandlung des Begriffs Wirkungsgrad und der entsprechenden Definitionsgleichung. Dabei sind die Begriffe *aufgewandte* und *nutzbare* Energie einzuführen. Die Festigung erfolgt auch hier durch Erörterung von Beispielen aus der Praxis. Die zweite Stunde dient der Anwendung des Wirkungsgrades durch Berechnungen der Energie und durch Lösen qualitativer Aufgaben. Ein weiteres Ziel beider Stunden ist es, die Schüler durch Hervorheben der rationellen und sparsamen Nutzung von Energie erzieherisch zu beeinflussen und entsprechendes Verhalten herauszubilden.
Die Stoffeinheit Gesetz von der Erhaltung der Energie bildet den Abschluß der Betrachtungen über die Energie. In der ersten Stunde ihrer Behandlung soll das Berichten über die Bemühungen um den Bau eines perpetuum mobile den Schülern deutlich machen, daß Unkenntnis oder Ignorieren von Naturgesetzen zur Spekulation führen muß. Die Schüler sollen erkennen, daß die Menschheit im Laufe ihrer Entwicklung die Erfahrung machen mußte, daß es nicht möglich ist, ein perpetuum mobile zu bauen. Die daraus folgende Erkenntnis wird im Gesetz von der Erhaltung der Energie zum Ausdruck gebracht. Damit bieten sich gute Ansatzpunkte für die weltanschauliche Bildung und Erziehung. Bei der Behandlung dieses Gesetzes werden die bisher erworbenen Kenntnisse bewußt angewendet. Es wird herausgearbeitet, daß dieses Gesetz für alle Bereiche von Natur und Technik gilt. Die Stoffeinheit schließt ab mit einer Zusammenfassung und einer Kurzkontrolle.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
25. Energie (Einführung) – Begriff Energie – Formelzeichen und Einheit der Energie – Beispiele für Energiebeträge	Küstenschutz (Geo 5)	DE: Modellexperiment zum Rammbär LB S. 57 bis 60
26. Energieformen und Energieträger – Energieformen – Energieträger	Exotherme Vorgänge (Ch 7) Kohlentagebau (Geo 5)	DE: PSV 8 V 5.1.3. DE: Experiment zur kinetischen Energie DE: Wecker LB S. 60 bis 63
27. Umwandlung und Übertragung von Energie – Beispiele für Energieumwandlungen – Energieübertragung	Exo- und endotherme Vorgänge (Ch 7)	DE: Energieumwandlungen DE: Federstoßeinrichtung, Wurfgerät Fo: Energieumwandlungen LB S. 64 bis 65

28. Energieumwandlungen – Beispiele für Energieumwandlungen in der Praxis – Umwandlung elektrischer Energie	Stromkreis (We 4) Schalten von Stromkreisen (We 5)	SE: Umwandlung elektrischer Energie Gasanzünder (mit Feuerstein) Hausexperiment: Energieübertragung bei gekoppelten Pendeln LB S. 65 bis 67
29. Energieumwandlungen in der Technik – Energieumwandlungen bei chemischen Reaktionen – Energieumwandlungen in Maschinen – Anwenden der Kenntnisse über Energieumwandlungen	Wärmeofen (We 6)	Elektromotor Modell Dieselmotor LB S. 67 bis 68
30. Energieumwandlungen in Kraftwerken – Überblick über Energieumwandlungen in Wasser- und Wärmekraftwerken – Beispiele für Energieumwandlungen	Kraftwerk (We 4) Energiegewinnung aus Braunkohle (Geo 5)	Modell Wasserkraftmaschinen AT Wasserkraftwerk K – F 108 Wasserkraftwerk Fo: Pumpspeicherkraftwerk (ESP) LB S. 68 bis 69
31. Der Wirkungsgrad – Begriffe aufgewandte und nutzbare Energie – $E_{nutz} < E_{aufgew}$ – Begriff Wirkungsgrad – Definitionsgleichung für den Wirkungsgrad – Angabe des Wirkungsgrades als Dezimalbruch oder in Prozent	Prozentrechnung (Ma 7) Verhältnis als Form des Vergleichens (Ma 6)	LB S. 70 bis 72
32. Bedeutung des Wirkungsgrades in der Praxis – $\eta < 100\%$ – $\eta < 1$ – Berechnungen zum Wirkungsgrad – Rationelle Nutzung von Energie	Prozentrechnung (Ma 7)	Fo: Pumpspeicherkraftwerk (ESP) LB S. 72 bis 73
33. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie – Begriff perpetuum mobile – Unmöglichkeit des perpetuum mobile – Gesetz von der Erhaltung der Energie – Energieumwandlungen in der lebenden Natur		AT: Wasserkraftwerk LB S. 74 bis 75

34. Kurzkontrolle und Festigung – Kurzkontrolle zu Energie und Wirkungsgrad – Besprechung der Kurzkontrolle – Systematisierung zu Kraft, Arbeit, Leistung und Energie		LB S. 76

Stoffeinheit Energie, Energieformen, Energieträger

2 Stunden

25. Stunde: Energie (Einführung)

Stundenziele

Die Schüler

- wissen, daß Energie die Fähigkeit ist, mechanische Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben oder Licht auszustrahlen;
- kennen Formelzeichen und Einheit für die Energie;
- gewinnen erste Vorstellungen von Energiebeträgen;
- begreifen, daß Energie in unserem Leben eine große Rolle spielt und deshalb sparsam mit ihr umgegangen werden muß.

Unterrichtsmittel

Feste Rolle
Schnur
Sand
Rundfuß mit Stativstab
Pneumatische Wanne oder Pappkarton

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Hinführen zum Energiebegriff (Prob, Mot, Ziel) **5 min**	– Orientieren auf das Ziel (LB S. 57/58, SSA) – Propädeutisches Beantworten der im LB gestellten Frage (UG, TB a) – Nennen von Beispielen für die Benutzung des Begriffs Energie im Alltag (SSA)

(2) Verrichten von mechanischer Arbeit (W, E) 10 min	– Reaktivieren von Kenntnissen durch Vergleich zweier Vorgänge: a) Einschlagen eines Pfahles durch Muskelkraft im Garten, b) Küstenschutz: Einrammen von Pfählen mit Hilfe eines Rammbärs (LV) – Herausarbeiten der Gemeinsamkeiten (UG) – Demonstrieren des Vorgangs (DE) – Erarbeiten weiterer Beispiele zur Energie (LB S. 58 und LBA 58/2 und 58/3, SSA)
Gehobene Körper haben die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten.	
(3) Begriff Energie (E, Z) 10 min	– Präzisieren des Begriffs Energie (LV) – Anwenden des Energiebegriffs auf bisher behandelte und weitere Beispiele (UG) – Erweitern des Energiebegriffs anhand von Beispielen (LB S. 59, UG, TB b) – Zusammenfassen der bisher erworbenen Kenntnisse durch Anwenden der Definition auf Beispiele (LB S. 58/59, SSA)
Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben oder Licht auszustrahlen.	
(4) Formelzeichen und Einheit der Energie (E) 10 min	– Einführen von Formelzeichen und Einheit der Energie (LV, TB c) – Hinweisen auf die Einheiten kW · h und MW · h (LV) – Herausarbeiten des Zusammenhangs von Arbeit und Energie (LBA 59/1 und 59/2, LV)
(5) Energiebeträge (A) 10 min	– Bekanntmachen mit Energiebeträgen (LB S. 60, UG) – Vergleichen von Energiebeträgen (LB S. 60, SSA) – HA: LB S. 59, Nr. 1 – Rückgabe der schriftlichen Leistungskontrolle
Das Formelzeichen für die Energie ist *E*. Sie wird in der gleichen Einheit wie die Arbeit angegeben: 1 J (ein Joule).	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1, 2) Zu Beginn wird nur der den Schülern aus der Umgangssprache bekannte Begriff der Energie benutzt. Die Bildung des exakten Begriffs soll auf der im zweiten Unterrichtsabschnitt zu entwickelnden Erkenntnis aufbauen, daß gehobene Körper die Fähigkeit haben, Arbeit zu verrichten. Bei der Darstellung der Bedeutung der Energie ist auch auf die verbreitete Forderung einzugehen, mit Energie sparsam umzugehen. Nach dem Vergleich der vom Lehrer beschriebenen Vorgänge demonstriert ein Schüler das Einschlagen eines Holzstabes in Sand durch einen gehobenen Körper (am Stativstab geführter Rundfuß).

(3) Der Energiebegriff wird präzisiert und auf die Abgabe von Wärme und Licht erweitert. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß von der Abgabe von *Wärme* (im Sinne einer Prozeßgröße) und nicht von Wärmeenergie oder Wärmemenge gesprochen werden muß. Hier kann Bezug genommen werden auf die Behandlung der Wärme in Klasse 6 (vgl. LB 6, S. 71). Die Zusammenfassung erfolgt durch Anwendung der Definition auf Beispiele aus Natur und Technik.

(4, 5) Nach dem Einführen von Formelzeichen und Einheit ist den Schülern mitzuteilen, daß die Energie die gleiche Einheit hat wie die Arbeit.

Es erfolgt ein Hinweis auf Einheiten der elektrischen Energie kWh und MWh. Die Nutzung der Lehrbuchübersicht S. 60 dient der Bildung erster Vorstellungen von Energiebeträgen. Vergleiche der dort genannten Energiebeträge dienen der Festigung des Energiebegriffs.
Die Analyse der schriftlichen Leistungskontrolle sollte der Lehrer nutzen, um Schlußfolgerungen für den weiteren Unterricht zu ziehen. Festgestellte Schwächen einzelner Schüler oder auch von Schülergruppen sollten erörtert und im weiteren Unterricht an geeigneten Stellen berücksichtigt werden.

Tafelbild
Bild 25/1

a
b
c

Energie

Was versteht man in der Physik unter Energie?

Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben oder Licht auszustrahlen.

Formelzeichen: E
Einheit: 1 J (ein Joule)
1000 J = 1 kJ
1000 kJ = 1 MJ

26. Stunde: Energieformen und Energieträger

Stundenziele

Die Schüler
- wissen, daß Energie eine Voraussetzung für das Verrichten von mechanischer Arbeit oder für die Abgabe von Wärme oder für das Ausstrahlen von Licht ist;
- kennen einige Energieformen;
- kennen einige Energieträger;
- können Energieträger und die entsprechenden Energieformen anhand von Beispielen nennen;
- erkennen, daß mit Energieträgern sparsam umgegangen werden muß.

Unterrichtsmittel

Kugel aus SEG
Holzquader
Erlenmeyerkolben mit Wasser
Geneigte Ebene
Wärmequelle
Wecker

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Potentielle und kinetische Energie (W, Fst, E) 20 min	– Wiederholen und Kontrollieren der über die Energie erworbenen Kenntnisse – Erarbeiten des Begriffs potentielle Energie (LB S. 60, LBA 60/1 und 60/2, UG, TB b) – Demonstrieren eines Weckers und eines gehobenen Körpers als Beispiel für potentielle Energie (DE, UG) – Demonstrieren von Vorgängen und Schlußfolgern, daß Körper aufgrund ihrer Bewegung Energie besitzen (DE, UG) – Einführen des Begriffs kinetische Energie (LB S. 61, SSA, UG, TB b) – Zusammenfassen des neuen Wissens und Einführen des Begriffs Energieform (UG, TB a)
Energie tritt in verschiedenen Formen auf. Potentielle Energie ist die Fähigkeit eines Körpers, aufgrund seiner gehobenen Lage oder seiner elastischen Verformung mechanische Arbeit zu verrichten. Kinetische Energie ist die Fähigkeit eines Körpers, aufgrund seinerBewegung mechanische Arbeit zu verrichten. Potentielle und kinetische Energie werden zusammen als mechanische Energie bezeichnet.	
(2) Weitere Energieformen (E) 15 min	– Nennen anderer Energieformen (SSA, TB b) – Verdeutlichen, daß ein Heizkörper einer Dampfheizung Wärme abgibt (UG) – Einführen des Begriffs thermische Energie (UG, TB b) – Einführen des Begriffs chemische Energie (LB S. 62, SSA, TB b) – Einführen des Begriffs elektrische Energie (LV, TB b) – Hinweisen auf Kernenergie (LV, TB b) – Zusammenfassung (UG)
Es gibt verschiedene Energieformen. Beispiele sind mechanische Energie, thermische Energie, chemische Energie und elektrische Energie.	
(3) Energieträger (E, A) 10 min	– Anstellen einer ökonomischen Betrachtung mit dem Ziel der Fragestellung: Woher kommt Energie? (LV) – Einführen des Begriffs Energieträger (LV, TB a) – Nennen von Energieträgern in Natur und Technik und von Beispielen für deren Anwendung (SSA) – Zuordnen der Energieformen zu den genannten Energieträgern (SSA, TB c) – HA: LB S. 63, Nr. 4
Wichtige Energieträger in Natur und Technik sind: Kohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Luft, Sonnenstrahlung, Wasserdampf, Stadtgas, Druckluft, elektrischer Strom, Benzin.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Die Wiederholung soll der Festigung der Erkenntnis dienen, daß Energie die Voraussetzung für das Verrichten mechanischer Arbeit, für das Abgeben von Wärme und für das Ausstrahlen von Licht ist. Gleichzeitig damit soll die Vorbereitung einer Hausaufgabe erreicht werden: Aussagen über die Energie können gefunden werden, indem man Beispiele untersucht, bei denen Arbeit verrichtet wird oder Wärme oder Licht abgegeben wird.
Ausgehend von der Erarbeitung der potentiellen und der kinetischen Energie soll zum Begriff Energieform geführt werden. Die Kontrolle der HA ist geeignet, von der potentiellen zur kinetischen Energie überzugehen. Diese beiden Energieformen werden zur mechanischen Energie zusammengefaßt.
(2) Ausgehend von Demonstrationsexperimenten werden verschiedene Energieformen eingeführt. Die Experimente sind so anzulegen und zu erläutern, daß die im Lehrbuch formulierten Definitionen verständlich werden.
(3) Ausgehend von der Betrachtung, daß überall in unserem Leben (Industrie, Landwirtschaft, Haushalt) mechanische Arbeit verrichtet und Wärme benötigt wird, ergibt sich die Frage, wo die dazu benötigte Energie herkommt. Als erstes Beispiel wird die Sonne als Energiequelle gekennzeichnet. Verbunden mit der Anwendung und der Festigung der Kenntnisse über die Energieformen werden dazugehörige Energieträger genannt. Es werden alle Energieträger behandelt, die in der Lehrbuchübersicht S. 63 enthalten sind. Zur HA wird darauf hingewiesen, daß es zu ihrer Beantwortung notwendig ist, zunächst die Übersicht S. 63 durchzuarbeiten.

Tafelbild
Bild 26/1

a	
b	c

Energieformen und Energieträger

Energieformen		*Energieträger*
potentielle Energie	*kinetische Energie*	
mechanische	*Energie*	*Wasser, Wind, gespannte Feder,*
thermische	*Energie*	*Wasserdampf*
chemische	*Energie*	*Kohle, Erdöl, Gas, Benzin, Nahrungsmittel*
elektrische	*Energie*	*elektrischer Strom*
Kernenergie		*Uran*

Stoffeinheit Umwandlung und Übertragung von Energie 4 Stunden

27. Stunde: Umwandlung und Übertragung von Energie

Stundenziele

Die Schüler
- wissen, daß Energieformen ineinander umwandelbar sind;
- wissen, daß Energie von einem Körper auf einen anderen übertragen werden kann;
- kennen Beispiele für Energieumwandlungen;
- können Energieumwandlungen beschreiben.

Unterrichtsmittel

2 Kugeln
Folie: Energieumwandlungen
Federstoßeinrichtung aus SEG oder Wurfgerät

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Problemstellung zu Energieumwandlungen (Prob, Ziel) **10 min**	– Kontrollieren der HA – Stellen eines Problems: Kann man mit Hilfe von Kohle einen Aufzug nach oben bewegen? (LV) – Diskutieren der genannten Fragestellung (UG) – Angeben des Ziels (TB a)
(2) Untersuchung von Energieumwandlungen (E, Z) **15 min**	– Auffordern zum Beschreiben der auftretenden Energieumwandlungen nach Lesen des Lehrbuchabschnitts S. 64, 1. Abschnitt und nach Beobachten des Experiments (LB, SSA) – Demonstrieren eines fallengelassenen Tischtennisballs (DE) – Beschreiben der Vorgänge und der Energieumwandlungen (UG, TB b, Fo) – Anwenden der erworbenen Kenntnisse (LB S. 64, 2. Abschnitt, SSA, TB c)
Potentielle und kinetische Energie lassen sich ineinander umwandeln.	
(3) Energieübertragung (E, A, Z) **20 min**	– Demonstrieren eines Wurfs mittels Wurfgerät (DE) – Beschreiben und Erklären des Vorgangs unter energetischem Aspekt (SSA) – Einführen des Begriffs Energieübertragung (LV) – Demonstrieren der Energieübertragung, wenn eine rollende Kugel eine andere anstößt (DE) – Erläutern der Energieübertragung (LBA 65/2, SSA, UG, TB d) – Zusammenfassen der neuen Erkenntnisse (SV)
Beim Verrichten mechanischer Arbeit kann Energie von einem Körper auf einen anderen übertragen werden.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

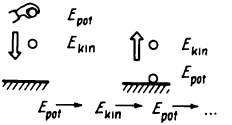
(1, 2) Die Fragestellung soll zunächst zu der Erkenntnis führen, daß Energieformen ineinander umwandelbar sind. Die Erörterungen der einzelnen Umwandlungen sollen in dieser und der nächsten Stunde erfolgen. Die vollständige Beantwortung der Frage ist erst dann möglich.
Die Energieumwandlung wird zunächst am Beispiel *eines* Körpers behandelt.
Bei der Erläuterung der Energieumwandlungen ist auch auf die bei den Vorgängen verrichtete Beschleunigungsarbeit einzugehen. Zur Unterstützung der Erörterungen eignet sich die Folie „Energieumwandlungen".
(3) Zur Demonstration kann das Wurfgerät oder eine Federstoßeinrichtung aus dem SEG verwandt werden. Bei der Einführung des Begriffs Energieübertragung (von einem Körper auf einen anderen) ist darauf zu achten, daß häufig dabei auch Energieumwandlungen auftreten. Dieses gleichzeitige Auftreten zweier Vorgänge bereitet den Schülern einige Schwierigkeiten.

Tafelbild
Bild 27/1

a
b
c
d

Umwandlung und Übertragung von Energie

Kann Energie aus einer Form in eine andere umgewandelt und übertragen werden?



Energieformen sind ineinander umwandelbar.

Energie kann übertragen werden.

28. Stunde: Energieumwandlungen

Stundenziele

Die Schüler
- kennen Beispiele für Energieumwandlungen aus der Praxis:
- können Energieumwandlungen anhand eines Experiments beschreiben:
- können einen Stromkreis aufbauen.

Die Schüler werden zum kollektiven Verhalten beim Durchführen von Schülerexperimenten erzogen.

Unterrichtsmittel

Geräte für SE (LB S. 65)
Bunsenbrenner
Gasanzünder (mit Feuerstein)

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Energieumwandlung in der Praxis (A) 10 min	– Beobachten des folgenden Experiments: Eine Bunsenbrennerflamme wird mit Hilfe eines Gasanzünders (mit Feuerstein) entzündet (DE) – Beschreiben der Energieumwandlungen beim Gasanzünder und beim Bunsenbrenner (UG) – Erläutern von Beispielen für die Übertragung von Energie (LB S. 65 bis 67, SSA) – HA: LB S. 67, Hausexperiment (LV)
(2) Umwandlung elektrischer Energie (A) 35 min	– Vorbereiten des SE (LB S. 65, SSA, UG) – Aufbauen und Durchführen des SE (SSA) – Beschreiben der beobachteten Energieumwandlungen (SSA) – Verallgemeinern der gewonnenen Erkenntnisse (UG)
Elektrische Energie läßt sich in thermische Energie, in mechanische Energie und in weitere Energieformen umwandeln.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Der erste Stundenabschnitt dient gleichzeitig der Wiederholung und der Vorbereitung des SE im zweiten Stundenabschnitt. Im einführenden Experiment werden die Schüler auf die Beobachtung der Energieumwandlungen beim Gasanzünder und beim Bunsenbrenner orientiert. Deshalb ist es notwendig, einen Gasanzünder mit Feuerstein zu verwenden, damit die Schüler die auftretenden Energieumwandlungen auch beschreiben können.

(2) Der Aufbau des Stromkreises erfolgt zweckmäßig in gleicher Front. Dabei kann auf den Kenntnissen der Schüler aus dem Werkunterricht der Klassen 4 und 5 aufgebaut werden. Zur Erläuterung und als Informationsquelle für die Schüler sollte der Lehrer einen entsprechenden Aufbau mit Schülerexperimentiergeräten vor der Klasse vornehmen, da für die Schüler unbekannte Geräte verwendet werden. Es ist der Hinweis nötig, daß die Schüler die vom Lehrer an den Stromversorgungsgeräten eingestellte Spannung nicht verändern.

Es ist günstig, die drei Experimente mit Glühlampen, Heizdraht und Motor von allen Schülern gleichzeitig ausführen zu lassen. Andernfalls kann gruppenweise gewechselt werden. Motoren gehören zum Lehrmittelsortiment des Werkunterrichts und sollten dort ausgeliehen werden.

Das Beschreiben der auftretenden Energieumwandlungen sollte in einer geeigneten schriftlichen Kurzform erfolgen. An eine Protokollführung ist bei diesem Experiment nicht gedacht.

29. Stunde: Energieumwandlungen in der Technik

Stundenziele

Die Schüler

- kennen Energieumwandlungen in Motoren und anderen technischen Einrichtungen;
- können Energieumwandlungen in Motoren nennen;
- können Beispiele für Energieumwandlungen selbständig finden;
- erkennen, daß Energieumwandlungen in der Technik von großer Bedeutung sind.

Unterrichtsmittel

Elektromotor

Modell eines Verbrennungsmotors

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Energieumwandlungen bei chemischen Reaktionen (K) **15 min**	– Kontrollieren und Erörtern der HA (SSA, UG) – Stellen und Beantworten der Frage: Welche Energieumwandlungen treten bei chemischen Reaktionen auf? (LB S. 67, SSA)
(2) Energieumwandlungen in Motoren (A, E) **20 min**	– Wiederholung der Fragestellung aus der 27. Stunde (LV) – Analysieren der Fragestellung unter dem Aspekt von Energieumwandlungen (UG, TB a) – Demonstrieren des Hebens eines Körpers mittels Elektromotor (DE) – Wiederholen der Energieumwandlung bei einem Elektromotor (UG, TB b) – Anwenden der gewonnenen Erkenntnis auf den Benzin- bzw. Dieselmotor (UG, TB c) – Nennen der in Motoren erfolgenden Energieumwandlungen (SSA) – Erläutern weiterer Beispiele (LB-Übersicht S. 68, SSA)
In Maschinen finden Energieumwandlungen statt.	
(3) Festigung und Anwendung zu Energieumwandlungen in der Praxis (A, Fst, Z) **10 min**	– Anwenden der über Energieumwandlungen gewonnenen Erkenntnisse auf Beispiele aus der Praxis (UG, SSA) – Zusammenfassen der Kenntnisse über Energieumwandlungen (UG, SV) – HA: LB S. 69, Nr. 1

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Bezüglich der Energieumwandlungen bei chemischen Reaktionen ist nur ein Ausblick zu geben, ohne tiefer auf die Reaktionen einzugehen. In diesem Zusammenhang wird auf die Bedeutung der Kenntnisse über Energieumwandlungen für den Chemieunterricht hingewiesen.

