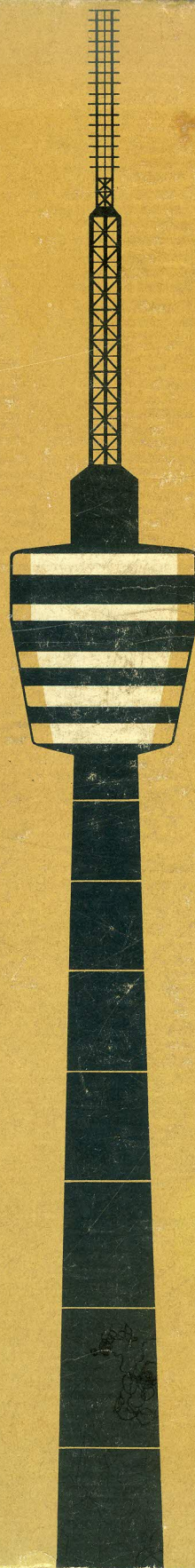


Physik  
für  
Jungen  
und  
Mädchen

2



# PHYSIK

## FÜR JUNGEN UND MÄDCHEN

*Ein Arbeits- und Lernbuch für Mittelschulen, Realschulen  
und ähnliche Anstalten*

von

GERHARD SCHARNBERG

unter Mitwirkung

von

BERTHOLD CHRISTEN

2



ERNST KLETT VERLAG STUTTGART

# INHALTSVERZEICHNIS

## Aus der Lehre vom Licht (Optik)

### I. Lichtquellen und Ausbreitung des Lichts

1. Wie werden wir mit Licht versorgt? Natürliche und künstliche Lichtquellen 9
2. Wie breitet sich das Licht aus? .. Lichtstrahlen; undurchsichtige, durchscheinende und durchsichtige Körper 10
- 3. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Lichts? .. Astronomische Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch Olaf Römer 11
4. Von Schattenspielen, Schattenbildern und Schattenarten .. Entstehung des Schattens, Schattenarten (Eigenschatten, Schattenraum, Schlagschatten mit Kern- und Halbschatten) 13
- 5. Wir vergleichen Lichtquellen auf ihre Helligkeit oder ihre Lichtstärke Maßeinheit der Lichtstärke (Normalkerze), Hefnerkerze, Neue Kerze oder Candela) 15
- 6. Wir untersuchen, wovon die Beleuchtungsstärke eines Körpers abhängt .. Begriff Beleuchtungsstärke, Maßeinheit, bedingende Faktoren 16
7. Wie sorgen wir für eine ausreichende und zugleich wohltuende Raumbeleuchtung? .. Blendungsfreiheit, Schattenfreiheit, gute Lichtverteilung durch Glühlampen, Leuchten 19

### II. Die Zurückwerfung oder Reflexion des Lichts

1. In welcher Weise werfen beleuchtete Körper Lichtstrahlen zurück? Begriff Spiegel, ebene Spiegel (Planspiegel), Reflexionsgesetz des ebenen Spiegels 19

2. Wie entstehen die Spiegelbilder des ebenen Spiegels? .. Bildgesetz des ebenen Spiegels, ● mathematischer Nachweis des Bildgesetzes 21
3. Wozu verwenden wir Hohlspiegel? Hohlspiegel als Brennspiegel, Scheinwerfer und Vergrößerungsspiegel, Kugel- und Parabolspiegel, Reflexionsgesetz des Hohlspiegels, Bildgesetz des Hohlspiegels als Vergrößerungsspiegel 23
4. Warum sind Rückblickspiegel für Kraftwagen und Krafträder unentbehrlich? .. Unterschied zwischen Wölb- oder Konkavspiegeln und Hohl- oder Konkavspiegeln, Strahlengesetz und Bildgesetz des Konkavspiegels als Rückblickspiegel 26

### III. Die Brechung oder Refraktion der Lichtstrahlen

1. Von interessanten optischen Beobachtungen und ihrer Erklärung .. Brechung der Lichtstrahlen im allgemeinen, ● Brechungsgesetz beim Durchgang von einem optisch dünneren Stoff in einen optisch dichteren und umgekehrt, ● vollständige oder totale Reflexion, Grenzwinkel der Totalreflexion 28
2. Warum können wir eine Lupe als Brennglas verwenden? .. Brennpunkt oder Fokus, Strahlenarten (Parallelstrahlen, Brennstrahlen, Mittelpunktstrahlen), wichtige Bezeichnungen (opt. Mittelpunkt, Krümmungsmittelpunkt, einfache und doppelte Brennweite), Strahlengesetz der Bikonvexlinse, ● Erklärung der Strahlengesetze 31

● Abschnitte für Kursunterricht

Damit wir nämlich die Körper sehen können, müssen sie von irgendeiner natürlichen oder künstlichen Lichtquelle Licht empfangen und es entweder fast ganz oder doch teilweise zurückwerfen. Daher kommen wir zu folgendem Ergebnis:

Alle sichtbaren Körper sind Lichtquellen, einerlei, ob sie selber Licht erzeugen oder es nur wieder zurückwerfen.