(2) Die Fragestellung aus der 27. Stunde wird wieder aufgenommen. Die Analyse der Frage soll zu der Erkenntnis führen, daß in Maschinen Energieumwandlungen stattfinden, die untersucht werden sollen.
Das Demonstrationsexperiment soll den Schülern die Energieumwandlung bei der Benutzung eines Elektromotors verdeutlichen. Bei der Behandlung weiterer Beispiele werden zunächst ohne Lehrbuchnutzung die beiden ersten Beispiele der Übersicht des LB S. 68 erörtert. Die Behandlung soll so erfolgen, daß die Schüler in die Lage versetzt werden, anschließend unter Nutzung des Lehrbuchs die weiteren Beispiele aus der Übersicht selbständig mündlich darzustellen. Dabei kann auch auf die Umwandlung elektrischer Energie im Wärmeofen eingegangen werden, wie sie im LB Werkunterricht Kl. 4/5/6, S. 66 dargestellt ist.

Tafelbild

Bild 29/1

a
b
c

Energieumwandlungen in der Technik

Wie kann man die Umwandlung von Energieformen für den Menschen nutzbar machen?

Elektromotor: elektrische Energie ⟶ kinetische Energie

Benzinmotor: chemische Energie ⟶ kinetische Energie

30. Stunde: Energieumwandlungen in Kraftwerken

Stundenziele

Die Schüler
- haben einen Überblick über Energieumwandlungen in Wärme- und Wasserkraftwerken;
- können Energieumwandlungen in einem Wasserkraftwerk beschreiben;
- erkennen die Bedeutung von Energieumwandlungen in Kraftwerken für die Volkswirtschaft.

Unterrichtsmittel

AT Wasserkraftwerk oder K-F 108 „Wasserkraftwerk"
Modell Wasserkraftmaschinen
Folie: Pumpspeicherkraftwerk

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Energieumwandlungen in Kraftwerken (E, A) 25 min	– Kontrollieren der Kenntnisse über Energieumwandlungen in Motoren, Kontrollieren der HA – Orientieren auf die Behandlung von Energieumwandlungen in Kraftwerken (LV) – Nennen von Beispielen für Standorte von Kraftwerken (SSA) – Erarbeiten der Energieumwandlungen in einem Wärmekraftwerk (LB S. 69, UG) – Demonstrieren der Wirkungsweise einer Wasserkraftmaschine (DE, AT oder K-F 108, Fo) – Beschreiben der Energieumwandlungen in einem Wasserkraftwerk (LB S. 69, SSA)
In Kraftwerken finden mehrere Energieumwandlungen statt. Hauptziel ist die Umwandlung in elektrische Energie.	
(2) Beispiele für Energieumwandlungen (A, U, Z) 20 min	– HA: LB S. 77, Nr. 8 – Anwenden der erworbenen Kenntnisse auf weitere Beispiele (SSA, UG) – Zusammenfassen der Kenntnisse über Energieumwandlungen (SV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Das Erarbeiten der Energieumwandlungen in einem Wärmekraftwerk soll methodisch so gestaltet werden, daß die Schüler anschließend in der Lage sind, die Energieumwandlungen in einem Wasserkraftwerk selbständig darzustellen.
Im Werkunterricht der Klasse 4 haben die Schüler kurz über die Erzeugung des elektrischen Stroms gesprochen. Dazu befindet sich im Lehrbuch Werkunterricht Kl. 4/5/6 auf Seite 38 ein Bild eines Generators im Kraftwerk Vetschau. Hierauf kann bei der Erarbeitung Bezug genommen werden. Bei der Zusammenfassung ist auf die Bedeutung der Kraftwerke in unserer Republik hinzuweisen. Den Schülern muß dabei bewußt werden, daß sparsamer Umgang mit elektrischer Energie zur Einsparung wertvoller Energieträger führt.
(2) Es erfolgt die Beantwortung der Fragestellung vom Beginn der 27. Stunde.

31. Stunde: Der Wirkungsgrad

Stundenziele

Die Schüler

- wissen, daß bei Energieumwandlungen die nutzbare Energie stets kleiner als die aufgewandte Energie ist;
- wissen, daß der Wirkungsgrad den Anteil der nutzbaren Energie an der aufgewandten Energie angibt;
- kennen die Gleichung für den Wirkungsgrad $\eta = \frac{E_{nutz}}{E_{aufgew}}$;
- wissen, daß der Wirkungsgrad als Dezimalbruch oder in Prozent angegeben werden kann;
- erkennen, daß die aufgewandte Energie nicht vollständig genutzt werden kann.

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Nutzung von Energie (Mot, Ziel) **5 min**	– Zielorientierung durch Lesen des 1. Abschnitts im LB, S. 70 (SSA) – Herausarbeiten der Fragestellung: Kann die gesamte aufgewandte Energie bei einer Maschine genutzt werden? (UG, TB b)
(2) Wirkungsgrad bei Energieumwandlungen (E) **10 min**	– Beantworten der Fragestellung nach Lesen im LB S. 70, 2. Abschnitt (SSA) – Bilden des Begriffs Wirkungsgrad (UG, TB a, c) – Vergleichen der Energieanteile (UG, TB b)
Bei Energieumwandlungen ist die nutzbare Energie stets kleiner als die aufgewandte Energie. Der Wirkungsgrad einer Anlage für Energieumwandlungen gibt an, welcher Anteil der aufgewandten Energie in nutzbare Energie umgewandelt wird.	
(3) Definitionsgleichung für den Wirkungsgrad (E) **15 min**	– Erarbeiten der Definitionsgleichung mit Hilfe einer Übersicht (LB S. 71, UG, TB d) – Erarbeiten der Einheit (UG, TB d) – Untersuchen physikalischer Abhängigkeiten zwischen den Größen Wirkungsgrad, nutzbare und aufgewandte Energie (SSA)
Wirkungsgrad $= \frac{\text{nutzbare Energie}}{\text{aufgewandte Energie}}$; $\eta = \frac{E_{nutz}}{E_{aufgew}}$ Der Wirkungsgrad wird als Dezimalbruch oder in Prozent angegeben.	

(4) Anwendungen zum Wirkungsgrad (A, Ü) **15 min**	– Schaffen von Vorstellungen über den Wirkungsgrad durch Erörtern und Vergleichen von Beispielen (LB S. 72, UG) – Deuten der angegebenen Wirkungsgrade mit Hilfe der erarbeiteten Gleichung (UG) – Anwenden der Gleichung für den Wirkungsgrad: LB S. 73, Nr. 1 – nur Motor 1, (SSA, UG) – HA: LB S. 73, Nr. 1 (für Motor 2)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(2) Die Schüler sollen unter Nutzung des LB erkennen, daß bei einem Pkw-Motor nicht die gesamte aufgewandte Energie genutzt werden kann. Der Begriff Wirkungsgrad soll zunächst nur in seiner *qualitativen* Form genutzt werden. Die Schüler sollen erfassen, daß man von einem großen (bzw. kleinen) Wirkungsgrad spricht, wenn ein hoher (bzw. geringer) Anteil der aufgewandten Energie genutzt wird.
(3) Aus der Erörterung der Übersicht folgt, daß es sinnvoll ist, den Wirkungsgrad in Form eines Quotienten anzugeben. Dieser Erörterung ist große Aufmerksamkeit zu widmen. Formelzeichen und Gleichung werden gegeben.
(4) Dieser Abschnitt dient einmal dazu, die Angaben des Wirkungsgrades in Prozent zu konkretisieren. Die Schüler sollen sichere Aussagen über den Anteil der nutzbaren Energie machen können. Zum zweiten geht es darum, Vorstellungen zu schaffen, welche Wirkungsgrade bei den verschiedenen Maschinen und Anlagen erreicht werden.
Das Lösen der Aufgabe dient der konkreten Anwendung und gleichzeitig der Vorbereitung der Hausaufgabe.

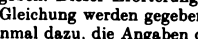
Tafelbild

Bild 31/1

a
b
c
d

Wirkungsgrad bei Energieumwandlungen

Läßt sich die gesamte bei einem Vorgang aufgewandte Energie nutzen?
Bei einer Energieumwandlung ist die nutzbare Energie stets kleiner als die aufgewandte.



$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{nutzbare Energie}}{\text{aufgewandte Energie}}$$

$$\eta = \frac{E_{nutz}}{E_{aufgew}}$$

η ... Wirkungsgrad Einheit: als Dezimalbruch oder in %

32. Stunde: Bedeutung des Wirkungsgrades in der Praxis

Stundenziele

Die Schüler
- können erklären, weshalb der Wirkungsgrad von Anlagen für die Energieumwandlung stets kleiner als 1, bzw. kleiner als 100% ist;
- können die Definitionsgleichung bei Berechnungen der nutzbaren und aufgewandten Energie anwenden;
- können Wirkungsgrade von Anlagen für die Energieumwandlung vergleichen;
- erfassen, daß der Anteil der nutzbaren Energie in Maschinen möglichst groß sein muß;
- erkennen, wie und weshalb mit Energie rationell umgegangen werden muß.

Unterrichtsmittel

Folie: Pumpspeicherkraftwerk

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Leistungskontrolle zum Wirkungsgrad (K) **10 min**	– Mündliche Leistungskontrolle – Kontrollieren der HA aus der 30. und 31. Stunde
(2) Vertiefung der Kenntnisse über den Wirkungsgrad (E, A) **10 min**	– Erarbeiten und Begründen der Erkenntnis, daß immer gilt: $\eta < 100\%$ bzw. $\eta < 1$ (UG, TB)
Für den Wirkungsgrad gilt immer: $\eta < 100\%$ bzw. $\eta < 1$.	
(3) Berechnungen zum Wirkungsgrad (Ü) **10 min**	– Rechnen einer einfachen Aufgabe (UG) – Selbständiges Lösen einer Aufgabe (LB S. 77, Nr. 12, SSA)
(4) Rationelle Nutzung der Energie (A, Z) **15 min**	– Herausarbeiten der Erkenntnis, daß der Wirkungsgrad von Maschinen und Anlagen möglichst hoch sein muß (LB S. 72, SSA, UG) – Informieren über den Gesamtwirkungsgrad (LV) – Selbständiges Nennen und Beschreiben von drei Möglichkeiten zur rationellen Nutzung von Energie nach Lesen im LB S. 73 (SSA) – HA: LB S. 73, Nr. 2 – Zusammenfassen der Kenntnisse über den Wirkungsgrad (UG)
Um Energie intensiv zu nutzen, muß der Wirkungsgrad von Maschinen und Anlagen ständig weiter verbessert werden. Mit Energie ist sparsam umzugehen.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(2) Anschließend an die Kontrolle teilt der Lehrer mit, daß der Wirkungsgrad des Pumpspeicherkraftwerkes Hohenwarte II 75% beträgt.
Eine Betrachtung dieses und im LB angegebener Wirkungsgrade führt zu der Feststellung, daß dieser stets kleiner als 1 ist. Die Schüler sollen selbständig eine Erklärung für diese Tatsache finden.
(4) Ausgehend von der Aufgabenlösung und nach Lesen des Lehrbuchabschnitts S. 73 sollen die Schüler zu der Erkenntnis geführt werden, daß der Wirkungsgrad von Maschinen möglichst hoch sein muß. Auf der Grundlage dieser Erkenntnis erhalten die Schüler den Auftrag: Gib drei Möglichkeiten an, wie man Energie möglichst rationell nutzen kann! Bei der Konkretisierung der Antworten wird auf die Bedingungen im örtlichen Territorium eingegangen. Bei der Diskussion der Antworten sollte wieder darauf eingegangen werden, daß ein Wirkungsgrad von 100% nicht erreichbar ist.

Tafelbild

Bild 32/1

Wirkungsgrad

Wie kann der Anteil der nutzbaren Energie berechnet werden?

$\eta = \frac{E_{nutz}}{E_{aufgew}}$

$\eta < 100\,\%$

$\eta < 1$

Bei technischen Einrichtungen muß stets mehr Energie aufgewendet werden als genutzt werden kann.

Stoffeinheit Gesetz von der Erhaltung der Energie — 2 Stunden

33. Stunde: Das Gesetz von der Erhaltung der Energie

Stundenziele

Die Schüler

- wissen, was man unter einem perpetuum mobile versteht;
- kennen das Gesetz von der Erhaltung der Energie;
- können begründen, weshalb es kein perpetuum mobile geben kann;
- wissen, daß Energieumwandlungen auch in der lebenden Natur stattfinden.

Die Schüler vertiefen ihre Erkenntnis, daß physikalischen Erscheinungen Gesetze zugrunde liegen, die vom Menschen erkannt und genutzt werden.

Unterrichtsmittel

AT: Wasserkraftwerk

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) perpetuum mobile (Prob, K) **10 min**	– Mündliche LK zum Wirkungsgrad – Kontrollieren der HA – Erarbeiten eines Problems (LB S. 74, SSA, UG) – Formulieren der Fragestellung für die Stunde (LV, TB b)
(2) Unmöglichkeit des perpetuum mobile (E, A) **10 min**	– Erläutern des Begriffs perpetuum mobile (LV) – Erarbeiten der Erkenntnis, daß es ein perpetuum mobile nicht geben kann (LB S. 74, SSA, UG, TB c) – Zusammenfassen der neuen Erkenntnisse (SV)
Ein perpetuum mobile ist nicht möglich.	
(3) Gesetz von der Erhaltung der Energie (Z, E) **15 min**	– Hinführen zum Gesetz von der Erhaltung der Energie durch Zusammenfassen wesentlicher Erkenntnisse der letzten Stunden (LV, UG) – Mitteilen des Gesetzes von der Erhaltung der Energie (LV, TB a, d) – Erklären von Vorgängen in der Technik mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes (SSA, UG, AT)
Energie kann nicht entstehen oder verschwinden. Sie kann nur umgewandelt werden und von einem Körper auf einen anderen übergehen.	
(4) Energieumwandlungen in der lebenden Natur (A, E, Z) **10 min**	– Anwenden des Gesetzes von der Erhaltung der Energie auf Energieumwandlungen in der lebenden Natur (LB S. 75, SSA) – Zusammenfassen der Erkenntnisse (SV)
Auch in der lebenden Natur erfolgen Energieumwandlungen. Dabei gilt das Gesetz von der Erhaltung der Energie.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Die Diskussion über die Problemstellung (LB S. 74, 1. Abschnitt) soll die Schüler veranlassen, ihre bisher erworbenen Kenntnisse über Energieumwandlungen und über den Wirkungsgrad anzuwenden.
(2) Die Feststellung über die Unmöglichkeit der Herstellung des im LB dargestellten Fahrrads ist Ausgangspunkt für die folgende Aufgabenstellung zum Lesen im LB S. 74, 2. Abschnitt. Die Diskussion über Versuche, Maschinen herzustellen, die ohne Energiezufuhr laufen, muß auch deutlich machen, daß im Mittelalter die Menschen die Erkenntnisse über den Energieerhaltungssatz noch nicht gewonnen hatten. Zahlreiche Versuche, ein perpetuum mobile zu bauen, die *nach* der Erkenntnis des Gesetzes von der Erhaltung der Energie gemacht wurden, ließen wissenschaftliche Erkenntnisse außer acht. Die Schüler sollen begreifen, daß dies eine unwissenschaftliche Arbeitsweise ist, die nicht zu Erfolgen führen kann.
(3) Nach einer Zusammenfassung der bisher gewonnenen wesentlichen Erkenntnisse über die Energie teilt der Lehrer das Gesetz über die Erhaltung der Energie mit. Es wird als eine vom Menschen gewonnene Erfahrung gekennzeichnet. Dabei muß am Beispiel dieses Gesetzes ein Beitrag dazu geleistet werden, daß den Schülern immer besser bewußt wird, daß die im Fach Physik behandelten Gesetze mit wissenschaft-

lichen Methoden erkannt werden können und daß diese Gesetze zum Erklären von Vorgängen geeignet sind.
(4) Der letzte Abschnitt soll der Anwendung der Kenntnisse über die Energieumwandlungen und über das Gesetz von der Erhaltung der Energie dienen. In der Zusammenfassung muß auch deutlich werden, daß die Kenntnisse über die Energie Grundlage für viele Vorgänge und Erscheinungen in Natur und Technik sind, die im Physik-, Chemie- und Biologieunterricht und im Fach Einführung in die sozialistische Produktion behandelt wurden und werden.
Abschließend wird ein Hinweis auf die schriftliche Kurzkontrolle in der letzten Stunde gegeben.

Tafelbild

Bild 33/1

a
b
c
d

Gesetz von der Erhaltung der Energie

Kann man eine Maschine bauen, die ohne Zufuhr von Energie mechanische Arbeit verrichtet?

Ein perpetuum mobile ist nicht möglich.

Bei keinem Vorgang kann Energie entstehen oder verschwinden. Energie kann jedoch von einem Körper auf einen anderen übergehen und sich von einer Energieform in eine andere umwandeln.

34. Stunde: Kurzkontrolle und Festigung

Stundenziele

Die Schüler
- weisen ihr Wissen über die Energie nach;
- wenden ihre Kenntnisse auf Beispiele an.

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Schriftliche Kurzkontrolle (K) **20 min**	– Schriftliches Lösen der Aufgaben
(2) Inhaltliche Erörterung der Kurzkontrolle (W, Ü) **15 min**	– Angeben von Lösungen zu den Aufgaben der Kurzkontrolle (LV) – Lösen weiterer Aufgaben (UG, SSA)
(3) Zusammenhänge von Arbeit, Leistung und Energie (S, W) **10 min**	– Systematisieren der Größen Arbeit und Energie (LB S. 76, SSA, UG)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Für die Kurzkontrolle stehen die folgenden Aufgaben zur Auswahl zur Verfügung. Die Anzahl der zu lösenden Aufgaben sollte dem Leistungsvermögen der Klasse angepaßt werden. Es wird empfohlen, die Aufgabe der Gruppe I und aus den Gruppen II und III je eine Aufgabe auszuwählen.

Gruppe I: Berechnungen zum Wirkungsgrad

1. Vervollständige die folgende Tabelle!
   Für einen Dieselmotor gilt: $\eta = 25\%$

E_{aufgew}	E_{nutz}
.....	30 kJ
1000 kJ	.....
.....	5 MJ
100 MJ	.....

Gruppe II: Größen und Einheiten

1. Was versteht man in der Physik unter Energie?
2. Für welche physikalischen Größen wird die Einheit Joule verwendet?

Gruppe III: Energieumwandlungen in der Technik

1. Nenne ein Beispiel für ein Gerät oder eine Maschine aus der produktiven Arbeit oder aus dem Haushalt, bei dem eine Energieumwandlung stattfindet! Beschreibe stichwortartig die Energieumwandlung!
2. Nenne ein Beispiel, wie du zum Sparen von Energie beitragen kannst!

Stoffgebiet Mechanik der Gase und Flüssigkeiten 26 Stunden

Vorbemerkungen

Das Stoffgebiet ist in sechs Stoffeinheiten gegliedert:
- Druck der Gase in geschlossenen Gefäßen
- Druck der Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen
- Hydraulische Anlagen
- Auflagedruck und Schweredruck
- Auftrieb in ruhenden Flüssigkeiten und Gasen
- Strömende Gase und Flüssigkeiten.

Schwerpunkt dieses Stoffgebiets sind die Einführung der physikalischen Größe Druck, die Behandlung verschiedener Erscheinungsformen des Drucks (z. B. Gasdruck, Flüssigkeitsdruck, Kolbendruck, Schweredruck), die Anwendung des Drucks in technischen Geräten, die Erklärung physikalischer Erscheinungen mit Hilfe des Drucks, das Gesetz für hydraulische Anlagen und das Gesetz von Archimedes sowie Untersuchungen von Strömungsvorgängen.
Die physikalische Größe Druck wird am Beispiel des Gasdrucks eingeführt. Dabei wird den Schülern verdeutlicht, daß durch den Druck eine physikalische Eigenschaft der Gase gekennzeichnet wird. Auf diese Weise kann das Verständnis der Schüler für wesentliche Merkmale des Drucks günstig beeinflußt werden. Der Auflagedruck wird in dem Umfang behandelt, wie es für das Verständnis technologischer Verfahren (z. B. Walzen, Pressen) im Fach ESP notwendig ist.
Die Möglichkeiten für die Erziehung der Schüler sind im gesamten Stoffgebiet intensiv zu nutzen. Dazu gehören — im Zusammenhang mit der Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen Otto von Guerickes — Betrachtungen darüber, daß man ohne Voreingenommenheit experimentieren muß, um an die Natur gestellte Fragen richtig beantworten zu können. Den Schülern ist an Beispielen zu zeigen, daß physikalische Erkenntnisse Grundlage für den Bau technischer Geräte sind. Dazu können auch Beziehungen zur Geschichte von Physik und Technik (z. B. Dampfmaschinenbau) hergestellt werden.
Ansatzpunkte für die Wehrerziehung der Schüler bestehen in diesem Stoffgebiet insbesondere bei der Behandlung von Anwendungen des Auftriebs in ruhenden und in strömenden Flüssigkeiten und Gasen (z. B. Einsatz von Schiffen und Flugzeugen). Aber auch andere Beispiele für Wirkungen von Kräften, die infolge des Drucks auftreten (z. B. Laden von Waffen, Zerstörung bei Explosionen), sind mit den Schülern mit Bezug auf die Waffentechnik und die Zivilverteidigung zu diskutieren.
Im Stoffgebiet bestehende Möglichkeiten zur Arbeit mit Diagrammen sind zu nutzen,

damit die Schüler ihre Fähigkeiten zum Lesen und Interpretieren von Diagrammen erweitern.
Das Beschreiben des Aufbaus und das Erklären der Wirkungsweise technischer Geräte ist wie im ersten Stoffgebiet durchzuführen und verstärkt mit den Schülern zu üben. Zur Ausübung dieser Tätigkeiten sollen die Schüler zum Abschluß der Klasse 7 erste Fertigkeiten erlangt haben.
Beim Lösen mathematisch-physikalischer Aufgaben sind sowohl kalkülmäßige als auch inhaltliche Lösungsverfahren anzuwenden. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß die Schüler im Umstellen von Größengleichungen noch keine Fertigkeiten besitzen.
Die didaktisch-methodische Arbeit ist insbesondere auf die Vermittlung folgenden grundlegenden Wissens und Könnens, das auch Gegenstand von Leistungskontrollen sein soll, zu richten:

- Qualitative und quantitative Merkmale der physikalischen Größe Druck;
- Definitionsgleichung des Drucks und Gesetz für hydraulische Anlagen;
- Anwenden dieser Gleichungen zum Untersuchen von Zusammenhängen zwischen physikalischen Größen und zum Lösen von Anwendungsaufgaben;
- Erläutern des Gasdrucks mit den Vorstellungen vom Aufbau der Gase;
- Beschreiben und Auswerten von Experimenten zu verschiedenen Erscheinungsformen des Drucks, zum Auftrieb in ruhenden und strömenden Stoffen sowie zur Widerstandskraft an umströmten Körpern;
- Erläutern des Wirkens des Schweredrucks sowie der Abhängigkeit des Schweredrucks und des Auftriebs von physikalischen Größen an Beispielen aus Natur und Technik;
- Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise technischer Geräte (Luftpumpe, Manometer, hydraulische Anlagen u. a.).

Stoffeinheit Druck der Gase in geschlossenen Gefäßen — 4 Stunden

Vorbemerkungen

In dieser Stoffeinheit wird die physikalische Größe Druck eingeführt. Dies erfolgt am Beispiel des Gasdrucks. Es wird an Erfahrungen der Schüler über das Wirken des Gasdrucks angeknüpft und anschaulich erläutert, daß der Druck eine Eigenschaft der Gase ist und daß durch den Druck Kräfte auftreten. Für praktische Anwendungen ist wichtig herauszuarbeiten, daß bei Druckunterschieden die Kraft vom Gebiet des größeren zum Gebiet des kleineren Drucks gerichtet ist. Dazu erfolgt auch ein Hinweis auf den Luftdruck und dessen Wirkung. Eine genaue Erklärung des Luftdrucks ist jedoch in dieser Stoffeinheit noch nicht vorgesehen.
Mit Experimenten und durch Auswertung des Lehrbuchs wird herausgearbeitet:

- Der Druck wirkt allseitig. Er ist in geschlossenen Gefäßen überall annähernd gleich.
- Durch den Druck allein sind keine Angaben über die Beträge, Angriffspunkte und Richtungen der wirkenden Kräfte möglich.
- Die infolge des Drucks an den Oberflächen von Körpern angreifenden Kräfte wirken auf diese senkrecht.

Wesentliche Merkmale des Gasdrucks werden mit den Vorstellungen vom Aufbau der Gase erläutert. Dabei ist herauszustellen, daß der Gasdruck auch im Innern der Gase

vorhanden ist, also auch dort, wo keine Kräfte an den Oberflächen von Körpern angreifen.
Die Vorstellungen über den Aufbau der Gase sind auch Grundlage für Voraussagen der Schüler über die Abhängigkeit des Gasdrucks vom Volumen und der Temperatur eines Gases (Vorleistungen für Thermodynamik Klasse 8). Diese Voraussagen werden im Schülerexperiment überprüft, wobei mit dem U-Rohr-Manometer Druckunterschiede nachgewiesen werden. Die Erklärung der Wirkungsweise dieses Meßgeräts erfolgt jedoch erst nach der Behandlung des Schweredrucks.
Bei der Erarbeitung der Definitionsgleichung des Drucks sind der Zusammenhang von Kraft und Druck (bei konstanter Fläche) sowie die Proportionalität von Kraft und Fläche (bei konstantem Druck) herauszuarbeiten. Die Zweckmäßigkeit der Definitionsgleichung wird durch Messungen an Kolbenprobern bestätigt. Bei der Anwendung dieser Gleichung sind in die Betrachtungen der Zusammenhänge zwischen den Größen Druck, Kraft und Flächeninhalt auch das Röhrenfedermanometer und Anwendungen der Druckluft einzubeziehen. Diese Anwendungen sind — ebenso wie der Lehrbuchtext zur Einführung in das Stoffgebiet — für die Erziehung der Schüler zu nutzen. Dabei ist auf den Zusammenhang von physikalischen Erkenntnissen und deren technischer Nutzung zur Erleichterung der Arbeit und zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität hinzuweisen.
Mit dieser Stoffeinheit beginnend wird der Einsatz des Gerätesatzes zur Vertikaldemonstration mit der Kippeinrichtung für den Lichtschreibprojektor (im folgenden kurz als Diapaneel bezeichnet) empfohlen. Mit diesem Gerätesatz ist es möglich, Wirkungen des Drucks und technische Geräte, bei denen Wirkungen des Drucks genutzt werden, im Modell zu demonstrieren. Effektiv ist die Verwendung des Diapaneels dann, wenn es häufig zum Einsatz kommt und in dieser Zeit der Schreibprojektor für die Vertikalprojektion umgerüstet bleibt. Wird mit der Gerätezusammenstellung für Versuche zur Hydraulik und Pneumatik am Tafelschaltgerät gearbeitet, so ist eine gute Abstimmung über den Einsatz des Tafelschaltgeräts mit dem Physiklehrer der Klasse 8 nötig. Das Gerät wird in Klasse 8 bei der Behandlung der Elektrizitätslehre eingesetzt.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
35. Druck in Gasen — Gasdruck und Kraft — Erläuterung des Gasdrucks — Druckvergleiche mit U-Rohr-Manometer	Kraft (Ph 6) Aufbau der Gase aus Teilchen (Ph 6)	DE: Kräfte infolge des Gasdrucks (Konservenglas, Luftballon, Fahrradschlauch) Fahrradschlauch) Dia aus R 706, Bild 5 DE: Gerät zur kinetischen Gastheorie SE: Nachweisen von Druckunterschieden mit U-Rohr-Manometer Diapaneel Schülerauftrag zur 40. Std.: Beispiele für Anwendung des Drucks LB S. 79 bis 84

36. Die physikalische Größe Druck — Druckvergleiche — Unterscheidung von Druck und Kraft (qualitativ) — Formelzeichen, Einheit und Gleichung zur Berechnung des Drucks	Aufbau der Gase aus Teilchen (Ph 6) Kraft (Ph 6)	DE: Verformen eines Luftballons unter Rezipient DE: Aufpumpen eines Luftballons DE: Messen von Flächen und Kräften an Kolbenprobern bei gleichem Druck LB S. 85 bis 86
37. Berechnung des Gasdrucks — Umrechnen von Druckangaben — Berechnen des Drucks aus Kraft und Fläche — Druckmessung	Flächeneinheiten (Ma 5)	DE: Röhrenfedermanometer DE: Druckmessung mit Manometer am p-V-Gerät LB S. 86 bis 88
38. Anwendung des Gasdrucks — Berechnen der Kraft aus Druck und Fläche — Erzeugung und Anwendung von Druckluft	Flächeneinheiten (Ma 5) Geschwindigkeit, Dichte, Masse, Kraft (Ph 6)	DE: Fahrradluftpumpe DE: Luftkissentisch AT: Physikalische Größen LB S. 87 bis 89

35. Stunde: Druck in Gasen

Stundenziele

Die Schüler

- kennen Beispiele für das Auftreten des Gasdrucks;
- wissen, daß durch den Gasdruck Kräfte auftreten;
- können den Gasdruck und Änderungen des Gasdrucks mit den Vorstellungen vom Aufbau der Gase erläutern.

Die Schüler vertiefen ihr Wissen darüber, daß die Anwendung physikalischer Erkenntnisse in der Praxis vom Entwicklungsstand der Gesellschaft abhängt.

Unterrichtsmittel

Dia aus R 706 (Bild 5)
Luftballon
Fahrradschlauch
Konservenglas
Experimentiermotor
Gerät zur kinetischen Gastheorie
Druckkraftmesser
U-Rohr-Manometer oder Diapaneel
Geräte für SE (LB S. 84)

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Einführung in das Stoffgebiet (Mot) **10 min**	– Einführen der Begriffe „Hydraulik" und „Pneumatik" (LV; Dia aus R 706) – Motivieren der Behandlung des Gas- und Flüssigkeitsdrucks (LB S. 79/80, SSA) – Erteilen eines Schülerauftrags zur 40. Stunde (LB S. 80, Nr. 2)
In hydraulischen und pneumatischen Anlagen werden Wirkungen des Gasdrucks und des Flüssigkeitsdrucks genutzt.	
(2) Gasdruck und Kraft (E) **10 min**	– Stellen des Problems: Warum kann ein Fahrradschlauch platzen? Warum ist ein Konservenglas verschlossen? – Erläutern, daß der Druck eine Eigenschaft der Gase ist, daß durch den Druck Kräfte auftreten, daß die Kraft vom Gebiet des größeren zum Gebiet des kleineren Drucks gerichtet ist (UG, DE, TB a) – Darstellen des Drucks mit Pfeilen in Skizzen (LD, TB a) – Erläutern weiterer Beispiele für den Gasdruck und Herausarbeiten der dabei auftretenden Kräfte (Gasflasche, Fahrzeugreifen, Leuchtstofflampen, Explosion, Laden von Waffen u. a.) (UG)
Druck ist eine Eigenschaft der Gase. Durch den Gasdruck treten Kräfte auf. Die Kräfte greifen an den Oberflächen von Körpern senkrecht an. Die Kraft ist vom Gebiet des größeren zum Gebiet des kleineren Drucks gerichtet. Beispiele für das Auftreten des Gasdrucks: Fahrzeugreifen, Gasflaschen, Luftdruck.	
(3) Erläutern des Gasdrucks (E) **10 min**	– Erläutern der modellhaften Darstellung der Gasteilchen und ihrer Bewegung (DE, LV) – Erläutern des Rüttelgeräts, Diskutieren über die Abhängigkeit der Kraft auf die Gefäßwand (als Maß für den Druck) von der Häufigkeit und der Heftigkeit des Aufpralls der Kugeln (UG, DE) – Hinweisen auf Kräfte, die an Körpern angreifen, die sich im Innern des Gases befinden (LV)
Je heftiger und je häufiger die Gasmoleküle an die Oberfläche von Körpern stoßen, desto größer ist der Gasdruck.	
(4) Druckvergleiche mit U-Rohr-Manometer (A) **15 min**	– Vorhersagen der Abhängigkeit des Gasdrucks vom Volumen und der Temperatur des Gases, Anwenden der Vorstellungen vom Aufbau der Gase (UG) – Erarbeiten der Wirkungsweise des U-Rohr-Manometers als Nachweisgerät für Druckunterschiede (LB S. 84, SSA, DE, TB b) – Durchführen des SE (LB S. 84) – Beobachten und Beschreiben der Vorgänge beim Aufsetzen des Stopfens und beim Erwärmen der Luft (SE, UG) – HA: LB S. 83, Nr. 1,4
U-Rohr-Manometer: Gerät zum Nachweisen von Druckunterschieden.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Nach Möglichkeit sollte auch ein Dia von einem Preßlufthammer eingesetzt werden.
Bevor den Schülern die Aufgabe zum Lesen des Lehrbuchabschnitts gestellt wird, sind ihnen genaue Aufgaben zu erteilen. Z. B.:
- Seit wann werden Druckluft und unter Druck stehende Flüssigkeiten zur Kraftübertragung verwendet?
- Wozu werden entsprechende Anlagen eingesetzt?
- Wie ist zu erklären, daß solche Anlagen gerade in England erstmalig eingesetzt wurden?
- Aufgaben LB S. 80, Nr. 1 und 3.

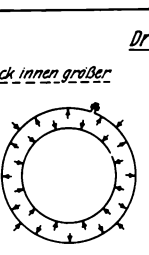
(2) Sorgfältig ist im Tafelbild der Druck mit vielen kleinen Pfeilen zu kennzeichnen, damit später keine Verwechslungen mit Kraftpfeilen auftreten. Selbstgefertigte Applikationspfeile können rationell eingesetzt werden.
Für die DE sollen selbstbeschaffte Geräte, die die Schüler nennen, eingesetzt werden. Dabei sind sowohl Beispiele zu wählen, bei denen der Druck von innen auf eine Gefäßwand wirkt, als auch solche, bei denen der äußere Druck maßgebend ist.
(3) Im Experiment sollte ein Teil der Glaskugeln verwendet werden. Als Maß für den Druck dient die Kraft auf den oberen verschiebbaren Kolben. Sie kann mit einem Druckkraftmesser bestimmt werden.
An die Kenntnisse der Schüler aus Klasse 6 über den Aufbau der Gase aus Teilchen ist anzuknüpfen und vom Gas zum Modell überzugehen. Im nächsten Schritt wird mit dem Modell gearbeitet. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden auf das Gas (dazu auch SE) übertragen. Ein ständiges Wechseln der Betrachtungen zwischen Gas und Modell ist zu vermeiden.
(4) Ziel des SE ist: Die Schüler überprüfen bei der Untersuchung des Drucks der Luft theoretisch erarbeitete Kenntnisse über die Abhängigkeit des Gasdrucks von Volumen und Temperatur.

Tafelbild

Bild 35/1

Druck in Gasen

Druck innen größer — *Druck außen größer*



Kraft von innen — *Kraft von außen*

Durch den Gasdruck treten Kräfte auf. Die Kräfte greifen an den Oberflächen von Körpern senkrecht an.

U-Rohr-Manometer: Gerät zum Nachweisen von Druckunterschieden

a
b

Anstelle der Vorhersagen kann auch eine Begründung der Ergebnisse des Schülerexperiments mit den Vorstellungen vom Aufbau der Gase erfolgen.
Die U-Rohr-Manometer werden von den Schülern mit Hilfe von Spritzflaschen oder Pipetten gefüllt oder den Schülern bereits gefüllt übergeben. Um Dichtheit der Experimentieranordnung zu erreichen, können die Schlauchenden vor dem Aufsc hieben angefeuchtet werden.

Praxisbezug des SE-Druck in einer Spraydose in Abhängigkeit von der Temperatur:
20 °C – 250 kPa; 30 °C – 350 kPa;
50 °C – 600 kPa; 80 °C – Berstdruck.

36. Stunde: Die physikalische Größe Druck

Stundenziele

Die Schüler
- unterscheiden zwischen Druck und Kraft;
- kennen das Formelzeichen p, die Einheit Pa und die Gleichung $p = \frac{F}{A}$;
- können diese Gleichung bei qualitativen Betrachtungen anwenden.

Die Schüler vertiefen ihre Einsichten, daß Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen mit Hilfe mathematischer Gleichungen ausgedrückt werden können.

Unterrichtsmittel

Kolbenluftpumpe mit Rezipient — Schwach aufgeblasener Luftballon
Kolbenprober mit angebundenem Luftballon
Kolbenprober mit verschiedenen Querschnittsflächen
U-Rohr-Manometer — Satz Hakenkörper

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Druckvergleiche (A) **10 min**	– Erklären eines Vorgangs (LB S. 85, Nr. 2, DE, SSA) – Kontrollieren der HA
(2) Unterscheiden zwischen Druck und Kraft (E) **10 min**	– Vergleichen von Kraftrichtung und „Druckrichtung" beim „Aufpumpen" eines Luftballons mit einem Kolbenprober (DE, UG, TB a)
Der Gasdruck ist in einem geschlossenen Gefäß überall annähernd gleich und wirkt allseitig. Eine Kraft wirkt nur in eine Richtung.	

(3) Formelzeichen, Einheit und Gleichung zur Berechnung des Drucks (E) **15 min**	– Erläutern des qualitativen Zusammenhangs zwischen Gasdruck und Kraft (UG) – Erarbeiten der Proportionalität von Kraft und Fläche bei konstantem Druck (DE, LB S. 85, LV) – Erarbeiten der Definitionsgleichung des Drucks (UG) – Nennen des Formelzeichens und Erläutern der Einheit des Drucks (LV, TB b) – Betrachten der Fehler beim Experiment (UG)
Das Formelzeichen für den Druck ist p, die Einheit ein Pascal. Beträgt der Gasdruck 1 Pa, dann greift an 1 m² Körperfläche eine Kraft von 1 N senkrecht an. Der Druck wird mit der Gleichung $p = \frac{F}{A}$ berechnet ($F \perp A$).	
(4) Anwenden der Gleichung $p = \frac{F}{A}$ (A) **10 min**	– Herausarbeiten der physikalischen Zusammenhänge, die mit der Gleichung erfaßt werden (SSA, TB c) – Vorhersagen und Begründen von Druckveränderungen (LB S. 87, Nr. 3, SSA) – HA: LB S. 87, Nr. 1, 2
Je größer die Kraft und je kleiner der Flächeninhalt sind, desto größer ist der Gasdruck	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Das DE ist in zwei Varianten durchführbar:
1. Evakuieren des Rezipienten vor dem Unterricht, plötzliches Einströmen der Luft.
2. Langsames Evakuieren des Rezipienten im Unterricht.

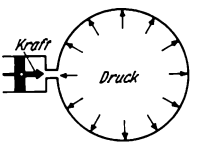
Für die Schüler ist die erste Variante günstiger, da die Veränderungen des Luftballons auffälliger sind. Es sollen alle Schüler versuchen, den beobachteten Vorgang zu erklären.

Tafelbild

Bild 36/1

a
b
c

Die physikalische Größe Druck



Gasdruck in geschlossenen Gefäßen:
– überall annähernd gleich
– wirkt allseitig

Formelzeichen: p
Einheit: $1\,Pa = \frac{1\,N}{1\,m^2}$ *(Pascal)*

Gleichung: $p = \frac{F}{A}$ $(F \perp A)$

Je größer die Kraft und je kleiner der Flächeninhalt sind, desto größer ist der Gasdruck.

(2) Es ist auch herauszuarbeiten, daß durch den Gasdruck allein keine Angabe über Betrag, Richtung und Angriffspunkt der Kräfte möglich ist.
(3) Für das DE sind auch Kolbenprober zu benutzen, die im Chemieunterricht Anwendung finden. Durch Vaseline kann die Reibung zwischen Kolben und Zylinder verringert werden, um brauchbare Ergebnisse zu erhalten.
Stehen keine geeigneten Kolbenprober mit Kolben unterschiedlicher Querschnittsflächen zur Verfügung, sollten die Werte entsprechend LB S. 85 zur Erarbeitung der Gleichung genutzt werden.

37. Stunde: Berechnung des Gasdrucks

Stundenziele

Die Schüler
- können Druckangaben mit verschiedenen Einheiten ineinander umrechnen sowie den Druck aus Kraft und Fläche berechnen;
- kennen Aufbau und Wirkungsweise eines Röhrenfedermanometers.

Das Verständnis der Schüler für die Notwendigkeit möglichst genauer Messungen physikalischer Größen wird vertieft.

Unterrichtsmittel

Modell des Röhrenfedermanometers Kolbenprober
Gerät zur Demonstration des Boyleschen Gesetzes

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Druckeinheiten (E, Ü) 10 min	– Erarbeiten der Einheiten Kilo- und Megapascal (LB S. 86, SSA) – Anwenden der Einheiten auf Beispiele aus der Praxis (Tabelle LB S. 93, UG, TB) – Üben im Umrechnen (SSA, TB)
Vielfache der Druckeinheit sind ein Kilopascal (1 kPa) und ein Megapascal (1 MPa).	
(2) Vorhersagen von Druckänderungen (Ü) 10 min	– Anwenden der Gleichung $p = \frac{F}{A}$ (LB S. 136, Nr. 2 oben, SSA) – Kontrolle der HA
(3) Berechnen des Drucks aus Kraft und Fläche (A, Ü) 15 min	– Berechnen des Drucks aus Kraft und Fläche (LB S. 87, Beispiel 1, UG, SSA) – HA: LB S. 87, Nr. 4

(4) Druckmessung (E) 10 min	– Kennenlernen des Röhrenfedermanometers, Messen des Gasdrucks am p-V-Gerät (DE) – Erarbeiten des Aufbaus und der Wirkungsweise des Röhrenfedermanometers und Erläutern am Modell (LB S. 88, DE, SSA) – Diskutieren von Fehlern des Meßgeräts bei Druckmessungen, Hinweisen auf die volkswirtschaftliche Bedeutung von Druckmessungen (UG, LV)
Röhrenfedermanometer werden zum Messen des Drucks angewendet.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(3) Die erste Aufgabe soll anhand des Lehrbuchs erarbeitet und wenn notwendig an die Tafel übertragen werden. Mit Hilfe dieses Musterbeispiels bearbeiten die Schüler ein zweites Beispiel selbständig im Heft (z. B.: An einer Fläche von 2 m² in einem Behälter kann eine Kraft von höchstens 1,5 MN angreifen. Wie groß darf der Druck im Behälter werden?) Die Hausaufgabe dient der Vertiefung des Lösens mathematisch-physikalischer Aufgaben.
(4) Das Modell kann mit dem Polylux projiziert werden. Die Schüler arbeiten den Lehrbuchabschnitt unter der Aufgabenstellung LB S. 89, Nr. 1 durch.

Tafelbild

Bild 37/1

Einheiten des Drucks

1 kPa = 1 000 Pa
1 MPa = 1 000 000 Pa

Beispiele:

8,2 kPa = ... Pa
0,8 MPa = ... Pa

2 500 000 Pa = ... kPa
900 Pa = ... kPa

38. Stunde: Anwendung des Gasdrucks

Stundenziele

Die Schüler
– können die Kraft aus Druck und Fläche berechnen;
– kennen Beispiele für die Erzeugung und Anwendung von Druckluft.
Die Schüler beurteilen Beispiele für die Anwendung der Physik in der Technik unter dem Aspekt der Arbeitserleichterung und der Erhöhung der Arbeitsproduktivität.

Unterrichtsmittel

Fahrradluftpumpe
Luftkissentisch

AT: Physikalische Größen

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Übung zu physikalischen Größen (Ü, W) **15 min**	– Wiederholen physikalischer Größen (AT, UG) – Kontrollieren der HA – Berechnen des Drucks in einer Luftpumpe (SSA, DE)
(2) Berechnung der Kraft aus Druck und Fläche (E, Ü) **15 min**	– Problemstellen: Wie groß ist die Kraft, die an der Wand einer Gasflasche angreift? – Erarbeiten des inhaltlichen Lösens von Aufgaben (LB S. 87, Beispiel 2, LV) – Hinweisen auf kalkülmäßiges Lösen der gleichen Aufgabe (UG) – HA: LB S. 87, Nr. 5
(3) Erzeugung und Anwendung von Druckluft (E) **15 min**	– Beschreiben der Erzeugung von Druckluft mit der Luftpumpe und mit dem Kompressor (LB S. 88, SSA, DE) – Erläutern von Beispielen für die Anwendung von Druckluft (Reifen, Drucklufthammer, Luftkissenfahrzeuge usw.) (LB S. 89, SSA, DE, TB)
Druckluft wird in Kompressoren erzeugt und beispielsweise bei Drucklufthammer und Luftkissenfahrzeug verwendet.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Zur Vorbereitung auf das Berechnen von Kräften sollen Umrechnungen von Flächeninhalten bei Änderung der Einheit geübt werden.
Statt der Luftpumpe ($F = 45$ N, $A = 3$ cm²) kann ein Beispiel aus der Industrie des Territoriums gewählt werden.
(2) Den Schülern sollte sowohl das kalkülmäßige als auch das inhaltliche Lösen von Aufgaben erläutert werden. Der Lehrer entscheidet, welches Verfahren in der Klasse bevorzugt angewendet und in Kontrollen von den Schülern gefordert wird. Nach diesem Verfahren wird die HA gelöst.
(3) Die Möglichkeiten zum Beschreiben des Aufbaus und zum Erklären der Wirkungsweise technischer Geräte durch die Schüler sind zu nutzen. Die Beispiele zur Anwendung der Druckluft sind auch unter dem Aspekt der Erleichterung der Arbeit und der Erhöhung der Arbeitsproduktivität zu beurteilen. Auf den Einsatz von Luftkissenfahrzeugen bei Manövern unserer NVA sind die Schüler hinzuweisen.