**Aufgaben:** 1. Befrage ein Nachschlagewerk (Lexikon), ob die Planeten ihr Licht selber erzeugen! — 2. Ist unsere Erde auch ein leuchtender Himmelskörper ähnlich wie der Mond? — 3. Suche in einem Lexikon oder im naturkundlichen Lehrbuch Näheres über leuchtende Lebewesen zu erfahren!

## 2. Wie breitet sich das Licht aus?

**Beobachtungen und Erfahrungen:** 1. Wie zeichnet man eine brennende Kerze? — Gib den Grund an und berichte von ähnlichen Beobachtungen bei der Sonne, wenn sie aufgeht, untergeht oder hinter einer Wolke hervorscheint! — 2. Was beobachtest du, wenn Sonnenlicht durch eine kleine Öffnung eines lichtdichten Fenstervorhangs in ein verdunkeltes Zimmer fällt?

Wir sehen von einer brennenden Kerze und von der Sonne **Strahlen** ausgehen. Wir können die Strahlen besonders gut beobachten, wenn das Sonnenlicht durch eine kleine Öffnung des Fenstervorhangs in ein verdunkeltes Zimmer fällt. Dann sehen wir deutlich, wie die Bahn des Sonnenstrahls *geradlinig* im Zimmer verläuft. Die Bahn wird durch die *Staubteilchen* sichtbar, weil sie aufblitzen, wenn sie vom Licht getroffen werden. Im Freien sind es die *Wasserteilchen* der Luft, die uns den Gang der Sonnenstrahlen sichtbar machen. So erklärt es sich, daß Sonnenstrahlen beim Sonnenaufgang und -untergang am deutlichsten zu beobachten sind, da das Sonnenlicht die auf der Erde lagernden Dunstschichten durchdringen muß, die viele kleine Wassertröpfchen enthalten (Tafel I, S. 16).

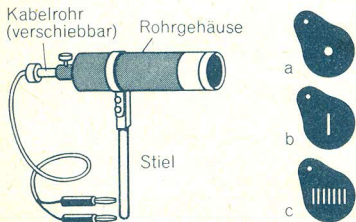
Wir wollen unsere Beobachtungen über die Ausbreitung des Lichts durch Versuche bestätigen. Dazu verwenden wir am besten eine möglichst punktförmige Lichtquelle, die in dem Rohrgehäuse einer Lampe, z. B. der Reuterlampe<sup>1</sup> (Abb. 10,1), in Form eines Glühlämpchens enthalten ist.

**Versuchsgeräte:** Reuterlampe, Lochblende (Abb. 10,1a), Lichtschirm (weißes Zeichenpapier, mit Heftzwecken an einer Fußleiste befestigt).

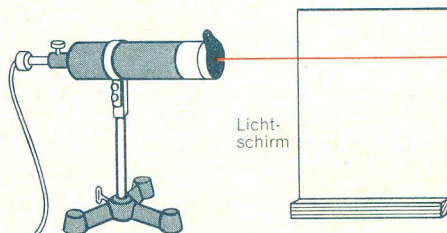
**Versuch:** Verwende zunächst die Reuterlampe ohne Lochblende und laß das Licht auf den Schirm fallen! Stelle die Glühbirne durch Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des Kabelrohres so ein, daß der Lichtfleck auf dem Schirm ebenso groß ist wie die Lampenöffnung! Verschließe danach die

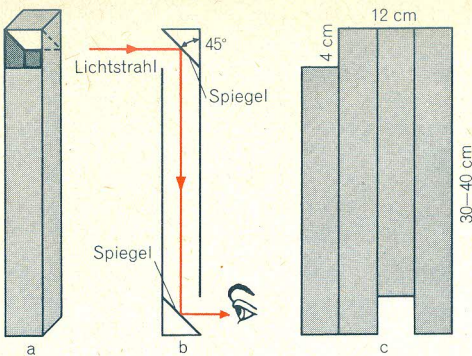
<sup>1</sup> Betriebsspannung 6 Volt (6-Volt-Akku oder Transformator mit 6-Volt-Abnahme), Stromstärke 5 A.

10.1. Reuterlampe mit verschiedenen Blenden. a) Lochblende, b) einfache Schlitzblende, c) Blende mit 7 Schlitzen

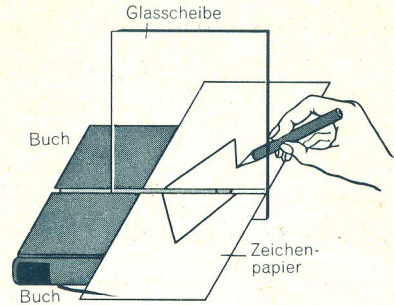


10.2. Aus der Lochblende fällt ein Strahlenbündel, das als Lichtstrahl gilt





23.1. Einfaches Schrohr (Bastelaufgabe) a) Ansicht, b) Längsschnitt durch ein einfaches Schrohr, c) Pappscheibe, aus der ein Papprohr mit quadratförmigem Querschnitt geformt wird



23.2. Mit dem Bleistift wird das Spiegelbild des Dreiecks gezeichnet

Fertige nach Abb. 23,1 ein Papprohr mit quadratförmigem Querschnitt an. Das Stück Pappe (Abb. c) ist durch Striche in Felder eingeteilt. Führe über die senkrechten Striche einen Schnitt mit einem Messer aus, der die Pappe aber nur zur Hälfte durchschneidet! Klappe die Pappstreifen so zusammen, daß ein Kasten entsteht und überklebe die freien Kanten mit Klebpapier! — Laß dir von einem Glaser 2 kleine Spiegel schneiden, die im Papprohr zu befestigen sind, wie der Längsschnitt (Abb. 23,1b) zeigt: nämlich unter einem Winkel von  $45^\circ$  und parallel zueinander! — Probiere dein Schrohr aus, indem du so hineinsiehst, wie in Abb. 23,1b angegeben ist! Die Erklärung für das Sehen gibt dir die Reflexion des Lichtstrahls von Spiegel zu Spiegel. —

3. Baue den Versuch Abb. 23,2 auf! Vergleiche, ob sich das Spiegelbild des Dreiecks mit dem Dreieck vor der Glasscheibe deckt!

### 3. Wozu verwenden wir Hohlspiegel?

**Beobachtungen und Erfahrungen:** 1. Wie sind Taschenlampen und Autolampen eingerichtet, damit sie als Scheinwerfer dienen können? — 2. Beschreibe einen Rasierspiegel! Warum eignet er sich besser zum Rasieren als ein gewöhnlicher Spiegel? — 3. Was hast du in Zeitungen oder Zeitschriften über Anlagen gelesen, in denen man mit Hilfe großer Hohlspiegel die Wärme der Sonnenstrahlen „einfängt“ und technisch verwertet?

Hohlspiegel haben eine Spiegelfläche, die gleichmäßig nach innen gekrümmt ist. Sie werden in Taschen- und Autolampen wie auch in großen Scheinwerferanlagen, z. B. in Leuchttürmen, als Scheinwerfer benutzt. Beim Rasierspiegel dient der Hohlspiegel als Vergrößerungsspiegel, in den Anlagen zum Ausnutzen der Sonnenwärme dagegen als Brennspiegel (Tafel I, Seite 16).

**Wie entsteht aus einem Hohlspiegel ein Brennspiegel?**

**Versuchsgeräte:** Reuterlampe mit 7facher Schlitzblende (Abb. 10,1c), optische Scheibe, Hohlspiegel (gebogener polierter Metallstreifen).

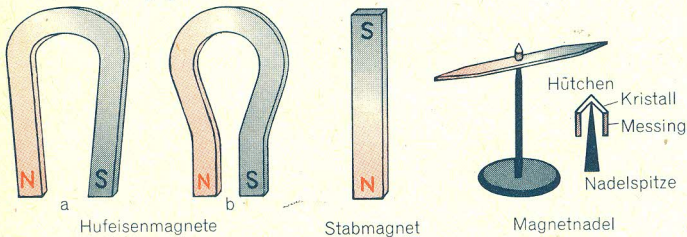
**Versuch** (Abb. 24,1): Befestige den Hohlspiegel senkrecht in der Mitte der optischen Scheibe! Stelle die Reuterlampe so ein, daß die 7 Strahlen der Schlitzblende parallel verlaufen und die optische Scheibe so streifen, daß der 4. Strahl auf ihrer waagerechten Achse verläuft!

**Beobachtung:** Die reflektierten Strahlen schneiden sich in einem Punkt, der wegen seiner Helligkeit deutlich zu erkennen ist.