Tafelbild

Bild 38/1

Druckluft

Erzeugung – *durch das Wirken einer Kraft auf einen Kolben (Luftpumpe, Kompressor)*

Anwendung – *durch den Druck wirken Kräfte (Drucklufthammer, Luftkissenfahrzeug)*

Stoffeinheiten Druck der Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen und hydraulische Anlagen

5 Stunden

Vorbemerkungen

In der ersten Stoffeinheit werden Merkmale des Drucks, die am Beispiel des Gasdrucks erarbeitet wurden, auf den Druck in Flüssigkeiten übertragen und verallgemeinert. Dabei sind Experimente in vielfältiger Form einzusetzen.
Besondere Merkmale des Flüssigkeitsdrucks und Unterschiede gegenüber dem Gasdruck werden auf die verschiedenartige Kompressibilität der Gase und Flüssigkeiten zurückgeführt. Beim Beschreiben und Erklären von Beispielen für die Anwendung des Drucks und der Druckmessung ist an die Erfahrungen der Schüler anzuknüpfen und auch auf Beispiele aus der produktiven Arbeit einzugehen. Besonders sorgfältig ist immer wieder herauszuarbeiten, daß die infolge des Drucks auftretende Kraft vom Gebiet größeren zum Gebiet kleineren Drucks gerichtet ist.
Zur Systematisierung erfolgt ein Vergleich der Größen Druck und Kraft, wobei besonders auf die unterschiedlichen qualitativen Merkmale beider Größen eingegangen wird.
Die für den Flüssigkeitsdruck erarbeiteten Merkmale werden in der zweiten Stoffeinheit zur Erklärung der Wirkungsweise hydraulischer Anlagen angewendet. Die hydraulischen Anlagen werden als kraftumformende Einrichtungen behandelt. Die Tatsache, daß die Goldene Regel der Mechanik auch für hydraulische Anlagen gilt, wird für die weltanschauliche Erziehung der Schüler genutzt. Die Schüler lernen ein weiteres Beispiel für die universelle Gültigkeit eines Naturgesetzes kennen. Als Gültigkeitsbedingungen für die Goldene Regel der Mechanik bei hydraulischen Anlagen werden Reibungsfreiheit und Masselosigkeit der Kolben erkannt. Die Schüler werden darauf hingewiesen, daß die Erfüllung dieser Bedingungen anzustreben, praktisch jedoch nicht zu realisieren ist. Die Schüler schließen, daß am Pumpenkolben stets mehr Arbeit aufzuwenden ist als am Arbeitskolben (z. B. als Hubarbeit an einem Fahrzeug) verrichtet wird. Den Schülern ist auch zu erläutern, daß sich trotz der nichtrealisierbaren Gültigkeitsbedingungen die Gesetze für die hydraulischen Anlagen in der Praxis bewähren, da die Reibungskräfte klein gehalten und die Masse des Arbeitskolbens gegenüber der des zu hebenden Körpers vernachlässigt werden können.
Die Gleichung $\frac{F_A}{F_P} = \frac{A_A}{A_P}$ soll anhand des Lehrbuchs schrittweise erarbeitet werden.
Eine Formulierung in der Form, daß das Verhältnis der Kräfte gleich dem Verhältnis der Kolbenflächen ist, erleichtert es — ähnlich wie beim Hebelgesetz — den Schülern, Aussagen über die wirkenden Kräfte zu machen. In Abhängigkeit von der Klassensituation kann der Lehrer entscheiden, ob eine deduktive Erarbeitung des Gesetzes auf der Grundlage der Gleichheit des Drucks im Pumpen- und im Arbeitszylinder vorzuziehen ist. Im allgemeinen besitzen aber die Schüler in Klasse 7 aus dem Mathematikunterricht noch kein gesichertes Können für diese Art der Erarbeitung eines Gesetzes. Das Lösen von mathematisch-physikalischen Aufgaben ist auf das Berechnen von Kräften zu konzentrieren. Es sollen dabei — um die Möglichkeiten zum Wiederholen und Festigen zu nutzen — die Lösungsverfahren angewendet werden, die bei Berechnungen mit dem Hebelgesetz bevorzugt eingesetzt worden sind.

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
39. Druck in Flüssigkeiten – Flüssigkeitsdruck und Eigenschaften des Flüssigkeitsdrucks – Kompressibilität – Druckpumpe	Kraft (Ph 6)	DE: Wasserdruck auf Luftballon DE: Kugelspritze DE: Demonstration der Kompressibilität mit Kolbenprober oder Diapaneel PSV 3/4/5 V 2.5.1. V 2.5.2. PSV 3/4/5 V 1.2.2. K-F 5 LB S. 90 bis 91
40. Berechnung des Flüssigkeitsdrucks – Gleichung für den Flüssigkeitsdruck – Anwendung der Gleichung – Vergleich von Druckkräften	Flächeneinheiten (Ma 5) Kraft (Ph 6)	Schüleraufträge aus 35. Stunde: Beispiele für Anwendung des Drucks DE: Qualitative Untersuchung zum Flüssigkeitsdruck LB S. 92 bis 93
41. Hydraulische Anlagen – Kurzkontrolle – Aufbau und Wirkungsweise hydraulischer Anlagen – Hydraulische Bremse		PSV 3/4/5 V 1.2.8. oder Diapaneel LB S. 94 bis 97
42. Kräfte an hydraulischen Anlagen – Kraftübertragung – Erarbeitung und Anwendung der Gleichung $\frac{F_A}{F_p} = \frac{A_A}{A_p}$	Kraft (Ph 6) Proportionen (Ma 6, 7)	PSV 3/4/5 V 1.2.8. oder Diapaneel DE: Gummiwärmflasche (oder Fahrradschlauch) als hydraulische Anlage LB S. 94 bis 96
43. Mechanische Arbeit bei hydraulischen Anlagen – Ideale und tatsächliche Kraftvervielfachung – Goldene Regel der Mechanik bei hydraulischen Anlagen – Berechnung mechanischer Arbeiten		PSV 3/4/5 V 1.2.9. oder Diapaneel LB S. 97 bis 99

39. Stunde: Druck in Flüssigkeiten

Stundenziele

Die Schüler
- können Beispiele für das Auftreten von Kräften infolge des Flüssigkeitsdrucks erläutern;
- sind in der Lage, den Aufbau einer Druckpumpe zu beschreiben und deren Wirkungsweise zu erklären.

Die Fähigkeit der Schüler, sich mündlich auszudrücken, wird weiterentwickelt.

Unterrichtsmittel

Luftballon
Kugelspritze
Wasserleitung
PSV 3/4/5 V 1.2.2.

2 Kolbenprober (verschlossen) mit Luft bzw. Wasser gefüllt oder Diapaneel
PSV 3/4/5 V 2.5.1. und V 2.5.2.
Spritze aus Medizin oder Diapaneel
K-F 5: Arbeitsweise der Druck- und Saugpumpe

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Kraftberechnung (W) **5 min**	– Kontrollieren der HA
(2) Flüssigkeitsdruck und Eigenschaften des Flüssigkeitsdrucks (E) **15 min**	– Erarbeiten von Merkmalen des Flüssigkeitsdrucks (DE, UG, TB a) – Erläutern weiterer Beispiele für Flüssigkeitsdruck (LB S. 90 und 3. Umschlagseite, SSA)
Druck ist eine Eigenschaft der Flüssigkeiten. Durch den Flüssigkeitsdruck treten Kräfte auf. Die Kräfte greifen senkrecht an den Oberflächen von Körpern an. Der Flüssigkeitsdruck wirkt allseitig und ist in geschlossenen Gefäßen überall annähernd gleich.	
(3) Kompressibilität (E) **10 min**	– Erkennen des unterschiedlichen Verhaltens von Gasen und Flüssigkeiten beim Erzeugen eines Drucks, Erfassen des Begriffs Kompressibilität (DE, LV, TB b)
Gase haben eine große, Flüssigkeiten dagegen eine sehr kleine Kompressibilität.	
(4) Druckpumpe (E) **15 min**	– Nennen des Verwendungszwecks von Druckpumpen (UG) – Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise der Druckpumpe (K-F 5, UG, SV, TB c) – HA: LB S. 91, Nr. 1 und 2
In Druckpumpen werden – die geringe Kompressibilität von Flüssigkeiten und – der Zusammenhang von Kraft und Druck genutzt.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(2) Das Verhalten eines an den Wasserhahn angebundenen Luftballons sollen die Schüler schriftlich erläutern. Sie sind aufzufordern, ihre am Beispiel des Gasdrucks erworbenen Kenntnisse über Merkmale des Drucks auf den Wasserdruck im Luftballon zu übertragen, sofern das berechtigt ist. Das DE ist sehr vorsichtig durchzuführen.
Am Experiment mit der zunächst mit Rauch, dann mit Wasser gefüllten Kugelspritze sollen die Schüler das Beschreiben und Erklären eines Experiments üben sowie Erscheinungen des Drucks vergleichen.
(3) Zum Verschließen des Kolbenprobers wird ein Schlauch auf das Ansatzrohr geschoben und mit einem Quetschhahn verschlossen.
(4) Der Einsatz des Glasmodells der Druckpumpe führt bei den Schülern zu einem Gesamteindruck über das Zusammenwirken der Teile. Dies ist günstig für das Beschreiben des Aufbaus und das Erklären der Wirkungsweise der Druckpumpe.
Von K-F 5 wird nur ein Teil eingesetzt.

Tafelbild

Bild 39/1

a	
b	
c	

	Gasdruck	Flüssigkeitsdruck
Druck	Eigenschaft von Gasen	Eigenschaft von Flüssigkeiten
Wirkung des Drucks	Kräfte greifen senkrecht an Oberflächen von Körpern an nach allen Richtungen mit gleichem Betrag	
Kompressibilität	groß	fast keine
Anwendung des Drucks	Kompressor Luftpumpe	Druckpumpe

40. Stunde: Berechnung des Flüssigkeitsdrucks

Stundenziele

Die Schüler
- können den Flüssigkeitsdruck aus Kraft und Fläche sowie die Kraft aus Druck und Fläche berechnen;
- können weitere Anwendungen des Drucks erläutern;
- können Druckbeträge in Natur und Technik vergleichen.

Unterrichtsmittel

Luftballon mit Stopfen (durchbohrt) und Glasrohr
U-Rohr-Manometer Satz Hakenkörper
Plastescheiben mit unterschiedlichem Flächeninhalt

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Merkmale der Druckausbreitung (A) **5 min**	– Kontrollieren der HA
(2) Gleichung für den Flüssigkeitsdruck (E) **10 min**	– Beschreiben des Drucks in Wasser, das in einem Luftballon eingeschlossen ist, bei verschiedenen Kräften und Auflageflächen (DE, LBA 92/3, SSA) – Schlußfolgern, daß der Druck steigt, je größer die Kraft und je kleiner der Flächeninhalt werden (UG) – Verallgemeinern der Gleichung zur Berechnung des Drucks (UG)
Der Druck ist um so größer, je größer die Kraft und je kleiner der Flächeninhalt sind. Druck $= \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$; $p = \frac{F}{A}$ $(F \perp A)$; Einheit des Drucks: 1 Pa $= 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	
(3) Anwendung der Gleichung **20 min**	– Berechnen von Druck und Kraft (LB S. 93, Nr. 1 bis 3, UG, SSA)
(4) Vergleichen von Druckbeträgen in Natur und Technik (Ü) **10 min**	– Wiederholen der Druckmessung mit Röhrenfedermanometer (LB S. 89, Nr. 1, SSA) – Vergleichen von Drücken, Umrechnen der Einheiten (LB S. 93, SSA) – Erläutern von Beispielen für den Druck (SV aus 35. Stunde) – HA: Wiederholen des Wissens über die Größen Kraft und Druck (Tabelle LB S. 93) – Hinweisen auf die Kurzkontrolle in der folgenden Stunde (LV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(2) Bei der Experimentieranordnung gemäß LBA 92/3 soll sich der wassergefüllte Luftballon etwa in Höhe des Manometers befinden.
(3) Beim Berechnen der Kraft können die Schüler kalkülmäßig oder inhaltlich vorgehen.
Über den Grad der Selbständigkeit der Schüler und über die Bewertung der Leistungen soll entsprechend dem Entwicklungsstand der Klasse entschieden werden.
Die Möglichkeiten zur differenzierten Arbeit und zum individuellen Eingehen auf die Schüler sollten in diesem Abschnitt genutzt werden. Für leistungsstarke Schüler ist auch die Aufgabe LB S. 136, Nr. 5 zu empfehlen.
(4) Das Arbeiten mit der Tabelle sollte Vergleiche zwischen Drücken, Erläuterungen über Auswirkungen bei Druckveränderungen und Erörterungen zum Überdruck umfassen. Beispiel: Welche Auswirkungen hat eine Druckveränderung in der Wasserleitung von 400 kPa auf 200 kPa? Im Zusammenhang mit dem Schülerauftrag ist herauszuarbeiten, daß für den Arbeitsschutz und für die Funktion von technischen Geräten der zulässige Höchstdruck in Behältern und Leitungen beachtet werden muß.
Beim Hinweis auf die Kurzkontrolle sollen den Schülern die inhaltlichen Schwerpunkte genannt werden.

41. Stunde: Hydraulische Anlagen

Stundenziele

Die Schüler
- kennen den Aufbau einer hydraulischen Anlage als kraftumformende Einrichtung;
- können die Wirkungsweise einer hydraulischen Anlage am Beispiel einer Pkw-Bremse erläutern.

Unterrichtsmittel

Dias aus R 706 (Bilder 5 und 6)
PSV 3/4/5 V 1.2.8. oder Diapaneel

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Kurzkontrolle (K) **15 min**	
(2) Aufbau und Wirkungsweise hydraulischer Anlagen (Mot. E) **20 min**	– Kontrollieren der HA – Erarbeiten des Begriffs hydraulische Anlagen an Beispielen (Dias, LB S. 80, 94, UG, SSA) – Berichten über den Aufbau hydraulischer Anlagen (LB S. 94, SSA, TB a) – Erläutern der Wirkungsweise hydraulischer Anlagen (DE, UG, TB b)
In hydraulischen Anlagen wird durch eine Kraft auf den Pumpenkolben ein Druck erzeugt. Dieser Druck wirkt überall in der Flüssigkeit und ist überall annähernd gleich. Er erzeugt am Arbeitskolben eine Kraft.	
(3) Hydraulische Bremse (E, A) **10 min**	– Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise einer hydraulischen Bremse (LB S. 96/97, SSA) – Erkennen von Bedingungen für die einwandfreie Funktion hydraulischer Anlagen (LB S. 97, Nr. 6, UG)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Für die Kurzkontrolle ist jeweils eine Aufgabe aus einer der beiden Gruppen vom Lehrer auszuwählen.

Gruppe I: Merkmale des Drucks
1. Erläutere am Beispiel eines aufgeblasenen Luftballons wichtige Merkmale des Gasdrucks! 3 P
2. Beschreibe den Aufbau eines Röhrenfedermanometers! Erkläre die Wirkungsweise! 4 P
3. Beschreibe und erkläre das Experiment mit einer wassergefüllten Kugelspritze! (Dieses DE soll nochmals wiederholt werden, wenn diese Aufgabe gestellt wird.)

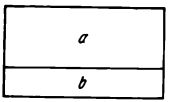
Gruppe II: Anwendung der Gleichung $p = \frac{F}{A}$

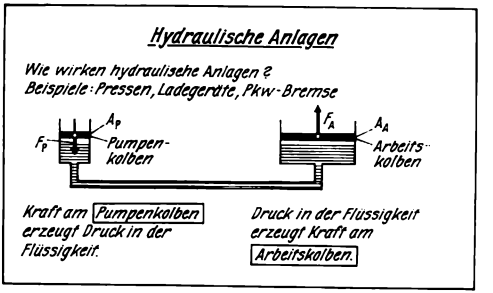
1. Die am Kolben eines verschlossenen Zylinders angreifende Kraft wird verdoppelt. Wie verändert sich dadurch der Druck im Zylinder?
2. Ein Kolben mit einer Querschnittsfläche von 0,05 m² wird mit einer Kraft von 200 N in einen geschlossenen Zylinder gepreßt. Wie groß ist der Druck im Zylinder?
3. Welche Kraft greift an 1 cm² Fläche eines Blutgefäßes an, wenn der Blutdruck 16 kPa beträgt?

(2) Zum Bekanntmachen der Schüler mit einer hydraulischen Anlage ist z. B. die Entladeeinrichtung eines Lkw W 50 geeignet. Die Hydraulikzylinder sind i. a. deutlich erkennbar. Die Wirkungsweise hydraulischer Anlagen wird in dieser Stunde erarbeitet, ohne auf die Beträge der wirkenden Kräfte einzugehen. Hydraulische Anlagen lassen sich mit vertretbarem Aufwand mit dem Diapaneel darstellen.
Die Skizze im Tafelbild wird auch in den beiden folgenden Stunden verwendet und muß deshalb nur einmal in die Schülerhefte eingetragen werden.
(3) Die Aussage zur wirkenden Bremskraft im LB S. 96 ist zu nutzen, um die Erarbeitung eines Gesetzes für die Kräfte an hydraulischen Anlagen zu motivieren.

Tafelbild

Bild 41/1





42. Stunde: Kräfte an hydraulischen Anlagen

Stundenziele

Die Schüler

— kennen die Gleichung $\frac{F_A}{F_P} = \frac{A_A}{A_P}$ für hydraulische Anlagen;

— können physikalische Zusammenhänge der Größen Kraft, Druck und Fläche an hydraulischen Anlagen beschreiben sowie Kräfte berechnen.

Die Einsichten der Schüler, daß physikalische Gesetze nur unter bestimmten (z. T. idealisierten) Bedingungen gelten, werden vertieft. Bei der Anwendung des Gesetzes für hydraulische Anlagen erfahren die Schüler, daß physikalische Größen trotz der nicht vollkommen realisierbaren Gültigkeitsbedingungen hinreichend genau berechnet werden können.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 1.2.8. oder Diapaneel
Gummiwärmflasche mit durchbohrtem Stopfen und Glasrohr
Schlauch Brett

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Auswertung der Kurzkontrolle (K) **5 min**	– Analysieren der Aufgabenlösungen (LV)
(2) Kraftübertragung (E) **10 min**	– Problemstellen: Wodurch wird bei der Pkw-Bremse die aufgewandte Bremskraft vergrößert? – Wiederholen der Wirkungsweise hydraulischer Anlagen (DE, SV, TB a) – Erarbeiten des Gesetzes für hydraulische Anlagen (LB S. 94/95, UG, TB b) – Diskutieren der Gültigkeitsbedingungen (UG)
Mit hydraulischen Anlagen werden Kräfte übertragen und umgeformt. Das Verhältnis der Kräfte ist gleich dem Verhältnis der Querschnittsflächen der Kolben.	
(3) Anwendung der Gleichung $\frac{F_A}{F_p} = \frac{A_A}{A_p}$ (A) **30 min**	– Erklären eines Experiments (DE, SV, UG) – Berechnen der Kraft am Arbeitskolben inhaltlich oder/und kalkülmäßig (LB S. 96, UG) – Üben (LB S. 137, Nr. 1, 2, 3) – HA: LB S. 99, Nr. 1 – Wiederholen des Zusammenhangs von Masse und Gewichtskraft (UG)
Mit hydraulischen Anlagen kann man Kraft sparen.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Bei der Auswertung der Kurzkontrolle sind den Schülern auch differenzierte Hilfen zu geben, vorhandene Rückstände im Wissen und Können aufzuholen. Dazu können insbesondere auch Aufgaben aus LB S. 136 an Schülergruppen gestellt werden.
(2) Wichtig ist, daß den Schülern der physikalische Inhalt des Gesetzes durch vielfältige Betrachtungen nahegebracht wird. Den Schülern wird mitgeteilt, daß die Wahl der Indizes zur Verdeutlichung der Zuordnung der Größen zu den Kolben erfolgt und auch eine Indizierung mit Ziffern (wie beim Hebelgesetz) erfolgen könnte.
(3) Die Anwendung des Gesetzes erfolgt bei qualitativen und quantitativen Aufgaben. Dazu sind auch geeignete HA zu erteilen. Zur Förderung leistungsstarker Schüler werden die Aufgaben LB S. 99, Nr. 5 und S. 137, Nr. 6 empfohlen.
Beim Experiment mit der Gummiwärmflasche steht ein Schüler auf einem über die Wärmflasche gelegten Brett, ein anderer Schüler bläst in den Schlauch, Querschnitte von Schlauch und Wärmflasche entsprechen den Kolbenflächen. Anstelle der Wärmflasche kann auch ein Fahrradschlauch (ohne Ventil) verwendet werden.

Tafelbild

Bild 42/1

a
b

Kräfte an hydraulischen Anlagen

Mit hydraulischen Anlagen werden Kräfte übertragen und umgeformt.

Das Verhältnis der Kräfte ist gleich dem Verhältnis der Flächeninhalte. $\frac{F_A}{F_p} = \frac{A_A}{A_p}$

Bedingungen: Keine Reibung zwischen Kolben und Zylinder.

43. Stunde: Mechanische Arbeit bei hydraulischen Anlagen

Stundenziele

Die Schüler

- wissen, daß bei hydraulischen Anlagen die Goldene Regel der Mechanik gilt;
- kennen den Zusammenhang zwischen Kräften und Wegen und die Gültigkeitsbedingungen für die Goldene Regel der Mechanik bei hydraulischen Anlagen;
- können mechanische Arbeiten an hydraulischen Anlagen berechnen und vergleichen.

Mit der Goldenen Regel der Mechanik lernen die Schüler ein Gesetz kennen, das in verschiedenen Bereichen von Natur und Technik gilt.
Damit wird die weltanschauliche Einsicht über die Gültigkeit der Naturgesetze anhand eines Beispiels vertieft.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 1.2.9. oder Diapaneel

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Ideale und tatsächliche Kraftvervielfachung (Ü, E) **10 min**	– Kontrollieren der HA – Diskutieren der tatsächlichen und der idealen Kraftvervielfachung (UG) – Wiederholen der Gleichung zur Berechnung der mechanischen Arbeit (UG)
Durch die Reibung zwischen Kolben und Zylinderwand sowie durch die Masse des Arbeitskolbens sind die am Arbeitskolben wirksamen Kräfte etwas kleiner als die berechneten Kräfte.	

(2) Goldene Regel der Mechanik bei hydraulischen Anlagen (A) 15 min	– Stellen des Problems: Kann man mit hydraulischen Anlagen Arbeit sparen ? – Wiederholen, daß bei kraftumformenden Einrichtungen die Goldene Regel der Mechanik gilt (UG) – Vorhersage über die Wege bei hydraulischen Anlagen, Überprüfen der Vorhersage im Experiment (SSA, DE, TB a) – Schließen auf die Gültigkeit der Goldenen Regel der Mechanik bei hydraulischen Anlagen (SSA, TB b) – Hinweisen auf die Notwendigkeit von Ventilen und eines Vorratsbehälters (LV, DE, LB S. 98/99)
Was man an Kraft spart, muß man an Weg zusetzen.	
(3) Berechnung mechanischer Arbeit bei hydraulischen Anlagen (A) 10 min	– Unterscheiden zwischen aufgewandter Arbeit am Pumpenkolben und Arbeit am Arbeitskolben (z. B. Hubarbeit) (UG) – Berechnen mechanischer Arbeiten (LB S. 99, Nr. 3, UG) – Vergleichen der Arbeiten, Begründen der Unterschiede (SV, TB c)
Bei hydraulischen Anlagen wird keine mechanische Arbeit gespart. Die Arbeit am Arbeitskolben ist stets kleiner als die aufgewandte Arbeit.	
(4) Zusammenfassung (Z) 10 min	– Ankündigen der Kurzkontrolle in der 44. Stunde (LV) – Erklären der Wirkungsweise einer hydraulischen Anlage an einer von den Schülern angefertigten Prinzipskizze (SSA) – Erläutern physikalischer Zusammenhänge zwischen den Flächen, Kräften und Wegen bei hydraulischen Anlagen (UG)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Beim Diskutieren der Unterschiede zwischen der idealen und der tatsächlichen Kraftvervielfachung werden den Schülern die Bedingungen für die Gültigkeit der Gleichung $\frac{F_A}{F_P} = \frac{A_A}{A_P}$ bewußtgemacht. Ergebnisse der Aufgabe LB S. 99, Nr. 5 können dabei einbezogen werden.
(2) Die im LB enthaltenen Werte entsprechen denen, die mit der Gerätezusammenstellung (PSV 3/4/5 V 1.2.9.) erreicht werden können. Beim Arbeiten mit dem Diapaneel werden die Wege im Projektionsbild gemessen. Durch das Erkennen des Zusammenwirkens der Kolbenbewegungen und der Stellung der Ventile wird zum technischen Verständnis und zum konstruktiven Denken der Schüler beigetragen. Deshalb sollte auch eine komplette hydraulische Anlage (im Diapaneel von Beginn an eingesetzt) aus Aufbauteilen zusammengesetzt und im Unterricht verwendet werden. An dieser Anlage können physikalische Zusammenhänge zwischen den Kräften, Wegen und Querschnittsflächen der Kolben diskutiert werden.
(4) Die Schüler sollten selbständig in den Heften die Skizze anfertigen und die Wirkungsweise erklären. Die Schüler sind auch darauf hinzuweisen, daß diese Tätigkeiten Inhalt der Kurzkontrolle in der folgenden Stunde sein wird.