# Vom Magnetismus

## I. Grundtatsachen des Magnetismus

**Beobachtungen und Erfahrungen:** 1. Wozu verwenden Tischler (Schreiner) und Schlosser einen Magneten in ihrer Werkstatt? Welche Form hat der Magnet? — 2. Warum spielst du gerne mit einem Magneten? Was hast du beim Spielen mit einem Magneten festgestellt? — 3. Welche Form haben die Magneten in deiner Fahrradlichtmaschine (Fahrraddynamo)? — 4. Zeichne eine Magnetenadel, die sich in einem gewöhnlichen Taschenkompaß und in einem Marschkompaß befindet! — 5. Welche Eigenschaft hat die Magnetenadel? Leite daraus ihre Verwendung im Kompaß ab!



62.1. Verschiedene Magnetformen: Hufeisenmagnete a) gewöhnliche Form; b) für elektr. Zähler, Stabmagnet, Magnetenadel

Magnete haben *verschiedene Formen*: Hufeisenform, Stabform, Nadelform (Abb. 62,1).

**Hufeisenmagnete** werden als Spielzeugmagnete und Werkstattmagnete benutzt. Hufeisenmagnete befinden sich auch im Elektrizitätszähler, der ge-

wöhnlich auf dem Flur unserer Wohnung angebracht ist. Auch beim Auseinandernehmen der Fahrrad-Lichtmaschine entdecken wir häufig 2 Hufeisenmagnete oder 4—6 Stabmagnete, die zum Erzeugen von elektrischem Strom dienen.

Die **Magnetenadel** des Kompasses muß sich leicht drehen lassen. Zu diesem Zweck besitzt sie in der Mitte ein Messinghütchen, dessen Spitze aus einem harten Kristall (Rubin, Achat) besteht. Der Kristall ruht auf der Spitze einer Nadel.

Weil diese Magnete für bestimmte Zwecke hergestellt sind, nennt man sie *künstliche Magnete*. Sie bestehen aus sehr harten Stahllegierungen, z. B. aus Wolfram- oder Kobaltstahl.

Daneben gibt es auch *natürliche Magnete*, die *Magneteisensteine*, deren schwache magnetische Kraft jedoch keine Bedeutung für technische Zwecke hat. Sie sind aber wertvolle Eisenerze von der chemischen Zusammensetzung  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Magneteisensteine fand man schon v. Chr. in Kleinasien bei der Stadt *Magnesia*. Nach dieser Stadt sollen sie ihren Namen erhalten haben, von dem die Bezeichnung **Magnetismus** für ihre Anziehungskraft abgeleitet ist.

Wir merken uns:

Es gibt natürliche und künstliche Magnete, deren Anziehungskraft Magnetismus heißt.

# Aus der Elektrizitätslehre

## I. Allgemeines vom elektrischen Strom

### I. Was gehört alles zu einer elektrischen Anlage?

**Beobachtungen und Erfahrungen:** 1. Nenne Teile der elektrischen Anlage, die du zu Hause siehst! Gib ihren Zweck an! — 2. Welche Anlage befindet sich bei einem mehrstöckigen Haus außerhalb der Wohnung im Hausflur oder im Keller? — 3. Warum kannst du die Leitungsdrähte in der Wohnung nicht sehen? Berichte darüber, wie sie beim Bau des Hauses verlegt werden! — 4. Woher bekommen wir den elektrischen Strom? Vielleicht weißt du auch schon, wie die Maschinen heißen, die im Elektrizitätswerk den Strom erzeugen! — 5. Wie wird der Strom vom Elektrizitätswerk in der Stadt zu den Häusern geleitet? Wie auf dem Lande?

Im Elektrizitätswerk laufen Tag und Nacht Maschinen, die den elektrischen Strom erzeugen und daher *Generatoren*<sup>1</sup> heißen. Von ihnen gelangt der Strom entweder durch unterirdisch verlegte dicke Leitungsdrähte, *Kabel* genannt, oder über *Freileitungen*, die an hohen Masten befestigt sind, in Wohnhäuser, Werkstätten und Fabriken. Kabel werden hauptsächlich für städtische Gebiete, Freileitungen dagegen für ländliche verwendet.

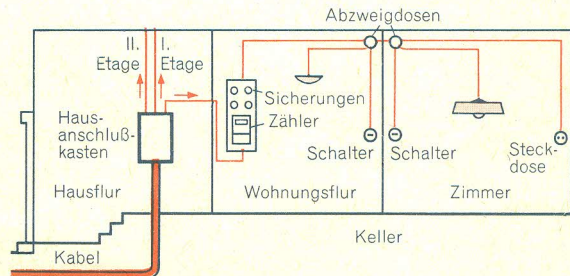
#### Der Weg eines Kabels von der Straße in ein Etagenhaus

Das Kabel verläuft vom Keller in den Hausflur zu dem *Haus-Anschlußkasten*, wo (Abb. 73,1) je eine Leitung für das Erdgeschoß, für die I. und II. Etage abzweigt. Jede abgezweigte Leitung führt zunächst zum *Zähler*, der an der Wand des Wohnungsflurs angebracht ist. Nach den Angaben des Zählers stellt ein Kassierer des Elektrizitätswerks die Stromrechnung auf.

Über dem Zähler sind *Sicherungen* zu sehen, die bekanntlich „durchbrennen“, wenn der Strom zu stark wird. Gewöhnlich sind mehrere Sicherungen vorhanden, z. B. eine für die Lichtleitung, eine zweite für den Elektroherd und eine dritte für den Badeofen. Abb. 73,1 zeigt nur den Verlauf der Leitungsdrähte, die zu den Lampen (Leuchten), den Schaltern und der Steckdose führen.

Jeder Junge weiß, daß je 2 Leitungsdrähte in einem sogenannten Isolierrohr in die Wand „unter Putz“ verlegt sind. Neuerdings verwendet man aber statt der Rohre ein breites Gummiband mit eingebetteten Leitungsdrähten, *Stegleitung* genannt. Wo die Leitungen für die Lampen, die Steckdosen und die Schalter von der Hauptleitung abzweigen, befinden sich *Abzweigdosen*.

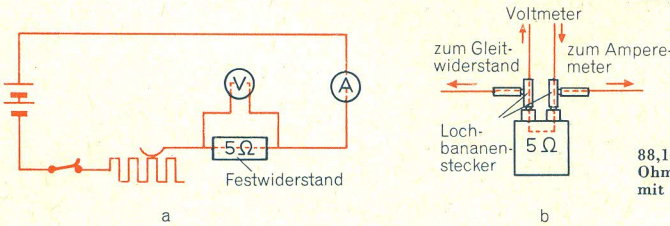
<sup>1</sup> generare (lat.) = gebären, erzeugen



73,1. Elektrische Anlage eines Etagenhauses

**In welchem Verhältnis steht die Stromstärke zur Spannung und zum Widerstand?**

Wir führen zur Klärung dieser Frage 2 Versuchsreihen durch. Versuchsordnung Abb. 88,1a:



88,1. a) Schaltskizze zur Ermittlung des Ohmschen Gesetzes. b) Festwiderstand mit Anschlußbuchsen

**1. Versuchsreihe (Tabelle 1):**

Miß die Stromstärke bei gleichem Widerstand (5 Ω) und bei Spannungen von 1 V, 2 V, 4 V!

**2. Versuchsreihe (Tabelle 2):**

Miß die Stromstärke bei gleicher Spannung (1 V) und bei Widerständen von 1 Ω, 2 Ω, 5 Ω!

**Tabelle 1**

V	Ω	A
1	5	$\frac{1}{5} = 0,2$
2	5	$\frac{2}{5} = 0,4$
4	5	$\frac{4}{5} = 0,8$

**Tabelle 2**

V	Ω	A
1	1	1
1	2	$\frac{1}{2} = 0,5$
1	5	$\frac{1}{5} = 0,2$

Tabelle 1 ergibt:

Die Stromstärke ist bei gleichem Widerstand der Spannung verhältnismäßig.

2fache Spannung  
4fache Spannung

2fache Stromstärke  
4fache Stromstärke

Tabelle 2 ergibt:

Die Stromstärke ist bei gleicher Spannung dem Widerstand umgekehrt verhältnismäßig.

2facher Widerstand  
5facher Widerstand

$\frac{1}{2}$  der Stromstärke  
 $\frac{1}{5}$  der Stromstärke

Aus beiden Ergebnissen folgt:

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$$

Wir finden die Stromstärke, wenn wir die Spannung durch den Widerstand teilen.

Unsere Versuchsreihen bestätigen ein wichtiges Gesetz, das von dem deutschen Physiker *Georg Simon Ohm* gefunden wurde und daher als **Ohmsches Gesetz** bezeichnet wird.