Tafelbild

Bild 43/1



a
b
c

Was man an Kraft spart, muß man an Weg zusetzen.
Bei hydraulischen Anlagen wird keine mechanische Arbeit gespart.

Stoffeinheit Auflagedruck und Schweredruck

6 Stunden

Vorbemerkungen

Der Auflagedruck fester Körper wird an Beispielen aus der Technik behandelt, wobei mit den Schülern physikalische Zusammenhänge zwischen den Größen Kraft, Flächeninhalt und Auflagedruck diskutiert werden. Besonders ist herauszuarbeiten, wie der Auflagedruck durch Änderung der Kraft und des Flächeninhalts der Auflagefläche verändert werden kann. Entsprechende Beispiele (Leichtbauweise, Belastungsgrenzen, Kettenfahrzeuge) sind mit den Schülern bei ökonomischen Betrachtungen und bei der Erörterung des Auflagedrucks von Fahrzeugen auch erzieherisch auszuwerten. An Beispielen für das Wirken eines großen oder eines kleinen Auflagedrucks ist auch herauszuarbeiten, wie der Mensch sein Verhalten in Übereinstimmung mit den geltenden Naturgesetzen bringen muß, um erfolgreich tätig sein zu können.
Der Schweredruck wird am Beispiel des Flüssigkeitsdrucks eingeführt. Seine Abhängigkeit von der Tiefe und von der Dichte der Flüssigkeit wird auf die Veränderung der Gewichtskraft zurückgeführt, wobei Beziehungen zum Auflagedruck hergestellt werden. Wesentliche Merkmale des Schweredrucks werden experimentell erarbeitet. Beim Erläutern von Merkmalen des Schweredrucks ist den Schülern überzeugend zu erläutern, daß die gleichen Merkmale bereits bei anderen Arten des Drucks nachgewiesen worden sind. Bei der Behandlung des Luftdrucks ist auch auf seine Veränderung in der Atmosphäre einzugehen. Die Abhängigkeiten des Schweredrucks in Flüssigkeiten von der Tiefe und des Luftdrucks von der Höhe in der Atmosphäre werden auch in Diagrammen dargestellt. Dabei sind die Schüler auf die unterschiedlichen Graphen in beiden Diagrammen (linear bzw. nichtlinear) hinzuweisen.
Bei der Behandlung von Druckmeßgeräten kann ein Hinweis darauf erfolgen, daß die Änderung des Drucks durch die Meßgeräte in eine Längenänderung umgewandelt wird.
Die Arbeiten Otto von Guerickes zum Nachweis des Luftdrucks, seine technischen Erfindungen und sein Wirken als Staatsmann sind erziehungswirksam zu würdigen. Für die Erziehung der Schüler ist auch zu nutzen, daß Guericke bei seinen Experi-

menten mit der Luft vorurteilsfrei beobachtete und dadurch die richtigen Antworten auf die von ihm gestellten Fragen fand. Den Schülern ist zu erläutern, daß die Erkenntnisse über den Luftdruck eine wesentliche Vorleistung für die Entwicklung der Dampfmaschinen waren.
Die Stoffeinheit wird mit einer Systematisierung verschiedener Arten des Drucks abgeschlossen. Dabei sollen die Schüler bei praktischen Beispielen und bei Experimenten erkennen, welche Art des Drucks jeweils auftritt.
Das Schülerexperiment zum Nachweis des Luftdrucks wird als Hausexperiment durchgeführt. Es ist zweckmäßig, wenn die Schüler verschiedene Experimentieranordnungen benutzen und Gelegenheit erhalten, diese im Unterricht zu demonstrieren. Im Protokoll des Experiments sollen die Schüler dessen Durchführung beschreiben sowie den beobachteten Vorgang beschreiben und erklären.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
44. Auflagedruck fester Körper – Kurzkontrolle – Auflagedruck – Anwendung der Gleichung $p = \frac{F}{A}$	Trennwerkzeuge, technologische Verfahren (ESP 7) Kleben (We 4)	DE: Abhängigkeit der Eindringtiefe in Sand von Kraft und Fläche Bild eines Panzers Werkzeug mit scharfer Schneide (z. B. Stechbeitel aus We) LB S. 100 bis 102
45. Schweredruck in Flüssigkeiten – Schweredruck in Flüssigkeiten – Abhängigkeit des Schweredrucks von der Tiefe und der Dichte der Flüssigkeit	Dichte (Ph 6)	PSV 3/4/5 V 1.3.2. DE: Abhängigkeit des Schweredrucks von h und ϱ LB S. 103 bis 105
46. Merkmale des Schweredrucks – Berechnung des Schweredrucks und von Kräften – Merkmale des Schweredrucks		PSV 3/4/5 V 1.3.2. PSV 3/4/5 V 1.3.4. oder V. 1.3.6. oder Diapaneel SV (zur 51. Stunde): Würdigen von Archimedes LB S. 105 bis 107
47. Luftdruck – Erscheinung und Entstehung des Luftdrucks – Messung des Luftdrucks	Lufthülle der Erde (Geo 9)	PSV 3/4/5 V 2.1.3. PSV 3/4/5 V 2.1.1. DE: Wägen der Luft Zimmerbarometer LB S. 107 bis 108

48. Anwendung des Luftdrucks – Leben und Werk Otto von Guerickes – Anwendung des Luftdrucks	Dreißigjähriger Krieg (Ge 7) Industrielle Revolution (Ge 7)	PSV 3/4/5 V 2.5.2. oder Diapaneel PSV 3/4/5 V 2.1.7. SE (Hausexperiment zur 49. Stunde): Nachweisen des Luftdrucks DE: Saugfuß Heberbarometer K-F 5 Bilder von Guericke und Torricelli LB S. 109 bis 110
49. Systematisierung des Drucks – U-Rohr-Manometer – Systematisierung von Beispielen – Beschreiben und Erklären technischer Geräte		U-Rohr-Manometer Zimmerbarometer Fahrradluftpumpe Injektionsspritze DE: Schweredruck in Wasser Fo: Systematisierung des Drucks (S) Bild 49/2 LB S. 110 bis 111

44. Stunde: Auflagedruck fester Körper

Stundenziele

Die Schüler

– kennen Beispiele für großen und kleinen Auflagedruck;

– können die Gleichung $p = \frac{F}{A}$ zur Berechnung des Auflagedrucks anwenden;

– sind in der Lage, das Vergrößern und Verkleinern des Auflagedrucks an praktischen Beispielen zu erläutern.

Die Schüler erfahren an weiteren Beispielen, daß der Mensch seine praktische Tätigkeit in Übereinstimmung mit den Naturgesetzen bringen muß.

Unterrichtsmittel

Bild eines Panzers
Stechbeitel (aus We)
Gefäß mit Sand
Angespitzter Bleistift
Handelswägestücke 1 kg und 0,5 kg

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Kurzkontrolle (K) **15 min**	

(2) Auflagedruck (E) **10 min**	– Problemstellen: Warum haben Panzerfahrzeuge breite Ketten? – Beschreiben von Beispielen, bei denen die Eindringtiefe eines festen Körpers in die Unterlage klein (Panzer) oder groß (Werkzeugschneide) ist (DE, LV) – Erkennen des Zusammenhangs zwischen Kraft, Fläche und Auflagedruck (Eindringtiefe als Maß dafür) (DE, UG, TB a)
Der Auflagedruck nimmt zu, je größer die Kraft und je kleiner die Fläche werden. Der Auflagedruck wird mit der Gleichung $p = \frac{F}{A}$ ($F \perp A$) berechnet.	
(3) Anwendung der Gleichung $p = \frac{F}{A}$ für den Auflagedruck (A) **20 min**	– Erläutern von Beispielen für großen und für kleinen Auflagedruck (LB S. 103, Nr. 1, 2, S. 138, Nr. 1, 2, SSA, TB b) – HA: LB S. 103, Nr. 3
In der Praxis wird der Auflagedruck häufig dadurch verkleinert, daß die Auflagefläche vergrößert wird.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Für die Kurzkontrolle ist vom Lehrer jeweils eine Aufgabe aus einer der beiden Gruppen auszuwählen.

Gruppe I: Wirkungsweise hydraulischer Anlagen

1. Beschreibe den Aufbau einer hydraulischen Bremse!
   Erkläre deren Wirkungsweise!
2. Erkläre die Wirkungsweise einer hydraulischen Anlage anhand einer Skizze!
3. Welchen Vorteil bietet die Anwendung einer hydraulischen Anlage? Mit welchem Nachteil ist dieser Vorteil verbunden?

Gruppe II: Gesetze für hydraulische Anlagen

1. Am Pumpenkolben einer hydraulischen Presse greift eine Kraft von 200 N an. Der Arbeitskolben hat eine Querschnittsfläche, die 120mal so groß wie die des Pumpenkolbens ist.
   Welche Kraft greift am Arbeitskolben an?
2. Mit einem hydraulischen Wagenheber ist ein Pkw mit einer Masse von 1200 kg um 1,50 m zu heben. Welche Hubarbeit muß verrichtet werden?

(2) Geeignete Bilder von Panzern sind in Werbematerialien der NVA enthalten. Die Schüler lernen im ESP-Unterricht der Klasse 7 technologische Verfahren kennen, auf die Bezug genommen werden kann (Walzen, Drehen). Auch an Kenntnisse aus dem Werkunterricht (Pressen, Kleben) ist anzuknüpfen.
Auch aus anderen Erfahrungsbereichen (Eislaufen) sind Beispiele auszuwählen, um mit den Schülern zu diskutieren, wie der Auflagedruck verändert werden kann oder warum er verändert werden muß.

(3) Bei der Behandlung von Beispielen für den Auflagedruck sind sowohl solche zu wählen, bei denen die Gewichtskraft wesentlich ist (Panzer u. dgl.), als auch solche, bei denen andere Kräfte wirken (Nadeln, Pressen u. dgl.).
Beim Diskutieren von Möglichkeiten für das Vergrößern bzw. Verkleinern des Auf-

lagedrucks sollen die Schüler auf notwendige Werkzeugpflege und auf den Einsatz superharter Materialien für Werkzeugschneiden hingewiesen werden.

Tafelbild

Bild 44/1

a
b

Auflagedruck

Warum haben Panzerfahrzeuge Ketten?

Je größer die Kraft und je kleiner die Auflagefläche sind, desto größer ist der Auflagedruck.

$p = \frac{F}{A}$ (F⊥A)



	kleiner Druck	*großer Druck*
durch Kraft	*Gebäude in Leichtbauweise*	*Pressen von Blechteilen*
durch Fläche	*Panzerfahrzeuge*	*Schneide von Werkzeugen*

45. Stunde: Schweredruck in Flüssigkeiten

Stundenziele

Die Schüler
- kennen Beispiele aus Natur und Technik für das Auftreten des Schweredrucks in Flüssigkeiten;
- können die Ursache des Schweredrucks sowie dessen Abhängigkeit von der Tiefe und Dichte der Flüssigkeiten erklären.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 1.3.2. Druckdose
Standzylinder mit Wasser, Kochsalzlösung und Spiritus

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Auswertung der Kurzkontrolle (K) **10 min**	– Analysieren der Aufgabenlösungen (LV) – Kontrollieren der HA

(2) Schweredruck in Flüssigkeiten (Mot, E, A) 20 min	– Problemstellen: Warum haben Tauchapparate dicke Stahlwände? – Beschreiben der Erfahrungen der Schüler beim Tauchen in Frei- oder Hallenbädern, Bilden des Begriffs Schweredruck (SSA, LV, LB S. 103, Nr. 5) – Nachweisen des Schweredrucks mit U-Rohr-Manometer (DE) – Kennzeichnen der Gewichtskraft als Ursache des Schweredrucks (LV, TB a) – Vorhersagen, daß der Schweredruck mit zunehmender Tiefe wächst (SSA) – Berechnen des Schweredrucks aus Masse und Fläche für Wasser (LB S. 103, SSA, UG, TB a) – Interpretieren des Druck-Tiefe-Diagramms, Arbeiten mit dem Diagramm (LBA 104/1, UG)
Der Schweredruck wird durch die Gewichtskraft der Flüssigkeiten hervorgerufen. Der Schweredruck nimmt mit der Tiefe der Flüssigkeit zu. Der Schweredruck in Wasser steigt je 10 m Tiefe um etwa 100 kPa.	
(3) Abhängigkeit des Schweredrucks von der Dichte der Flüssigkeiten (E) 15 min	– Vergleichen des Schweredrucks in Wasser, Spiritus und Kochsalzlösung bei gleicher Tiefe (DE, UG, TB b) – Interpretieren des Druck-Tiefe-Diagramms für Flüssigkeiten mit verschiedenen Dichten (LBA 105/1, UG) – HA: LB S. 105, Nr. 1, 2, 3
Der Schweredruck ist bei gleicher Tiefe um so größer, je größer die Dichte der Flüssigkeit ist.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Beim Analysieren der Aufgabenlösungen der Kurzkontrolle sollte Schülern, die Schwierigkeiten beim schriftlichen Beschreiben und Erklären haben, dies jedoch mündlich beherrschen, die Möglichkeit zur entsprechenden sprachlichen Darstellung gegeben werden.
(2) Bei der Erörterung des Schweredrucks, der beim Tauchen auftritt, ist den Schülern zu erläutern, daß zum Schutze der Gesundheit Sporttaucher (z. B. bei der GST) nur bis zu einer Tiefe von 40 m tauchen dürfen. Das ist als ein Beispiel dafür zu erläutern, daß physikalische Erscheinungen bei der Erarbeitung von Richtlinien für den Gesundheits- und Arbeitsschutz beachtet werden.
Mit den Schülern ist auch zu erarbeiten, daß ein Schweredruck von 1 Pa in 0,1 mm Wassertiefe herrscht. Dadurch wird deutlich, daß 1 Pa ein sehr kleiner Druck ist, und der Gebrauch von kPa und MPa wird begründet.
(2/3) Das Interpretieren der Diagramme sollte umfassen:
Ablesen des Drucks bei gegebener Tiefe (und Dichte);
Ablesen der Tiefe bei gegebenem Druck;
Bestimmen der Tiefen für gleichen Druck für verschiedene Dichten;
Erkennen der Proportionalität zwischen Druck und Tiefe;
Erkennen des Einflusses der Dichte auf den Verlauf des Graphen.

Tafelbild

Bild 45/1

a
b

Schweredruck in Flüssigkeiten

Ursache des Schweredrucks: Gewichtskraft
Je 10 m Wassertiefe steigt der Schweredruck um 100 kPa.

In gleicher Tiefe ist der Schweredruck um so größer, je größer die Dichte der Flüssigkeiten ist.

46. Stunde: Merkmale des Schweredrucks

Stundenziele

Die Schüler
- wissen, daß der Schweredruck von der Gefäßform unabhängig ist, allseitig wirkt und in einer bestimmten Tiefe einer Flüssigkeit gleich ist;
- können Kräfte berechnen, die infolge des Schweredrucks wirken.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 1.3.2.
PSV 3/4/5 V 1.3.4. oder 1.3.6. oder Diapaneel

Stundenverlauf

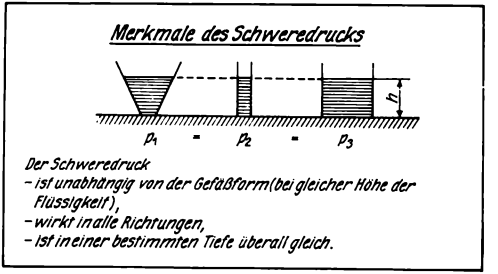
Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Wiederholung (W) **10 min**	– Kontrollieren der HA – Formulieren der Zusammenhänge zwischen Schweredruck und Dichte bzw. Tiefe (SV)
(2) Berechnung des Schweredrucks und von Kräften (Mot, A) **15 min**	– Problemstellen: Warum platzen Tiefseefische an der Meeresoberfläche? – Berechnen des Schweredrucks in 10 km Wassertiefe, Begründen des Zerplatzens der Fische (UG) – Berechnen der Kraft bei bekanntem Schweredruck (LB S. 107, Nr. 1, UG, SSA)
(3) Merkmale des Schweredrucks (E) **20 min**	– Erkennen, daß der Schweredruck in gleicher Tiefe überall gleich ist (DE, UG) – Erkennen, daß der Schweredruck allseitig wirkt (DE,UG) – Erkennen, daß der Schweredruck bei gleicher Höhe der Flüssigkeit unabhängig von der Gefäßform ist (LB S. 105, DE, SSA, TB , LB S. 138, Nr. 4) – Erläutern des Pascalschen Faßversuchs (LB S. 106, SSA) – HA: Würdigung von Archimedes (SV für 51. Stunde)
Der Schweredruck ist unabhängig von der Gefäßform (bei gleicher Höhe der Flüssigkeit), wirkt allseitig und ist in einer bestimmten Tiefe einer Flüssigkeit überall gleich.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Bei der Kontrolle der HA können die Leistungen mehrerer Schüler bewertet werden, indem die Schüler die gleichen Aufgaben nochmals gestellt bekommen.
(2) Werden Kräfte berechnet, die beim Tauchen auftreten, so besteht die Möglichkeit, über die Tätigkeit der Sektionen Tauchsport der GST zu berichten. Die SSA kann bewertet werden.
(3) Für die beiden ersten Experimente wird die Druckdose eingesetzt. Zuerst wird sie in gleicher Höhe waagerecht verschoben, anschließend in gleicher Höhe gedreht. Mit dem geringsten Aufwand gelingt das dritte Experiment mit dem Diapaneel. Nur wenn andere Möglichkeiten fehlen, wird PSV 3/4/5 V 1.3.6. empfohlen.
Für die Vorbereitung des SV sind Kinder- und Jugendliteratur (vgl. 1. Stunde) und das Lehrbuch (Einführung zum 1. Stoffgebiet) zu verwenden. Den Schülern sind für die Vorbereitung des Schülervortrags folgende Schwerpunkte zu geben:
Wann hat Archimedes gelebt?
Welche Erkenntnisse werden ihm zugeschrieben?
Wie hat er sein Wissen und Können eingesetzt?

Tafelbild

Bild 46/1



47. Stunde: Luftdruck

Stundenziele

Die Schüler
- kennen Erscheinungen des Luftdrucks in der Natur und begründen die Entstehung des Luftdrucks;
- können aus dem Zusammenhang zwischen Luftdruck und Höhe Schlußfolgerungen auf Anwendungen des Luftdrucks ziehen;
- können den Aufbau des Dosenbarometers beschreiben und dessen Wirkungsweise erklären.

Die Schüler verstehen, daß einfache physikalische Erscheinungen auch in der modernen Technik Anwendung finden.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 2.1.3.
Glaskugel zum Wägen der Luft
Präzisionswaage
F 519 Wirkungsweise des Barometers

Kolbenluftpumpe
PSV 3/4/5 V 2.1.1
Zimmerbarometer

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Erscheinung und Entstehung des Luftdrucks (Mot, E) **20 min**	– Stellen des Problems: Wie kann man das Experiment mit den Magdeburger Halbkugeln erklären? (DE, UG) – Nachweisen der Gewichtskraft der Luft (DE, LV) – Bilden des Begriffs Luftdruck, Erklären der Entstehung des Luftdrucks (UG, TB a) – Anwenden der Erkenntnisse über den Luftdruck zum Erklären eines Experiments (PSV 3/4/5 V 2.1.1.) (DE, SSA, TB b)
Den Schweredruck der Luft bezeichnet man als Luftdruck. Er wird durch die Gewichtskraft der Luft hervorgerufen.	
(2) Messung des Luftdrucks (E, Ü) **20 min**	– Kennenlernen des Dosenbarometers als Meßgerät für den Luftdruck, Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise (LB S. 107, DE, LV, SSA) – Erläutern des Normdrucks (LV) – Erläutern von Luftdruckveränderungen in der Atmosphäre (LB S. 108, SSA, TB c) – Interpretieren des Luftdruck-Höhe-Diagramms (LBA 108/2, LB S. 138, Nr. 7, UG, SSA) – Erklären des Einsatzes von Barometern als Höhenmesser im Flugzeug (UG)
Der Normdruck beträgt etwa 100 kPa = 1000 hPa. Der Luftdruck verringert sich mit steigender Höhe über der Erdoberfläche. Barometer sind Meßgeräte für den Luftdruck.	
(3) Vorbereiten der HA **5 min**	– HA: LB S. 109, Nr. 3, 4, 5 – Erläutern der Durchführung des SE aus LB S. 107 als Hausexperiment bis zur 49. Stunde (LV) – Hinweisen auf sinnvolle Protokollführung (LV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Es ist zweckmäßig, die Kugel zum Wägen der Luft vor Unterrichtsbeginn zu evakuieren. Das Einströmen der Luft sollte für die Schüler hörbar sein. Die Entstehung des Luftdrucks wird durch Analogiebetrachtungen zur Entstehung des Schweredrucks in Flüssigkeiten erarbeitet. Bei allen Erscheinungen, die der Luftdruck verursacht, ist von den Druckdifferenzen auf die Kräfte zu schließen.
(2) Um Angaben des Wetterberichts für die Schüler verständlich zu machen, wird

die Einheit Hektopascal erwähnt. — Die Anwendung des Barometers zur Höhenmessung geht auf Pascal zurück.
(3) Ziel des SE ist, daß die Schüler einen Vorgang genau beobachten sowie das Beobachtungsergebnis beschreiben und erklären. Um bei den Schülern Interesse für das Experimentieren zu wecken, gibt der Lehrer zu keiner von den Schülern geäußerten Vermutung über das Ergebnis des Experiments einen Kommentar. Die Schüler können ihre Experimentieranordnungen zur 49. Stunde mitbringen.

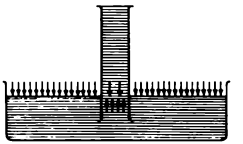
Tafelbild

Bild 47/1

a
b
c

Der Luftdruck

Ursache des Luftdrucks: Gewichtskraft der Luft



Luftdruck verhindert das Ausfließen des Wassers aus dem Glasrohr.

Normdruck: etwa 100 kPa = 0,1 MPa (= 1000 hPa)
Meßgerät: Barometer
Der Luftdruck nimmt mit steigender Höhe ab.

48. Stunde: Anwendung des Luftdrucks

Stundenziele

Die Schüler

— kennen Fakten über das Leben und Werk Otto von Guerickes;
— können die Wirkung des Luftdrucks in Saugpumpen und bei Saugfüßen erläutern;
— sind in der Lage, Kräfte zu berechnen, die durch den Luftdruck auftreten.

Die Schüler vertiefen ihre Einsichten darüber, daß technische Geräte durch Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse entwickelt werden. Sie erkennen die Notwendigkeit, beim Experimentieren ohne Vorurteile zu beobachten.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 2.5.2.
oder Diapaneel
K-F 5
Saughaken oder Saugfuß
Magdeburger Halbkugeln

Bilder von Guericke und von Torricelli (aus Bildmappe „Wissenschaftler Physik")
PSV 3/4/5 V 2.1.7.
Heberbarometer

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Leben und Werk Otto von Guerickes (E) 15 min	– Kontrollieren der HA – Erkennen der Verdienste Guerickes und Einordnen seines Lebens und seines Werks in die gesellschaftliche Entwicklung (LB S. 109, SSA) – Beschreiben eines Experiments zum Nachweis des Luftdrucks (LB S. 109, Nr. 6, SSA) – Hinweisen auf Luftdruckmessung durch Torricelli (DE, LV)
Otto von Guericke – ein Vertreter des aufstrebenden Bürgertums – wies den Luftdruck nach. Die Technische Hochschule in Magdeburg trägt heute seinen Namen.	
(2) Anwendung des Luftdrucks (E, Ü) 30 min	– Problemstellen: Wie funktioniert eine Saugpumpe? Warum hält ein Saughaken an der Wand? (DE) – Erarbeiten des Aufbaus und der Wirkungsweise der Saugpumpe (LB S. 110, SSA, DE, K-F 5, TB a) – Erklären des Wirkprinzips eines Saughakens (UG, DE, TB b) – Berechnen der Kraft auf einen Saugfuß (LB S. 111, Nr. 1, SSA) – Beschreiben und Erklären eines Experiments (PSV 3/4/5 V 2.1.7., SSA)
Der Luftdruck wird in vielen Geräten technisch genutzt. Beispiele: Saugpumpe, Saugfuß.	

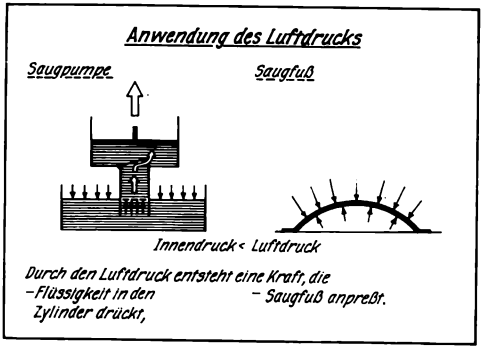
Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Erzieherisch einprägsam sollte vor allem der Zusammenhang zwischen den wissenschaftlichen und technischen Leistungen Guerickes herausgearbeitet werden. Die Schüler sollen erkennen, daß solide naturwissenschaftliche Kenntnisse notwendig sind, um die Technik verstehen und meistern zu können.
Den Schülern kann folgende Literatur empfohlen werden, um ihr Wissen über Guericke zu erweitern und zu vertiefen:
Merkwürdige Umstände eines Autodiebstahls (Alex Taschenbücher). Der Kinderbuchverlag, Berlin.
Rezac, K: Rund um die großen Erfindungen. Der Kinderbuchverlag, Berlin 1979.
Conrad, W.: Physiker im Kreuzverhör. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1972.
Backe, H.: Rund um die Physik. Der Kinderbuchverlag, Berlin.
Kauffeldt, A.: Otto von Guericke (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner – Band 11). BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig.
Der letzte Titel ist recht anspruchsvoll und für leistungsstarke Schüler zu empfehlen.
(2) Die Schüler sollen das „Ansaugen" auf die durch den Druckunterschied angreifende Kraft zurückführen. Auf den Begriff „Ansaugen" muß nicht verzichtet werden. Hinweise des Lehrers auf die Ablösung der Kolbenpumpen durch Kreiselpumpen sind angebracht.

Eindrucksvoll ist ein Experiment, bei den in Anlehnung an Guericke eine Konservendose (z. B. von Milch) durch den Luftdruck zerdrückt wird. An die leere Dose wird ein Ansaugstutzen angelötet. Über einen Vakuumschlauch wird mittels Drehschieberpumpe so viel Luft entfernt, bis die Dose zusammengedrückt wird.

Tafelbild

Bild 48/1



a	b

49. Stunde: Systematisierung des Drucks

Stundenziele

Die Schüler
- können die Wirkungsweise des U-Rohr-Manometers erklären;
- können verschiedene Beispiele für den Druck systematisieren.

Die Fähigkeiten der Schüler zum Beschreiben des Aufbaus und zum Erklären der Wirkungsweise technischer Geräte werden gefestigt.

Unterrichtsmittel

U-Rohr-Manometer
Fahrradluftpumpe
Injektionsspritze
Zimmerbarometer
Standzylinder mit Wasser
Druckdose
Folie: Systematisierung des Drucks (S) (Bild 49/2)
Experimentieranordnung gemäß Bild 49/3

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Auswerten des Hausexperiments (K) **10 min**	— Einsammeln der Protokolle — Demonstrieren des SE durch Schüler
(2) U-Rohr-Manometer (A) **10 min**	— Beschreiben des Umgangs mit U-Rohr-Manometern (SV, DE) — Erklären der Wirkungsweise (LB S. 110/111, SSA, TB, DE) — Erkennen des Einflusses der Dichte der Manometerflüssigkeit auf die Anzeige am Manometer (LB S. 111, Nr. 4, S. 140, Nr. 17, UG)
Mit dem U-Rohr-Manometer wird der Druck gemessen. Der zu messende Druck ist so groß wie die Summe von Luftdruck und Schweredruck der Flüssigkeitssäule.	
(3) Systematisierung verschiedener Arten des Drucks (S) **15 min**	— Demonstrieren und Systematisieren verschiedener Arten des Drucks (LB S. 111, Systematisierung und Nr. 5, DE, SSA, UG, Fo)
(4) Beschreiben und Erklären technischer Geräte (W, Ü) **10 min**	— Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise technischer Geräte (SSA) — Hinweisen auf die Kurzkontrolle in der folgenden Stunde (LV)

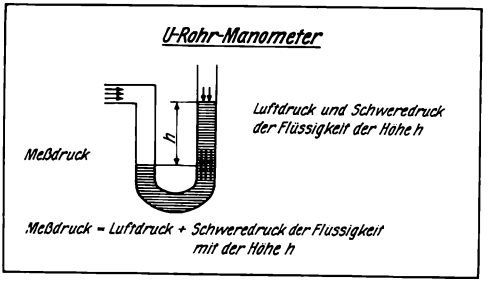
Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Die Schüler, die das SE demonstrieren, sollen die Durchführung des Experiments auch beschreiben.
Vorschlag zur Bewertung der Protokolle:
a) Beschreibung des Ablaufs des Experiments und der beobachteten Erscheinung je 1 P.
b) Die Erklärung der beobachteten Erscheinung soll enthalten:
Luftdruck 1 P.
Schweredruck 1 P.
Druckdifferenz 1 P.
Kraft von außen 1 P.
Zusatzaufgabe für interessierte Schüler: LB S. 138, Nr. 6
(2) Mit leistungsstarken Schülern können auch quantitative Betrachtungen zum U-Rohr-Manometer durchgeführt werden.
(3) Geeignet ist ein Demonstrationsexperiment gemäß Bild 49/3. Wenn die Schüler durch das Röhrchen in die Flasche pusten, entspricht der Druck in der Flasche i. a. etwa einem Schweredruck einer 2 m langen Wassersäule.
Entsprechende Wettbewerbe mit der Experimentieranordnung („Wer bläst am stärksten?") können bei außerunterrichtlichen Veranstaltungen durchgeführt werden.
Leistungsstarken Schülern kann als Zusatzaufgabe LB S. 139, Nr. 9 gestellt werden.
(4) Nachdem mehrfach das Beschreiben des Aufbaus und das Erklären der Wirkungsweise technischer Geräte geübt wurde, sollen die Schüler diese Tätigkeiten sicher ausführen können. Ein entsprechendes Beispiel wählt der Lehrer aus. Die Schüler sollen

schriftlich arbeiten und sich damit auf die Kurzkontrolle vorbereiten. Es ist den Schülern nochmals der Hinweis auf die Gliederung zur Vorbereitung auf die Kurzkontrolle (LB S. 29) zu geben.

Tafelbild

Bild 49/1



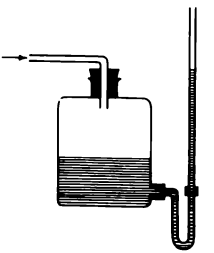
Folie

Bild 49/2

	Entstehung durch	Zusammenhang mit Größen	Auftreten in der Praxis
Kolben-druck			
Schwere-druck			

Experimentieranordnung

Bild 49/3



Stoffeinheit Auftrieb in ruhenden Flüssigkeiten und Gasen 5 Stunden

Vorbemerkungen

In dieser Stoffeinheit sind Erfahrungen der Schüler über den Auftrieb theoretisch zu durchdringen. Das Gesetz von Archimedes wird experimentell erarbeitet und zur Erklärung des Sinkens, Steigens, Schwebens oder Schwimmens von Körpern angewendet.
Die Entstehung der Auftriebskraft, die die Stärke des Auftriebs kennzeichnet, wird auf Unterschiede des Schweredrucks zurückgeführt. Dabei wird an das Wissen der Schüler aus den ersten beiden Stoffeinheiten dieses Stoffgebiets über das Auftreten von Kräften bei Druckunterschieden angeknüpft. Die Abhängigkeit der Auftriebskraft vom Volumen der Körper und von der Dichte der Flüssigkeit wird experimentell erarbeitet. Für die theoretische Erarbeitung der für den Auftrieb geltenden Gesetzmäßigkeiten fehlen den Schülern notwendiges Wissen und Können (Substitutionsverfahren für Gleichungssysteme, Fallbeschleunigung).
Erkenntnisse über das Schweben, Sinken oder Steigen von Körpern beim Eintauchen in Flüssigkeiten gewinnen die Schüler beim Vergleich von Gewichtskraft und Auftriebskraft. Dabei werden stets vollständig eingetauchte Körper betrachtet. Beim Schwimmen tauchen die Körper nicht mehr vollständig ein. Die für das Schwimmen geltende Beziehung zwischen Gewichtskraft und Auftriebskraft ist aus einer Betrachtung der beiden Kräfte beim Steigen zu entwickeln.
Erkenntnisse der Schüler über das Schwimmen, Schweben, Steigen und Sinken von Körpern sind auf Vorgänge bei der Schiffahrt (auch U-Boot und Eisbrecher) anzuwenden und für die Erziehung zu nutzen. Auf den Schiffbau als wichtigen Industriezweig der DDR und auf den vielseitigen Einsatz von Schiffen sind die Schüler hinzuweisen.
Bei den Schülerexperimenten zur Erarbeitung des Gesetzes von Archimedes und zur Untersuchung der Kräfte beim Schwimmen von Körpern müssen Differenzmessungen (Auftriebskraft, Volumen des verdrängten Wassers) durchgeführt werden. Dabei sind die Schüler zu genauen Messungen und zur Analyse der Meßfehler anzuhalten. Ein Protokoll ist ausführlich zu gestalten. In diesem Protokoll sollen die Schüler auch die Durchführung des Experiments beschreiben.
Bei der Behandlung des Archimedischen Gesetzes sind nochmals Leben und Wirken von Archimedes zu würdigen. Dazu kann auch ein Schülervortrag gehalten werden, zu dessen Vorbereitung Kinder- und Jugendliteratur auszuwerten ist.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
50. Auftrieb — Kurzkontrolle — Erscheinung und Entstehung des Auftriebs — Abhängigkeit der Auftriebskraft von physikalischen Größen		Fo: Abhängigkeit der Auftriebskraft (S) (Bild 50/2) DE: Beispiele für den Auftrieb PSV 3/4/5 V 1.4.2. LB S. 113 bis 115
51. Gesetz von Archimedes — Würdigen von Archimedes — Gesetz von Archimedes — Anwendung des Gesetzes von Archimedes	Archimedes (Ge 5) Volumenbestimmung unregelmäßiger Körper (Ph 6) Zusammenhang von Masse, Volumen und Dichte (Ph 6)	SE: Gesetz von Archimedes DE: Prüfen von vorhergesagten Auftriebskräften LB S. 116 bis 117
52. Sinken, Schweben, Steigen — Bedingungen für das Sinken, Schweben und Steigen — Anwendungen für das Sinken, Schweben und Steigen — Lösung eines Problems	Schwimmen der Fische (Bio 5)	DE: Untersuchungen mit dem Tauchkörper zum Archimedischen Prinzip PSV 3/4/5 V 1.4.24. V 1.4.19. LB S. 118
53. Schwimmen — Bedingung für das Schwimmen — Schwimmen von Schiffen — Vorbereitung Leistungskontrolle	Schiffbau (Geo 5)	SE: Untersuchen der Bedingungen für das Schwimmen von Körpern DE: Eintauchtiefe beim Schwimmen DE: Nachweis des Luftdrucks oder des Auftriebs (je nach Aufgabenstellung) LB S. 118 bis 120
54. Schriftliche Leistungskontrolle		

50. Stunde: Auftrieb

Stundenziele

Die Schüler

- sind in der Lage, anhand praktischer Beispiele den Auftrieb als Kraft zu deuten, die auf Körper entgegen der Gewichtskraft wirkt, wenn die Körper in Flüssigkeiten oder Gase eintauchen;
- können das Entstehen der Auftriebskraft mit ihrem Wissen über den Schweredruck erklären;
- können die Zusammenhänge zwischen Auftriebskraft, Volumen des Körpers und Dichte der Flüssigkeit oder des Gases an Beispielen erläutern.

Die Einsichten der Schüler über die erforderliche Sorgfalt beim Experimentieren und über die Notwendigkeit der unvoreingenommenen Beobachtung werden vertieft.

Unterrichtsmittel

Eimer mit Wasser
Mauerziegel
Federkraftmesser
PSV 3/4/5 V 1.4.2.
Körper aus verschiedenen Stoffen mit gleichem Volumen (S)
Körper aus gleichem Stoff mit unterschiedlichem Volumen (S)
Standzylinder mit Wasser und Brennspiritus
Folie: Abhängigkeit der Auftriebskraft (S) (Bild 50/2)

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Kurzkontrolle **15 min**	
(2) Erscheinung und Entstehung des Auftriebs (E) **15 min**	– Zurückgeben der Protokolle des SE – Problemstellen: Warum sind Körper in Wasser leichter als in Luft? – Beschreiben der scheinbaren Gewichtskraftverringerung beim Eintauchen von Körpern in Wasser, Bilden des Begriffs Auftrieb (DE, UG, LV, TB a) – Bestimmen der Auftriebskraft, die ein Hakenkörper in Wasser erfährt (DE, UG, TB b) – Erklären der Entstehung der Auftriebskraft (LB S. 113, SSA, TB c) – Schlußfolgern, daß auch in Gasen ein Auftrieb entsteht (UG) – Erläutern von Beispielen für den Auftrieb in Gasen (LB S. 113, Nr. 2, SSA)
Der Auftrieb führt zu einer scheinbaren Verringerung der Gewichtskraft, wenn sich ein Körper in einer Flüssigkeit (oder in einem Gas) befindet. Die Auftriebskraft in Flüssigkeiten wird als Differenz zwischen der Gewichtskraft vor dem Eintauchen und der scheinbaren Gewichtskraft während des Eintauchens eines Körpers bestimmt. Der Auftrieb entsteht, weil der Schweredruck unter dem Körper größer als der Schweredruck über dem Körper ist. Am Körper greift eine nach oben gerichtete Kraft an.	
(3) Abhängigkeit der Auftriebskraft von physikalischen Größen (E) **15 min**	– Aufstellen von Vermutungen, wovon die Auftriebskraft abhängt (UG, Fo) – Planen der Untersuchungen für die Abhängigkeit der Auftriebskraft von anderen physikalischen Größen (SSA, LB S. 114/115) – Prüfen der Vermutungen (DE, UG) – HA: Vorbereiten des SE
Die Auftriebskraft hängt vom Volumen des eingetauchten Körpers und von der Dichte der Flüssigkeit, aber nicht vom Stoff des eingetauchten Körpers ab.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Für die Kurzkontrolle ist jeweils eine Aufgabe aus einer der beiden Gruppen auszuwählen.

Gruppe I: Technische Geräte

1. Beschreibe den Aufbau eines Röhrenfedermanometers! Erkläre die Wirkungsweise dieses Geräts!
   (Anstelle des Röhrenfedermanometers kann auch eine hydraulische Bremse, die Saug- oder die Druckpumpe ausgewählt werden.)

Gruppe II: Interpretieren von Diagrammen

1. Bestimme den Schweredruck in Wasser und in Kochsalzlösung für jeweils 8 m Tiefe mit Hilfe des Diagramms im LB S. 105!
   Warum ist der Schweredruck in beiden Flüssigkeiten bei gleicher Tiefe unterschiedlich groß?
2. Bestimme den Luftdruck in 5 km Höhe über der Erdoberfläche mit Hilfe des Diagramms im LB S. 108!
   Vergleiche dieses Diagramm mit dem Diagramm im LB S. 104!
   Welche Besonderheit drückt der Graph im Diagramm auf S. 104 gegenüber dem Graphen im Diagramm auf S. 108 aus?

(2) Sorgfältig muß die Methode zum Bestimmen der Auftriebskraft erarbeitet werden, da die Schüler in der folgenden Stunde die Auftriebskraft im SE messen.

(3) Die oft von den Schülern geäußerten Vermutungen, daß die Auftriebskraft vom Stoff, aus dem der Körper besteht, und von der Eintauchtiefe des vollständig eingetauchten Körpers abhängt, sollen auch überprüft werden.
Als Körper für die erste und vierte Untersuchung (vgl. Folie) eignen sich Würfel aus Stahl und Aluminium aus dem Satz zur Dichtebestimmung. Für die zweite Untersuchung eignen sich Wasser und Brennspiritus. Für die dritte Untersuchung eignen

Tafelbild

Bild 50/1

a	
b	c

Der Auftrieb

Warum ist ein Körper im Wasser leichter als in Luft?

Auftrieb: Scheinbare Verringerung der Gewichtskraft, wenn sich ein Körper in Flüssigkeiten oder Gasen befindet.

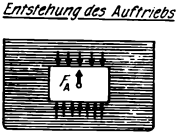
Bestimmung der Auftriebskraft

Gewichtskraft in Luft $F_G = 0{,}76\ N$

Scheinbare Gewichtskraft in Flüssigkeit $F_{Fl} = 0{,}56\ N$

Auftriebskraft $F_A = F_G - F_{Fl}$ $F_A = 0{,}20\ N$

Entstehung des Auftriebs



Schweredruck unter dem Körper größer als über dem Körper → Kraft nach oben.

Auftriebskraft in Wasser größer als in Luft, da größerer Druckunterschied.

sich Wägestücke aus Stahl und Messing gleicher Masse. Besser geeignet sind Körper aus Stoffen mit größeren Dichteunterschieden (Eigenbeschaffung).
Das Experimentieren sollte aus Zeitgründen unkompliziert im Sinne der Bestätigung oder des Verwerfens von Vermutungen ohne Anlegen von Meßwerttabellen erfolgen. Bewußt muß den Schülern aber werden, daß bei allen Untersuchungen jeweils nur eine Größe geändert wird, während alle anderen Größen konstant bleiben.
Wenn die Schüler in der folgenden Stunde ein vollständiges Protokoll zum SE anfertigen sollen, ist dies als HA vorzubereiten. Andernfalls übertragen die Schüler als HA nur die Meßwerttabelle aus dem LB in das Heft.

Folie
Bild 50/2

Abhängigkeit F_A von	*Vermutung*	*Überprüfung*
Dichte des eingetauchten Körpers		
Dichte der Flüssigkeit		
Volumen des Körpers		
Eintauchtiefe des Körpers		

51. Stunde: Gesetz von Archimedes

Stundenziele

Die Schüler
- kennen das Archimedische Gesetz;
- können Leben und Werk von Archimedes würdigen;
- können das Archimedische Gesetz zur Bestimmung von Auftriebskräften an verschiedenen Körpern anwenden.

Unterrichtsmittel

Geräte für SE (LB S. 116)
Verschiedene regelmäßig und unregelmäßig geformte Körper mit bekanntem Volumen
Meßzylinder mit Wasser und Spiritus Federkraftmesser
Bild von Archimedes (aus Bildmappe „Wissenschaftler Physik")

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Auftrieb (W) **5 min**	– Bestimmen der Auftriebskraft (SV)
(2) Gesetz von Archimedes (Ziel, E) **30 min**	– Würdigen von Archimedes (SV) – Angeben des Ziels: Wie groß ist die Auftriebskraft? (LV) – Erfassen des Handlungsablaufs zum SE (LB S. 116, SSA) – Wiederholen der Volumenmessung von Körpern (UG, DE) – Wiederholen des Zusammenhangs zwischen Volumen, Masse und Gewichtskraft des Wassers (UG) – Durchführen und Auswerten des SE (SSA, TB a) – Diskutieren der Fehler (UG)
Archimedisches Gesetz: Die Auftriebskraft ist so groß wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.	
(3) Anwendung des Gesetzes von Archimedes (Fst, A) **10 min**	– Vorhersagen der Auftriebskräfte an Körpern bekannten Volumens beim Eintauchen in Wasser und Spiritus (UG, TB b) – Überprüfen der Vorhersagen (UG, DE) – HA: LB S. 117, Nr. 1, 2

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(2) Ziel des SE ist das experimentelle Erarbeiten des Gesetzes von Archimedes. Schwierig ist für die Schüler das Unterscheiden zwischen der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit und der Auftriebskraft.
Da beim gleichzeitigen Messen von Auftriebskraft und Volumen des verdrängten Wassers im Meßzylinder vielen Schülern diese notwendige Unterscheidung nicht gelingt, sollten die Volumenmessung und das Bestimmen der Auftriebskraft nacheinander in verschiedenen Gefäßen (Meßzylinder und Becher) erfolgen. Leistungsstarke Schüler sollen völlig selbständig arbeiten.

Tafelbild

Bild 51/1

a
b

Gesetz von Archimedes

Die Auftriebskraft ist so groß wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.

Beispiel: $V_{Wasser} = 20\,cm^3$

$20\,cm^3$ *Wasser* $\hat{=} 20\,g \;\hat{=}\; 0{,}2\,N$

$F_A = 0{,}2\,N$

52. Stunde: Sinken, Schweben, Steigen

Stundenziele

Die Schüler

- kennen die Beziehungen zwischen Gewichtskraft und Auftriebskraft, wenn Körper sinken, schweben oder steigen;
- können Vorgänge in Natur und Technik, bei denen Körper sinken, schweben oder steigen, erklären.

Das Verständnis der Schüler darüber, wie Naturgesetze in verschiedenen Bereichen des Lebens wirken und angewendet werden, wird vertieft.

Unterrichtsmittel

Tauchkörper zum Archimedischen Prinzip PSV 3/4/5 V 1.4.19.
Standzylinder mit Wasser PSV 3/4/5 V 1.4.24.

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Auswertung der HA (W) **5 min**	– Kontrollieren der HA – Wiederholen des Gesetzes von Archimedes (UG)
(2) Bedingungen für Sinken, Schweben und Steigen (Mot, E, A) **15 min**	– Problemstellen: Wovon hängt es ab, ob ein getauchtes U-Boot sinkt oder steigt? – Erkennen der Beziehungen zwischen Gewichtskraft und Auftriebskraft beim Experimentieren mit dem Archimedischen Tauchkörper, Formulieren der Bedingungen für Sinken, Schweben und Steigen (DE, LB S. 118, UG, TB a) – Beschreiben und Erklären des Verhaltens des cartesianischen Tauchers (UG, DE)
Körper sinken, wenn $F_G > F_A$. Körper schweben, wenn $F_G = F_A$. Körper steigen, wenn $F_G < F_A$.	
(3) Anwendungen für das Sinken, Schweben und Steigen (A) **10 min**	– Erläutern der Bedeutung von U-Booten für die Landesverteidigung (LV) – Beschreiben der Vorgänge in den Tanks eines U-Boots beim Sinken und Steigen, Erklären des Sinkens und Steigens (LB S. 118, SSA, UG, TB b) – Erklären, wie das Sinken und Steigen der Fische durch Änderung der Auftriebskraft als Folge der Volumenänderung der Schwimmblase begünstigt wird (UG, TB c) – Vergleichen der Vorgänge beim U-Boot und bei Fischen (UG)
Bei getauchten U-Booten bleibt die Auftriebskraft gleich. Die Gewichtskraft wird durch das Füllen oder Leeren der Fluttanks so geändert, daß das U-Boot sinkt, schwebt oder steigt. Bei Fischen ändert sich das Volumen der Schwimmblase und damit die Auftriebskraft, die Gewichtskraft bleibt gleich.	