Setzen wir für Stromstärke<sup>1</sup> I, für Spannung<sup>2</sup> U und für Widerstand<sup>3</sup> R, so lautet das **Ohmsche Gesetz**:

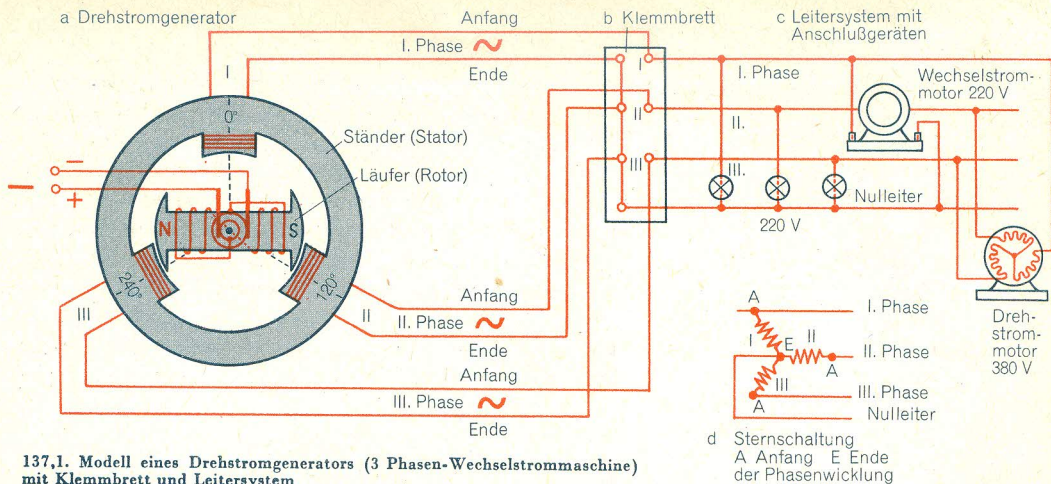
$$I = \frac{U}{R}$$

<sup>1</sup> I, Abkürzung von Intensität = Stärke

<sup>2</sup> U, Formelzeichen für Spannung

<sup>3</sup> R, Abkürzung von Resistenz = Widerstand





137,1. Modell eines Drehstromgenerators (3 Phasen-Wechselstrommaschine) mit Klemmbrett und Leitersystem

mit 3 Buchsen verbunden, die kurzgeschlossen sind, d. h. in leitender Verbindung stehen. Man könnte die Enden der Leitung auch in einem Punkt zusammenführen und ihn Nullpunkt nennen, wie aus dem Schaltzeichen (Abb. 137,1d) hervorgeht. An der Klemme, die den Nullpunkt bildet, befestigt man einen Leitungsdraht als Nulleiter.

Die übrigen 3 Leiter sind die Phasenleiter, die mit den Klemmen verbunden werden, zu denen die Anfänge der Spulenwicklungen führen (s. Abb. 137,1b). Die beschriebene Schaltung des Drehstromgenerators wird als *Sternschaltung* bezeichnet. Der Name erklärt sich aus dem Schaltzeichen Abb. 137,1d.

Eine andere Schaltung ist die *Dreiecksschaltung*, bei der der Nulleiter fehlt.

**Wie werden Lampen und andere elektrische Geräte an die 4 Leitungen bei Sternschaltung angeschlossen?**

Jede Phasenleitung (Abb. 137,1c) hat eine Spannung von 220 V gegen den Nulleiter. Lampen und andere Geräte, einschließlich der einfachen Wechselstrommotoren, liegen daher in Parallelschaltung (S. 108) zwischen einem Phasenleiter und dem Nulleiter. Drehstrommotoren erfordern Anschluß an alle 3 Phasen. Die Spannung, die in diesem Fall bei Sternschaltung entsteht, beträgt 380 Volt.

### 8. Wie ist es möglich, Wechselstrom auf weite Entfernungen fortzuleiten?

Kraftwerke schicken Wechselstrom hoher Leistung über Hunderte von Kilometern ins Land hinein. Wir sehen das als eine selbstverständliche Tatsache an und wissen nicht, welch schwieriges Problem dabei zu lösen war. Ein Beispiel soll es zeigen:

Angenommen, die Leistung eines Generators beträgt 50000 kW. Dann fließt in der unmittelbar vom Generator ausgehenden Leitung bis zur Fernleitung ein Strom von beispielsweise 10 000 V und 5000 A. Wegen der hohen Stromstärke wären für die Fernleitung Leitungen von gewaltigem Querschnitt erforderlich, um die Wärmeentwicklung in erträglichen Grenzen zu halten. Wir haben eine Vorstellung von der Wärmeentwicklung in einem elektrischen Ofen, bei dem die Stromstärke nur 10 A beträgt. Beträgt sie aber statt 10 A 5000 A, so ist die Wärmeerzeugung nicht etwa 500, sondern 500<sup>2</sup>mal so groß, denn nach dem Jouleschen Gesetz nimmt die Wärmemenge im Quadrat der Stromstärke zu (s. S. 114).