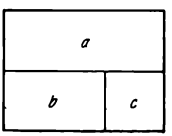
(4) Lösung eines Problems (A) 15 min	– Beschreiben des Verhaltens eines gekochten Eies in mit Wasser überschichteter Kochsalzlösung, Erfassen der Problemsituation (DE, UG) – Finden verschiedener Lösungsansätze und Überprüfen durch Experimente (UG, DE) – HA: Vorbereiten des SE (LB S. 118/119)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Wurden in der 51. Stunde Protokolle des SE angefertigt, dann sind diese mit Hinweisen zurückzugeben.
(2) Beim Experimentieren mit dem Tauchkörper wird den Schülern bewußtgemacht, daß bei gleicher Auftriebskraft die Gewichtskraft durch Zugeben der Massestücke verändert wird.
(4) Anstelle der Kombination Ei – Wasser/Salzwasser ist auch die Kombination Eiswürfel – Spiritus/Wasser möglich. Schwerpunkt dieses Stundenabschnitts ist das Problemlösen. Dazu werden von den Schülern Lösungsideen formuliert, die mit geeigneten Experimenten überprüft werden. Bei Nichtbestätigung einer Lösungsidee muß ein neuer Ansatz gefunden werden, der wiederum überprüft wird. Es sind jedoch auch fehlerhafte Lösungsideen zu überprüfen. Auf diese Weise wird das kritische Werten eigener Aussagen durch die Schüler entwickelt.
Das Experiment kann vereinfacht werden (gekochtes Ei sinkt in Wasser, bei Zugabe von Kochsalz steigt das Ei). Dann ist aber nur das Erklären eines beobachteten Vorgangs möglich.
Die Schüler sollen als Hausaufgabe das Protokoll für das SE der folgenden Stunde vorbereiten. Sie sind darauf hinzuweisen, daß dieses Protokoll bewertet wird.

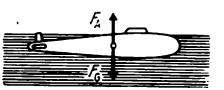
Tafelbild

Bild 52/1



Sinken, Schweben und Steigen

Wovon hängt ab, ob ein getauchtes U-Boot sinkt oder steigt?



$F_A < F_G$	$F_A = F_G$	$F_A > F_G$
Körper sinkt	*Körper schwebt*	*Körper steigt*

Vergleich	*U-Boot*	*Fisch*
F_A	*konstant*	*wird geändert durch Volumenänderung mit Hilfe der Schwimmblase*
F_G	*wird geändert mit Hilfe der Flutanks*	*konstant*

53. Stunde: Schwimmen

Stundenziele

Die Schüler
- können das Schwimmen von Körpern als Folge des Auftriebs erklären;
- können die Zusammenhänge von Gewichtskraft und Auftriebskraft sowie das Wirkprinzip von Schiffen erläutern;
- wissen, daß der Schiffbau ein wichtiger Industriezweig der DDR ist.

Unterrichtsmittel

Ball
Gefäß mit Wasser
Geräte für SE (LB S. 118/119)
Hälfte einer Brotbüchse
Pneumatische Wanne mit Wasser
Hakenkörper
Standzylinder und Kartonstück

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Bedingungen für das Schwimmen **25 min**	– Problemstellen: Warum können Schiffe schwimmen? – Nennen von Beispielen für das Schwimmen von Körpern (DE, UG) – Kontrollieren des vorbereiteten Protokolls – Untersuchen der Bedingungen für das Schwimmen im SE, Fertigstellen des Protokolls (LB S. 118/119, UG, SSA, TB a)
Bei schwimmenden Körpern sind Auftriebskraft und Gewichtskraft gleich groß. Ist die Auftriebskraft kleiner als die Gewichtskraft, schwimmt der Körper nicht.	
(2) Schwimmen von Schiffen (A) **10 min**	– Festigen des Ergebnisses des SE (UG) – Beschreiben und Begründen der zunehmenden Eintauchtiefe als Folge der Vergrößerung der Gewichtskraft beim Beladen eines Schiffes (DE, LB S. 120, Nr. 3, LB S. 119, SSA, TB b) – Kennenlernen der Bedeutung des Schiffbaus (LB S. 120, SSA, UG)
Schiffe verdrängen soviel Wasser, daß Auftriebskraft und Gewichtskraft gleich groß sind.	
(3) Vorbereitung einer schriftlichen Leistungskontrolle **10 min**	– Beschreiben und Erklären eines Experiments zur Wirkung des Luftdrucks (DE, SSA) – Berechnen einer Kraft bei einer hydraulischen Anlage (UG) – Hinweisen auf die Leistungskontrolle in der folgenden Stunde (LV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Das Schwimmen infolge des Auftriebs muß für die Schüler deutlich vom Schwimmen durch Schwimmbewegungen unterschieden werden.

Ziele des SE:

1. Erkennen der Bedingung für das Schwimmen.
2. Selbständiges Anfertigen eines Protokolls.

Das Protokoll soll bewertet werden.

Möglicher Bewertungsmaßstab für das Protokoll des SE:

Meßwerte:	Gewichtskraft	Körper	3 Punkte
	Volumen	Wasser	3 Punkte
	Gewichtskraft	Wasser	3 Punkte
Vergleich			3 Punkte
Schlußfolgerung			2 Punkte
Nennen der Fehler			2 Punkte
Protokollführung			2 Punkte

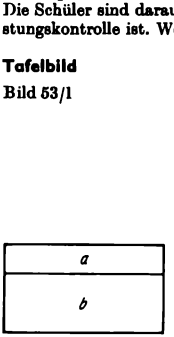
Geeignete Körper sind drei Würfel aus dem Satz Würfel zur Dichtebestimmung (Aluminium, Kunststoff, Holz) oder die Quader aus dem SEG.

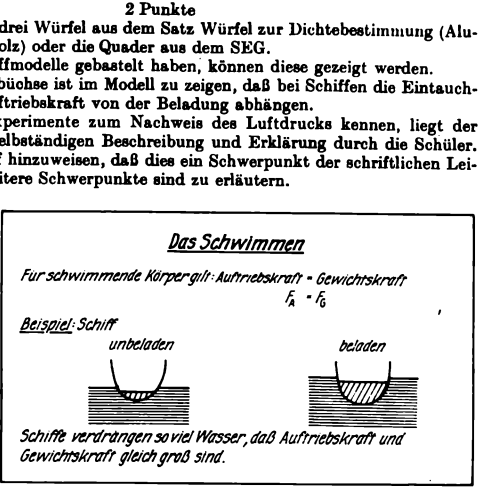
(2) Wenn Schüler Schiffmodelle gebastelt haben, können diese gezeigt werden. Beim DE mit der Brotbüchse ist im Modell zu zeigen, daß bei Schiffen die Eintauchtiefe und damit die Auftriebskraft von der Beladung abhängen.

(3) Da die Schüler Experimente zum Nachweis des Luftdrucks kennen, liegt der Schwerpunkt auf der selbständigen Beschreibung und Erklärung durch die Schüler. Die Schüler sind darauf hinzuweisen, daß dies ein Schwerpunkt der schriftlichen Leistungskontrolle ist. Weitere Schwerpunkte sind zu erläutern.

Tafelbild

Bild 53/1





54. Stunde: Schriftliche Leistungskontrolle

Unterrichtsmittel

Entsprechend Aufgabenstellung z. B.
Luftballon mit Stopfen/Glasrohr und Schlauch
Pneumatische Wanne
Magdeburger Halbkugeln

Stundenverlauf

Im Verlauf der Stunde werden die Protokolle des SE zurückgegeben.
Den Schülern werden zur schriftlichen Leistungskontrolle 4 Aufgaben gestellt, wobei jeweils eine Aufgabe aus einer der 4 Gruppen ausgewählt werden soll.

Gruppe I: Beschreiben und Erklären eines Experiments
1. Es wird ein Demonstrationsexperiment gezeigt.
   a) Beobachte die Durchführung des Experiments!
   b) Beschreibe, was du bei der Durchführung des Experiments beobachtet hast!
   c) Erkläre die beobachtete Erscheinung!

Gruppe II: Berechnung von Kräften
1. In einer hydraulischen Presse beträgt der Druck 4 MPa.
   Die Fläche des Arbeitskolbens ist 0,02 m^2 groß.
   a) Welche Kraft greift an diesem Kolben an?
   b) Wie groß ist die Kraft, wenn der Druck auf 6 MPa erhöht wird?
2. Sporttaucher sollen nicht tiefer als 40 m tauchen.
   a) Wie groß ist der Schweredruck in dieser Tiefe?
   b) Welche Kraft wirkt in dieser Tiefe auf eine Fläche von 1,5 m^2?

Gruppe III: Abhängigkeit des Auftriebs von physikalischen Größen
1. Wovon hängt die Auftriebskraft ab, die an einem Körper bei vollständigem Eintauchen in eine Flüssigkeit angreift?
2. Warum taucht ein Schiff tiefer in das Wasser ein, wenn es von der Nordsee in die Ostsee fährt?
3. Warum hat bei einem schwebenden und einem sinkenden U-Boot die Auftriebskraft jeweils den gleichen Betrag?
   Vergleiche diese Auftriebskraft mit der eines schwimmenden U-Bootes!

Gruppe IV: Reproduzieren von Wissen
1. Vergleiche die Richtungen von Auftriebskraft und Gewichtskraft!
2. Wie lautet das Gesetz von Archimedes?
3. Wodurch entsteht der Auftrieb?

Hinweis zur Durchführung des Demonstrationsexperiments

Geeignete Experimente sind mit den Magdeburger Halbkugeln (Nachweis des Luftdrucks) oder einem teilweise mit Wasser gefüllten Luftballon (Auftrieb) möglich.
Bei den Magdeburger Halbkugeln muß den Schülern gezeigt werden, daß die evakuierten Halbkugeln nicht getrennt werden können, während bei Luftfüllung das Trennen möglich ist. Das Evakuieren kann vor dem Unterricht durchgeführt werden. Darüber werden die Schüler zu Beginn des Experiments informiert. Auf das Einströmen der Luft bei geöffnetem Ventil sind die Schüler hinzuweisen.
Beim Experiment zum Auftrieb liegt ein halb mit Wasser gefüllter Luftballon auf dem Boden einer pneumatischen Wanne. Mit einem Schlauch bläst der Lehrer langsam Luft in den Ballon. Der Luftballon steigt. Entsprechend den Schwerpunkten der Arbeit sollten beim Erklären des Steigens des Ballons die Zusammenhänge zwischen Auftriebskraft und Volumen bzw. der verdrängten Flüssigkeit hervorgehoben werden. Auf die Veränderung der Gewichtskraft des Luftballons durch die eingeblasene Luft brauchen die Schüler nicht einzugehen.
Da dieses Experiment im bisherigen Unterricht noch nicht gezeigt wurde, sind die Anforderungen an die Schüler sehr hoch. Das ist bei der Auswahl der Aufgaben zu beachten.

Vorschlag zur Punktbewertung

Gruppe	I	II	III	IV
Aufgabe	1b 1c	1a 1b 2a 2b	1 2 3	1 2 3
Punkte	2 3	2 2 1 2	2 2 3	2 2 3

Stoffeinheit Strömende Gase und Flüssigkeiten

6 Stunden

Vorbemerkungen

In dieser Stoffeinheit erwerben die Schüler Wissen über einige wesentliche Erscheinungen in strömenden Gasen und Flüssigkeiten. Sie lernen Strömungen als gerichtete Bewegungen von Gasen bzw. Flüssigkeiten kennen. Dabei wird an Erfahrungen der Schüler über Strömungen in der Natur und deren Wirkungen angeknüpft. Es wird zwischen glatten und verwirbelten Strömungen unterschieden. Mit Hilfe von Stromlinienbildern beschreiben die Schüler Strömungen. Eine explizite Unterscheidung zwischen Strömung als physikalischem Vorgang und Stromlinienbild als Modell dieses Vorgangs ist nicht vorgesehen. In der Stoffeinheit werden Beispiele behandelt, bei denen Gase oder Flüssigkeiten feste Körper umströmen bzw. feste Körper in ruhenden Gasen oder Flüssigkeiten bewegt werden. Daß diese an sich unterschiedlichen Vorgänge für physikalische Betrachtungen über Strömungen gleichwertig sind, ist in der Stoffeinheit von Beginn an den Schülern immer wieder an entsprechenden Beispielen zu erläutern.

Bei der Behandlung der Strömungsgeschwindigkeit wird auch der Zusammenhang zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Strömungsquerschnitt untersucht. Es kommt darauf an, den Schülern durch qualitative Betrachtungen inhaltliches Verständnis für den physikalischen Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen zu vermitteln. Eine theoretische Erarbeitung der Kontinuitätsgleichung ist nicht vorgesehen.

Die Schüler sollen aus Stromlinienbildern auf Gebiete großer oder kleiner Strömungsgeschwindigkeit schließen. Bei experimentellen Untersuchungen über die Abhängigkeit der Widerstandskraft an umströmten Körpern von physikalischen Größen werden die Erfahrungen der Schüler durch Demonstrationsexperimente erweitert. Quantitative Betrachtungen sind nicht vorgesehen. Die Schüler sollen Beispiele dafür erläutern, wie Widerstandskräfte an umströmten Körpern beeinflußt werden. Dies ist auch für ökonomische Betrachtungen (Windleiteinrichtungen an Lkw zur Kraftstoffeinsparung) zu nutzen. Bei der Anwendung des Zusammenhangs von Strömungsgeschwindigkeit und Druck stehen die Entstehung des Auftriebs an umströmten Körpern und die technische Anwendung dieses Vorgangs im Mittelpunkt des Unterrichts. Bei der methodischen Gestaltung des Unterrichts sind zwei Wege möglich: 1. Aus Stromlinienbildern schließen die Schüler auf Druckunterschiede und die entstehende Auftriebskraft. Durch Experimente wird die vorhergesagte Auftriebskraft geprüft. 2. Mit Hilfe von Experimenten wird die Entstehung der Auftriebskraft am Tragflügelprofil demonstriert. Diese Erscheinung erklären die Schüler mit Hilfe des vorher im

Strömungsrohr nachgewiesenen Zusammenhangs von Strömungsgeschwindigkeit und Druck.
Auf das Wirken des Zusammenhangs von Strömungsgeschwindigkeit und Druck in der Natur ist den Schülern ein Ausblick zu geben. Dabei sind Verbindungen insbesondere zum Fach Biologie zu nutzen.
Bei der Beschreibung und Erklärung technischer Anwendungsbeispiele für Strömungen sind die von den Schülern erworbenen Fähigkeiten zielstrebig weiterzuentwickeln. Alle Schüler sollen dabei die Möglichkeit erhalten, sich sprachlich zusammenhängend zu äußern. Dazu sind auch geeignete Schüleraufträge (z. B. Berichten über den Einsatz von Flugzeugen, Beschreiben und Erklären des Bunsenbrenners) zu erteilen. Beim Berichten über den Einsatz von Flugzeugen in vielen Bereichen der Volkswirtschaft, der Landesverteidigung, der Zivilluftfahrt sind die erzieherischen Potenzen dieses Stoffes umfassend zu nutzen.

Stoffverteilungsplan

Thema und Schwerpunkte der Stunde	Vorleistungen, Verbindungen zu anderen Fächern	Unterrichtsmittel, Experimente, Schüleraufträge, Beziehungen zum Lehrbuch
55. **Die Strömung** – Beispiele für Strömungen – Stromlinien – Stromlinienkörper	Flüsse und Ströme (Geo 6)	PSV 3/4/5 V 4.2.4. LB S. 121 bis 123
56. **Strömungsgeschwindigkeit** – Bestimmung von Strömungsgeschwindigkeit – Strömungsquerschnitt und Strömungsgeschwindigkeit	Geschwindigkeit (Ph 6)	DE: Messen der Strömungsgeschwindigkeit DE: Strömungsquerschnitt und Strömungsgeschwindigkeit LB S. 124 bis 126
57. **Widerstandskraft an umströmten Körpern (I)** – Kraft am umströmten Körper – Abhängigkeit der Widerstandskraft von Eigenschaften des Körpers	Kraft (Ph 6)	PSV 3/4/5 V 4.3.1.a Schülerauftrag zur 58. Stunde: Beschreiben eines Experiments
58. **Widerstandskraft an umströmten Körpern (II)** – Abhängigkeit der Widerstandskraft vom strömenden Stoff – Zusammenfassung	Dichte (Ph 6)	DE: Messen von Widerstandskräften LB S. 128 bis 129

59. Strömungsgeschwindigkeit und Druck – Druck in Strömungen – Druckkraft an umströmten Körpern – Anwendungsbeispiele		PSV 3/4/5 V 4.4.6. Schülerauftrag zur 60. Stunde: Berichten über den Einsatz von Flugzeugen LB S. 130 bis 132
60. Auftriebskraft am umströmten Tragflügel – Strömung um einen Körper mit Tragflügelprofil – Auftriebskraft am Tragflügel – Anwendungsbereiche des Flugzeugs		DE: PSV 3/4/5 V 5.1.10. V 5.1.11. Flugmodellflügel Stopfpräparat Saatkrähe (Bio) LB S. 133 bis 135

55. Stunde: Die Strömung

Stundenziele

Die Schüler
– wissen, was man unter einer Strömung versteht und wie man sie sichtbar macht;
– können Strömungen von Gasen und Flüssigkeiten beschreiben;
– kennen Wirkungen strömender Gase und Flüssigkeiten in Natur und Technik.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 4.2.4.
Papierschnitzel, Watte

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Einführung (Ziel) **10 min**	– Rückgabe der schriftlichen LK, Analysieren von Aufgabenlösungen – Einführen in die Stoffeinheit und Problemstellen (LB S. 121, UG, LV, SSA)
(2) Wirkungen strömender Flüssigkeiten und Gase in Natur und Technik, Begriffe Strömung und strömender Stoff (E) **10 min**	– Erläutern von Beispielen für Strömungen (UG) – Definieren des Begriffs Strömung (LB S. 121, SSA, TB a) – Berichten über die Wirkung strömender Stoffe (LB S. 122, LV, UG) – Beschreibung der Wirkung eines strömenden Gewässers (LB S. 123, Nr. 1, SSA)
Als Strömung bezeichnet man die gerichtete Bewegung von Gasen oder Flüssigkeiten.	

(3) Stromlinien, glatte und verwirbelte Strömung (E) **15 min**	– Sichtbarmachen der Strömung mit Hilfe eines Wattebausches und einer Fadensonde (DE) – Zeichnen von Stromlinien (SSA, TB b) – Einführen des Begriffs Stromlinienbild (UG) – Beschreiben des Strömungsverlaufs um einen Radrennfahrer (LBA 124/1)
Stromlinien kennzeichnen den Verlauf einer Strömung. Mit dem Stromlinienbild kann die Strömung beschrieben werden.	
(4) Stromlinienkörper (E) **10 min**	– Zeichnen des Stromlinienbildes um eine Scheibe und nachträgliches „Ausfüllen" der Wirbelgebiete (UG, SSA, TB c) – HA: LB S. 125, Nr. I, 2 (zur Auswahl) und Zeichnen von Stromlinienbildern

Erläuterungen zum Stundenverlauf

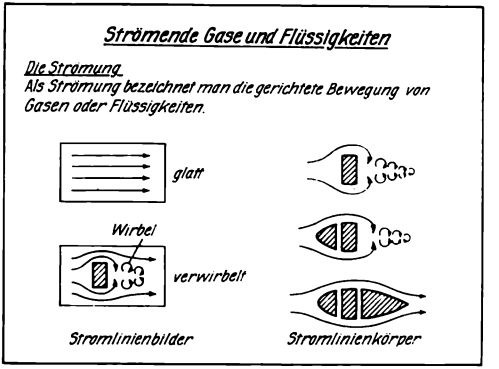
(1) Bei der Rückgabe der Leistungskontrolle sind positive Ergebnisse (bei Schülern und bei Aufgaben) hervorzuheben. Schülern, die um Leistungsverbesserungen bemüht sind, können Hinweise gegeben werden, worauf sie ihre Bemühungen richten sollen, um eine entsprechende Zensur zum Jahresabschluß erreichen zu können.
Zur Einführung in die Strömungslehre erfolgt nach dem Lesen des Lehrbuchabschnitts eine Rückbesinnung auf die Anfang Mai stattfindende Friedensfahrt. Die Schüler sollen die Frage beantworten: Warum fahren die Radrennfahrer geduckt und dicht hintereinander?
Es kann auch an Erfahrungen der Schüler über andere geeignete Sportereignisse (Schwimmen, Rennschlittenfahren) angeknüpft werden.
(2) Der Begriff Strömung als gerichtete Bewegung wird im Vergleich mit der ungeordneten Bewegung der Moleküle (Physik Klasse 6) eingeführt. Andere Beispiele für Strömungserscheinungen können angeführt werden: Wind (Luft strömt vom Hochdruckgebiet ins Tiefdruckgebiet, Wettervorhersage), das Wasser im Fluß strömt zu Tal, Wasser, Dampf bzw. Gase strömen durch Turbinen.
An dieser Stelle sollen die Schüler bereits darauf hingewiesen werden, daß man auch dann von Strömungserscheinungen spricht, wenn sich Luft oder Wasser in Ruhe befinden und ein beliebiger anderer Körper (z. B. Fahrzeug) sich in dem betreffenden Stoff bewegt. Die Schüler haben z. B. beim Radfahren die „Strömung" von Luft bemerkt.
(3) Es ist zweckmäßig, mit Hilfe des Luftstromerzeugers (Luftdusche) eine Strömung zu erzeugen, in die ein Wattebausch eingebracht wird. Mit einer Fadensonde kann die relativ glatte Strömung im Kern des Luftstroms und die verwirbelte Strömung am Rand des Luftstroms gezeigt werden. Diese Demonstrationen sind sehr anschaulich und lassen sich in sehr kurzer Zeit durchführen. Die Fadensonde soll aus *einem* etwa 100 bis 150 mm langen, hellen, dicken Wollfaden (Schnellstrickwolle) und einem dünnen Holzstab bestehen.
Besonders gut ist die Fadensonde im Schattenwurf sichtbar zu machen.
Als Ersatz für den kleinen Luftstromerzeuger können eine Luftdusche oder ein Staubsauger benutzt werden. Gut eignet sich auch eine nach PSV 3/4/5 V 4.1.2. selbst zu bauende Strömungskammer. Für das Sichtbarmachen der Strömung kann auch das WSP 220 nach PSV 3/4/5 V 4.2.15. unter Verwendung von Bärlappsporen eingesetzt werden.

(4) Nachdem an LBA 123/1 die Entstehung von Wirbeln in strömenden Stoffen (oder hinter umströmten, bewegten Körpern) erläutert worden ist, wird im TB c schrittweise der Stromlinienkörper konstruiert. Danach sollte den Schülern der Stromlinienkörper aus dem Gerätesatz gezeigt werden. Als HA kann das Zeichnen eines Stromlinienbildes um einen Körper wie z. B. Pkw, Ruderkahn, Fallschirm o. ä. aufgegeben werden.

Tafelbild

Bild 55/1

a	
b	c



56. Stunde: Strömungsgeschwindigkeit

Stundenziele

Die Schüler
- können die Strömungsgeschwindigkeit bestimmen;
- kennen den Zusammenhang von Strömungsquerschnitt und Strömungsgeschwindigkeit.

Unterrichtsmittel

Polydigit
Meßband
Klebeband
Glasröhrchen
Schlauch
Quetschhahn
Korken
Plastflasche
Gebogenes Glasröhrchen
Durchbohrter Stopfen
Standzylinder
Luftstromerzeuger
Tischchen, Strömungsrohr mit Anzeigefähnchen

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Strömung und Geschwindigkeit (W) **10 min**	– Kontrollieren der HA (Stromlinienbild, Erläutern der Beobachtungsergebnisse) – Mot: Strömungen in Rohrleitungen (LV) – Wiederholen der Merkmale, Gleichung und Einheiten der Geschwindigkeit (UG, LB S. 125, Nr. 3, TB a)
Die Strömungsgeschwindigkeit gibt an, wie schnell sich ein strömender Stoff bewegt. Sie wird als Quotient der von einem Strömungsquerschnitt zurückgelegten Strecke s und der hierfür benötigten Zeit t berechnet.	
(2) Bestimmung einer Strömungsgeschwindigkeit **20 min**	– Berechnen und Vergleichen von Strömungsgeschwindigkeiten (LB S. 125, SSA) – Bestimmen einer Strömungsgeschwindigkeit (DE, UG, SSA)
(3) Strömungsquerschnitt und Strömungsgeschwindigkeit (E) **15 min**	– Beschreiben der Strömung in einer Rohrleitung mit unterschiedlichem Querschnitt, Zeichnen des Stromlinienbildes (LV, TB b) – Erläutern der Experimentieranordnung (LV) – Demonstrieren der Strömung und Messen der Strecken s_1 und s_2 und der Zeit t (DE) – Bestimmen der Geschwindigkeiten v_1 und v_2 (DE, SSA) – Schließen, daß $v_1 < v_2$, wenn $A_1 > A_2$ (UG, TB c) – Demonstrieren der Strömungsgeschwindigkeit mit Strömungsrohr (DE)
Die Strömungsgeschwindigkeit ist in einem Rohr dort am größten, wo die Querschnittfläche am kleinsten ist.	

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) Bei der Hausaufgabenkontrolle sollen möglichst viele Schüler ihre Beobachtungsergebnisse erläutern. Als Motivierung für das Stundenthema können den Schülern Fragen gestellt werden: Wie schnell strömt das Wasser durch die Stadtwasserleitung? Wie kann man die Strömungsgeschwindigkeit in einer Rohrleitung beeinflussen?
Die Schüler sind darauf hinzuweisen, daß für alle Stofftransporte durch Leitungen die Strömungsgeschwindigkeit ein wesentlicher Parameter ist (Fördermenge, Pumpenleistung).
(2) Die von den Schülern berechnete Strömungsgeschwindigkeit soll mit Angaben in LB S. 125 (Tabelle) verglichen werden. Es kann auch folgende Aufgabe gestellt werden: Wie schnell strömt das Wasser der Saale (im Durchschnitt), wenn eine Flaschenpost die Strecke von der Schleuse Alsleben bei Stromkilometer 134,6 bis zur Schleuse Bernburg bei Stromkilometer 152 in 8 Stunden zurücklegt ($\approx$ 0,6 m/s)?
Für spätere Experimente sollten die Schüler auf die Strömungsgeschwindigkeit am Luftstromerzeuger hingewiesen werden (7 m/s bis 12 m/s bzw. 2,5 km/h bis 4,3 km/h).
Zur Bestimmung einer Strömungsgeschwindigkeit wird folgendes DE durchgeführt (Bild 56/2 und LBA 125/1): Aus einer Plastflasche läßt man Wasser sehr langsam ausströmen. Die Schüler werden darauf orientiert, die Schnelligkeit des Absinkens des Wasserspiegels als dessen Geschwindigkeit und als Strömungsgeschwindigkeit der

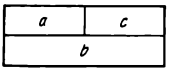
Flüssigkeit in der Flasche von oben nach unten zu betrachten. Aus den Messungen für s und t wird die Strömungsgeschwindigkeit v der Flüssigkeit (genauer: eines Flüssigkeitsquerschnitts) in der Flasche berechnet.

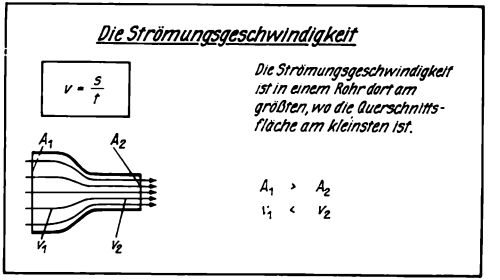
(3) Das DE aus (2) wird wiederholt und die Flüssigkeit dabei in einem Standzylinder aufgefangen (Bild 56/3). Die Schüler beobachten hierbei unterschiedlich große Strömungsgeschwindigkeiten. Es wird ohne Querschnittsflächenberechnung die Beziehung hergeleitet: $v_1 < v_2$, wenn $A_1 > A_2$. Zur Zusammenfassung und Wiederholung wird abschließend der gleiche Sachverhalt mit dem Strömungsrohr demonstriert und der zuvor erkannte Zusammenhang zwischen v und A von den Schülern wiederholt. Dieser Zusammenhang ist auch in je-desto-Form auszudrücken.

Besonders herauszuarbeiten ist der Zusammenhang zwischen der Strömungsgeschwindigkeit und dem Stromlinienbild. Es kann die Aufgabe 2, LB S. 127, gelöst werden.

Tafelbild

Bild 56/1





Experimentieranordnung

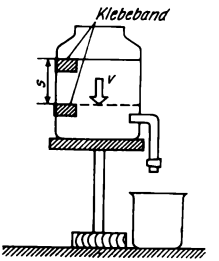


Bild 56/2

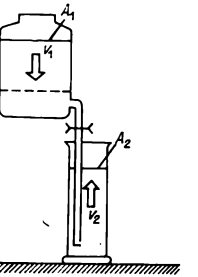


Bild 56/3

57. Stunde: Widerstandskraft an umströmten Körpern (I)

Stundenziele

Die Schüler
- wissen, daß bei der Bewegung eines Körpers in einer Flüssigkeit bzw. in einem Gas eine Widerstandskraft am Körper angreift;
- kennen wesentliche Größen, von denen die Widerstandskraft abhängt;
- können technisch notwendige und volkswirtschaftlich zweckmäßige Lösungen für kleine oder große Widerstandskräfte erläutern.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 4.3.1. a

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Umströmter Körper (E) **10 min**	– Betrachten und Erläutern des Bildes Segelschiffe des Kolumbus (LBA 122/1, UG)
(2) Kraft an umströmten Körpern (E) **10 min**	– Erarbeiten des Begriffs Widerstandskraft (UG, TB a) – Erläutern von Beispielen für Widerstandskräfte (LB S. 127, LV) – Darstellen der Widerstandskraft am Schiffskörper eines Segelschiffs im Stromlinienbild (UG, TB b) – Beschreiben der Widerstandskraft am Segel als Antriebskraft (UG, TB b) – Aufstellen von Vermutungen über die Abhängigkeit der Widerstandskraft vom Körper (SSA)
(3) Abhängigkeit der Widerstandskraft von Eigenschaften des Körpers (E) **15 min**	– Entwickeln einer Experimentieranordnung zum Messen von Widerstandskräften (UG, LBA 128/1, 128/2, TB c, d) – Messen von Widerstandskräften und Überprüfen der bei (2) aufgestellten Vermutungen (DE) – Auswerten der LBA 129/1 – F_w in Luft in bezug auf die Körperform (SSA, TB e)
Die Widerstandskraft F_w hängt ab vom Flächeninhalt der Körperquerschnittfläche, von der Beschaffenheit der Körperoberfläche und von der Form des umströmten Körpers.	
(4) Hausaufgabe **10 min**	– HA: LB S. 129, Nr. 2, 3 Erteilen SV zur folgenden Stunde

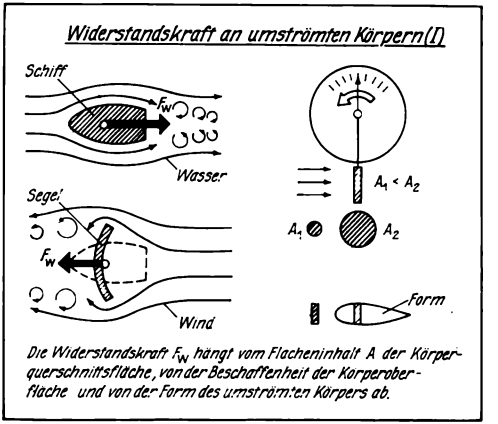
Erläuterungen zum Stundenverlauf

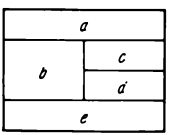
(1) Beim Erläutern der LBA 122/1 sind die Schüler darauf hinzuweisen, daß eine Strömung zwischen Schiffskörper und Wasser sowie eine zweite zwischen Schiffssegel und Wind vorliegt.

(2) Außer den im LB dargestellten Beispielen können weitere Beispiele von den Schülern genannt werden (Windschutzstreifen in der SU oder in Thüringen und der Börde, Fahren der Radrennfahrer im Windschatten des Vordermannes, vgl. LBA 121/1, oder auch das Fahren (Laufen) mit Rückenwind, unterschiedliche Fahrtzeiten stromab und stromauf, Flugzeiten von Verkehrsflugzeugen).
Die Widerstandskraft sollte auch stets in Zusammenhang mit den auftretenden kleinen oder großen Wirbeln genannt werden. Die Reibung in einer Strömung und die Strömungsgeschwindigkeit in wandnahen Schichten bei laminarer bzw. turbulenter (Grenzschicht-) Strömung ist nicht zu behandeln.
(3) Im DE ist zu sichern, daß sich die ablesbaren Beträge der Widerstandskräfte deutlich voneinander unterscheiden. Hierzu muß man den Luftstromerzeuger so einstellen, daß mit dem Stromlinienkörper (glatt) ein Zeigerausschlag von etwa 2 Skalenteilen erreicht wird.
(4) Die HA kann im UG vorbereitet werden. Dabei kann auf die Bestimmung hingewiesen werden, wonach für Lkw mit hohen Aufbauten solche Windleitschilder zugelassen und anzubringen sind, die strömungsgünstig wirken. Die Stauwirkung der Spoiler an Pkw, die erhöhte Luftwiderstandskraft durch mehrere Rückspiegel an Motorrädern und der Vorteil beim Straßentransport durch einen Lastzug mit Hänger gegenüber dem Transport durch zwei einzeln fahrende Lkw können erwähnt werden. Weitere HA ist die Vorbereitung eines Schülervortrags zum Beschreiben des DE der Stunde. Als Hilfe erhalten die Schüler folgende Fragen gestellt:
— Welches Ziel war mit dem Experiment gestellt?
— Mit welchen Geräten war die Experimentieranordnung aufgebaut?
— Wie wurde das Experiment durchgeführt und ausgewertet?

Tafelbild

Bild 57/1





58. Stunde: Widerstandskraft an umströmten Körpern (II)

Stundenziele

Die Schüler
- wissen, daß bei der Bewegung eines Stoffs um einen Körper infolge der Wirbelbildung am Körper eine Widerstandskraft angreift;
- wissen, wie man experimentell die Widerstandskraft an umströmten Körpern messen kann.

Unterrichtsmittel

Kleiner Luftstromerzeuger
Drehmomentenwaage und Gerätesatz
Pneumatische Wanne

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Abhängigkeit der Widerstandskraft vom umströmten Körper (W) **15 min**	– Kontrollieren der HA: Beschreiben des Experiments zum Messen der Widerstandskraft (SV)
(2) Abhängigkeit der Widerstandskraft vom strömenden Stoff (E) **20 min**	– Wiederholen von Merkmalen der physikalischen Größe Dichte (UG) – Aufstellen und Prüfen von Vermutungen über die Abhängigkeit der Widerstandskraft vom strömenden Stoff (SSA, DE, TB a, b, c)
Die Widerstandskraft F_w hängt ab von der Strömungsgeschwindigkeit v und von der Dichte ϱ des Stoffes, der den Körper umströmt.	
(3) Zusammenfassung (S) **10 min**	– Systematisieren aller die Widerstandskraft beeinflussenden Größen (SSA, LB S. 128) – Demonstrieren und Erläutern der verallgemeinernden Aussage mit Hilfe der relativen Bewegung zwischen Körper und Stoff (LV, DE) – HA: LB S. 129, Nr. 4, 5, 6
Die Widerstandskraft ist die gleiche, unabhängig davon, ob sich der Körper im strömenden Stoff in Ruhe befindet oder ob er sich in einem ruhenden Stoff bewegt.	

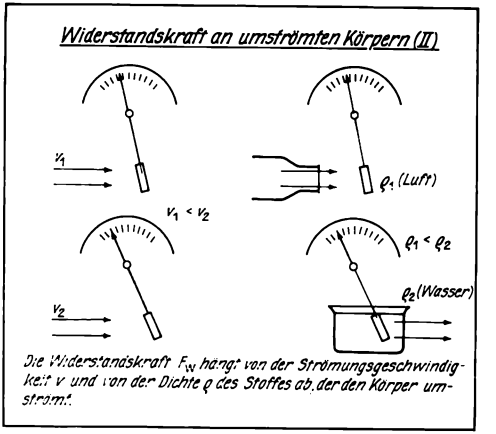
Erläuterungen zum Stundenverlauf

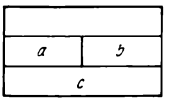
(2) Das Messen der Widerstandskraft bei verschiedenen Geschwindigkeiten wird durch Umschalten am Luftstromerzeuger oder durch Vorschalten eines Widerstands am Staubsaugergebläse erreicht. Beim Messen der Widerstandskraft in Stoffen verschiedener Dichte wird zunächst die kleine Scheibe in den Luftstrom gebracht. Danach wird die gleiche Scheibe in Wasser getaucht. Dazu wird die pneumatische Wanne be-

nutzt, die man auf einem Wagen (Bild 58/2) unter der Meßvorrichtung bewegt. Die Schüler sollten auf die erreichbaren Geschwindigkeiten (Luftstrom 7 m/s, Wasserstrom 0,2 m/s) hingewiesen werden. v = konstant als notwendige Bedingung ist im DE nicht zu erreichen. Da aber F_w (Wasser) $\gg F_w$ (Luft) schon bei $v_{Wasser} \ll v_{Luft}$ ist, wäre bei $v_{Wasser} = v_{Luft}$ die Widerstandskraft um ein Vielfaches größer als im DE. Auf das Verhältnis der Dichten von Luft zu Wasser (1 : 800) kann hingewiesen werden.
(3) In der Zusammenfassung soll vor allem nochmals auf die relative Bewegung zwischen Körper und Stoff eingegangen werden, vgl. 55. Stunde (2). Als DE kann nochmals das Experiment mit der pneumatischen Wanne bei Bewegung des Wassers bzw. der Meßvorrichtung (Bild 58/3) vorgeführt werden.

Tafelbild

Bild 58/1





Experimentieranordnung

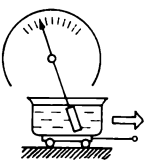


Bild 58/2

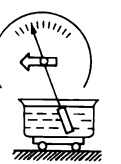


Bild 58/3

59. Stunde: Strömungsgeschwindigkeit und Druck

Stundenziele

Die Schüler

- können den Zusammenhang von Druck und Strömungsgeschwindigkeit erläutern;
- sind in der Lage, die Wirkung des Drucks in strömenden Stoffen an Beispielen zu erläutern.

Unterrichtsmittel

PSV 3/4/5 V 4.4.6. Wasserstrahlpumpe (Glas)
Bunsenbrenner

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Strömungsgeschwindigkeit und Druck (W, E) **15 min**	– Kontrollieren der HA – Stellen des Problems: Warum wird ein Regenschirm vom Wind umgestülpt? (LBA 131/1) – Demonstrieren des Zusammenhangs von Strömungsgeschwindigkeit und Druck (LBA 130/1, DE,TB a, b, c)
In einem strömenden Stoff ist der Druck um so kleiner, je größer die Strömungsgeschwindigkeit ist.	
(2) Druckkraft an umströmten Körpern (E) **10 min**	– Durcharbeiten des Lehrbuchabschnitts S. 130 und Erarbeiten, daß infolge von Druckunterschieden in Strömungen an Körpern Kräfte angreifen (LB S. 130, SSA, TB d)
(3) Zerstäuber, Bunsenbrenner, Vergaser (A) **20 min**	– Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise eines Zerstäubers (UG, LBA 132/1, TB e) – Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise von Bunsenbrenner und Vergaser (SSA, UG, LB S. 132) – Diskutieren des Beispiels Radfahrer (LB S. 131) – HA: Vorbereiten eines SV (Berichten über den Einsatz von Flugzeugen) zur folgenden Stunde.

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(1) In der 58. Stunde wurde ein in einer Strömung befindlicher Körper beobachtet. Es trat eine Kraft auf, die in Strömungsrichtung wirkte. Danach wird das Problem aufgeworfen, in welche Richtung eine Kraft wirkt, die den Schirm (LBA 131/1) anhebt und umstülpt, und wodurch diese Kraft entsteht.
(2) Bei der Auswertung des LB-Textes ist besonderer Wert auf das Herausarbeiten des Druckunterschieds zu legen. Infolge des Druckunterschieds tritt eine Kraft auf (vgl. LB S. 130/131), die rechtwinklig zur Strömungsrichtung wirkt.

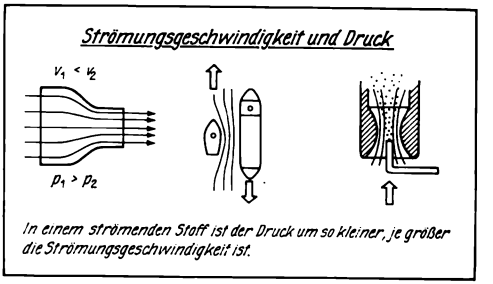
Als Anwendungsbeispiel kann auch die Wasserstrahlpumpe (Glasgerät) vorgeführt werden.

(3) Von den Anwendungsbeispielen sollte der Zerstäuber vom Lehrer erläutert werden. Aufbau und Wirkungsweise des Vergasers und des Bunsenbrenners erarbeiten die Schüler selbst. Das Beispiel Überholen eines Radfahrers durch ein Kraftfahrzeug (LBA 131/2) ist mit den Schülern unter besonderer Herausarbeitung von Verhaltensregeln zu diskutieren.

Tafelbild

Bild 59/1

	a	
b	*d*	*e*
	c	



60. Stunde: Auftriebskraft am umströmten Tragflügel

Stundenziele

Die Schüler
- wissen, daß die (dynamische) Auftriebskraft durch den Druckunterschied an unterschiedlich schnell umströmten Tragflügelstellen entsteht;
- können an Beispielen aus Natur und Technik zweckmäßige Profilformen bzw. Körperformen zum Erzeugen der (dynamischen) Auftriebskraft erläutern;
- wissen, wie am Vogelflügel, Drachen und Flugzeugflügel die Auftriebskraft entsteht.

Es wird die Einsicht der Schüler vertieft, daß an der Friedenssicherung die Luftstreitkräfte der NVA erheblichen Anteil haben.

Unterrichtsmittel

Flugmodellflügel (S)
Stopfpräparat Saatkrähe (Bio)
Briefwaage
PSV 3/4/5 V 5.1.10. und V 5.1.11.

Stundenverlauf

Stundengliederung	Tätigkeiten des Lehrers und der Schüler
(1) Strömung um einen Körper mit Tragflügelprofil (W) **10 min**	– Beschreiben des Profils (LB, TB b) – Erläutern der Umströmung eines Profils (LV, TB a, b) – Zeichnen der Stromlinien (SSA, TB b)

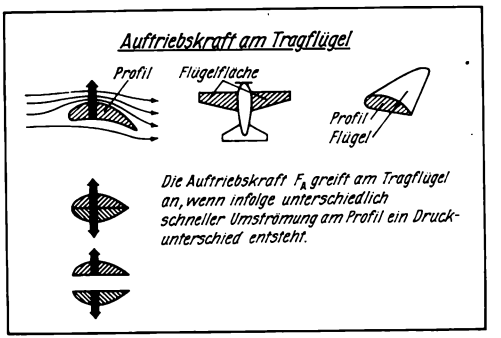
(2) Druckdifferenz und Auftriebskraft am Tragflügel (E) **20 min**	– Erarbeiten der Entstehung der Auftriebskraft (LBA 133/1, 133/2; UG, TB c) – Nachweisen der Auftriebskraft (LBA 133/3, DE, TB d, UG) – Beschreiben der wirkenden Auftriebskraft (LB, 3. Umschlagseite unten)
Am umströmten Flügel greift eine Auftriebskraft an. Diese entsteht durch Druckunterschiede infolge unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeiten oberhalb und unterhalb des Flügels.	
(3) Das Flugzeug und seine Bedeutung (E) **15 min**	– Beschreiben verschiedener Flügelprofilformen (LBA 133/4) – Berechnen der Flügelfläche eines Flugzeugs (SSA, LB S.134, TB e, f) – Kontrollieren der HA: Berichten über den Einsatz von Flugzeugen (SV)

Erläuterungen zum Stundenverlauf

(2) Die Stromlinienkörper werden nach Bild 60/2 vorgegeben. Mit den Schülern wird folgende Erkenntnis im UG erarbeitet: Wo die Stromlinien am dichtesten sind, dort ist die Strömungsgeschwindigkeit am größten und deshalb der Druck gegenüber dem Druck an anderen Stellen in der Strömung am geringsten.
Die Kraft ist vom Gebiet hohen Drucks zum Gebiet niedrigen Drucks gerichtet. Bei einem vollständigen Stromlinienkörper (Bild 60/2) ist der Druck oberhalb und unterhalb des Körpers der gleiche. Die Kräfte heben sich in ihrer Wirkung auf. An den Teilen des Stromlinienkörpers wirkt eine resultierende Kraft (TB b jetzt vervollständigen durch entsprechende Kraftpfeile).
Die Auftriebskraft wird demonstriert nach PSV 3/4/5 V 5.1.10. und V 5.1.11. oder ähnlich diesen, aber mit einer Briefwaage. Die Schüler erkennen, daß in jeder Lage des Flügels die Kraft zustande kommt (Bild 60/3). Der Zeiger ist deshalb vor Beginn des Experiments in eine geeignete Mittelstellung auf der Skale zu bringen.
Eine in dieser Klassenstufe sehr günstige Möglichkeit zum Herstellen einer Verbindung zum Biologieunterricht bietet die Aufgabe LB S. 135, Nr. 2.
Um den Schülern die Naturbeobachtung auf physikalischer Grundlage zu erleichtern,

Tafelbild

Bild 60/1



a		
b	e	f
c	d	

beschreibt der Lehrer, wie der Flugkäfer zunächst die stark gewölbten Deckflügel (Tragflügel) ausbreitet und damit startbereit ist. Danach entfaltet er die dünnen Schwirrflügel und erzeugt mit ihnen einen Luftstrom über seine Tragflügel. Der Käfer fliegt — anders als ein Flugzeug — ohne Anlauf auf.

(3) Im Anschluß an den SV über den Einsatz von Flugzeugen sollen die Schüler über die Aufgaben der Luftstreitkräfte der NVA bei der Landesverteidigung sprechen. Auf Ausbildungsmöglichkeiten im Segelflug und Motorflug bei der GST sind die Schüler aufmerksam zu machen.

Experimentieranordnung

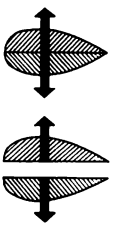
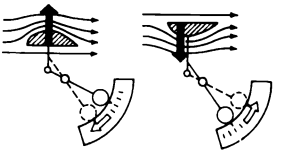


Bild 60/2

Bild 60/3



Kurzwort: 02 21 61 UH Physik Kl. 7