# Aus der Mechanik

(Von den Gesetzen der Kräfte und Bewegungen)

## I. Von den Gesetzen der Kräfte

### 1. Was verstehen wir unter einer Kraft?

**Beobachtungen und Erfahrungen:** 1. Nenne *Naturkräfte*, gib ihre *Wirkung* an und wie man sie zum *Antrieb* von Maschinen verwendet! — 2. Mit welchen anderen *Kräften* werden Maschinen getrieben? — 3. Was versteht du unter *Schwerkraft*, und wie zeigt sich ihre *Wirkung*? — 4. Welche *Wirkung* hat eine Kraft beim *Drücken* auf einen *Gummiball* oder eine *Druckfeder*?

Wenn wir von Kraft hören, denken wir zunächst an unsere *Muskelkraft* oder an die der *Zugtiere*, ferner aber an *Naturkräfte* (Wasser, Wind) und an die *Dampfkraft*. Eine Kraft, die überall auf der Erde vorhanden ist und ununterbrochen wirkt, ist die *Anziehungskraft* der Erde. Die Erde sucht alle Körper bis zu ihrem *Mittelpunkt* zu ziehen. Daher drücken die Körper auf ihre *Unterlage* oder üben einen *Zug* aus, wenn sie irgendwie durch *Aufhängen* befestigt sind. Durch diesen *Druck* oder *Zug* entsteht das *Gewicht* oder die *Schwere* eines Körpers. Weil die *Schwere* durch die *Anziehungskraft* der Erde bewirkt wird, heißt diese Kraft *Schwerkraft*.

Auch andere Kräfte äußern sich durch *Druck* oder *Zug*. Drücken wir mit unserer *Muskelkraft* z. B. gegen ein *Buch*, das auf dem *Tisch* liegt, so bewegt es sich. Dasselbe erreichen wir, wenn wir an einem *Faden* ziehen, der um das *Buch* geschlungen ist. Das *Buch* wird durch unsere *Muskelkraft* aus dem *Zustand* der *Ruhe* in den *Zustand* der *Bewegung* versetzt. Umgekehrt können wir aber auch eine *rollende Kugel* durch *Anhalten* mit der *Hand* vom *Zustand* der *Bewegung* in den *Zustand* der *Ruhe* bringen. Die Kraft, die wir in jedem Fall anzuwenden haben, muß sowohl beim *ruhenden* als auch bei dem sich *bewegenden* Körper einen *Widerstand* überwinden. *Ruhende* und sich *bewegende* Körper haben nämlich das *Bestreben*, in ihrem *Zustand* zu *beharren*. Dieses *Beharrungsvermögen* wird physikalisch als *Trägheit* bezeichnet. Der *Widerstand*, den *ruhende* und sich *bewegende* Körper einer Kraft entgegensetzen, ist daher der *Trägheitswiderstand*. Er äußert sich als eine Kraft, die man *Trägheitskraft* nennt.

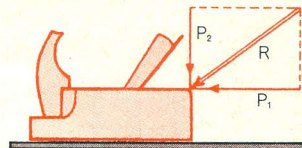
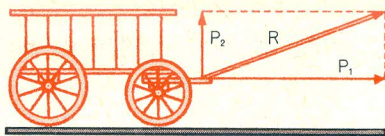
Das *Trägheitsgesetz* lautet:

Ein Körper bleibt im *Zustand* der *Ruhe* oder der *Bewegung*, wenn er nicht durch eine Kraft daran gehindert wird.

Daß ein Körper das *Bestreben* hat, den *Zustand* der *Bewegung* beizubehalten, scheint freilich der *Erfahrung* zu widersprechen: eine *rollende Kugel* kommt von selbst zur *Ruhe* und ebenso ein *dahingleitender Schlitten*. Wir werden aber später noch sehen, daß die *hemmende Kraft* in der *Reibung* besteht, die hauptsächlich durch die *Unterlage*, aber auch durch die *Luft* entsteht.

Eine Kraft ist jedoch nicht nur imstande, den *Zustand* der *Ruhe* oder der *Bewegung* eines Körpers zu *ändern*, sondern dem Körper auch eine *andere Gestalt* zu geben. Wir können z. B. einen *Gummiball* *zusammendrücken* oder ein *Gummiband* *lang ausziehen*.

183.1. Zerlegung der Zugkraft in Teilkräfte beim Ziehen eines Wagens  
 183.2. Kraftzerlegung an einem Hobel (was bewirkt  $P_1$ , was bewirkt  $P_2$ ?)



**Aufgaben:** 1. Ein Lastkahn wird durch 2 Schlepper, deren Seile einen Winkel von  $60^\circ$  einschließen, in den Hafen gezogen. Die Zugkräfte der Schlepper betragen 200 kp bzw. 300 kp. Zeichne das Kräfteparallelogramm und berechne die Ersatzkraft (Resultante)! — 2. Bestimme Richtung und Größe der Ersatzkraft, wenn an einem Punkte 2 Kräfte  $P_1$  (50 kp),  $P_2$  (60 kp) unter einem Winkel von  $80^\circ$  angreifen!

### Eine Kraft wird in Teilkräfte zerlegt

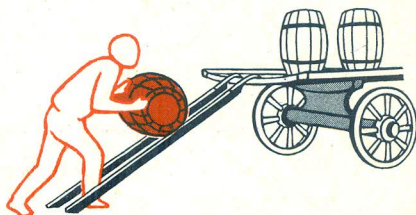
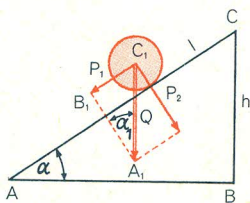
Beim Ziehen eines Wagens ist die Lage der Deichsel wichtig. Liegt sie waagrecht, so wird die gesamte Zugkraft für die Fortbewegung ausgenutzt. Steht sie aber etwas schräg nach oben (Abb. 183,1), so muß ein Verlust an Zugkraft in Kauf genommen werden. Wir finden uns damit ab, weil wir sonst bei einem Handwagen dauernd gebückt gehen müßten.

### Wie ist der Verlust an Zugkraft zu erklären?

Die Zugkraft ist als die Ersatzkraft (Resultante R) eines Kräfteparallelogramms aufzufassen, die in die beiden Teilkräfte (Komponenten)  $P_1$  und  $P_2$  zerlegt wird.  $P_2$  ist senkrecht nach oben gerichtet und hebt den Wagen etwas an,  $P_1$  hat waagerechte Richtung und bewegt daher den Wagen in dieser Richtung vorwärts. Je steiler die Deichsel gehalten wird, desto größer  $P_2$  und desto kleiner  $P_1$ .

Wie Zugkräfte, so werden auch Druckkräfte in Teilkräfte zerlegt, wenn sie unter einem spitzen Winkel auf einen Körper einwirken, wie das Beispiel eines Hobels zeigt (Abb. 183,2).

183.3. Die Last Q wird auf der schiefen Ebene in die Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  zerlegt  
 Rechts: Praktische Handhabung der schiefen Ebene (Schrotleiter)



### Berechnung der Kraft zum Halten einer Last auf der schiefen Ebene (Abb. 183,3)

Die Last (Q) greift im Punkt  $C_1$  an. Sie wird zerlegt in die Teilkräfte  $P_1$  und  $P_2$ .  $P_2$  wirkt senkrecht zur Länge (l) der schiefen Ebene. Sie ist der Teil der Last (Q), der von der schiefen Ebene getragen wird. Die Kraft  $P_1$  zieht dagegen die Last abwärts und muß daher durch die Muskelkraft des Arbeiters nach der Abb. 183,4 aufgehoben werden.

Wir berechnen  $P_1$  aus der Ähnlichkeit der Dreiecke ABC und  $A_1B_1C_1$ .

Aus der Ähnlichkeit folgt:

$$B_1C_1 : A_1C_1 = BC : AC$$

$$P_1 : Q = h : l$$

$$P_1 = Q \cdot \frac{h}{l} = Q : \sin \alpha$$

Die Bedeutung der natürlichen Energiequellen für die Energieversorgung geht aus folgender Übersicht hervor.

#### Deckung des Energiebedarfs

Steinkohle	55 %	Holz	7 %
Erdöl	23 %	Erdgas	4 %
Wasser	8 %	Braunkohle, Torf	3 %

Steinkohle und Erdöl sind die wichtigsten natürlichen Energiequellen, auf denen im wesentlichen die Energieversorgung der Menschheit beruht.

Diese Energiequellen werden aber nach einem *Bericht der US-Atomenergie-Kommission* nur noch etwa 80 Jahre reichen, wobei folgendes vorausgesetzt wird:

1. Die Kohle- und Erdöllager werden in absehbarer Zeit erschöpft sein, zumindest müssen sie in Tiefen abgebaut werden, die eine gewinnbringende Erschließung unmöglich machen.
2. Die Bevölkerung der Erde wächst von 2,3 Milliarden bis zum Jahre 2000 schätzungsweise auf 3,9 Milliarden.
3. Die unterentwickelten Gebiete der Erde erfordern für ihre industrielle Entwicklung einen stetig steigenden Energiebedarf.
4. Der höhere Lebensstandard, der von allen Bevölkerungsschichten angestrebt wird, steigert auch den Energiebedarf.

Vor dem Schicksal, in der Deckung des Energiebedarfs eines Tages vor dem Nichts zu stehen, wird uns die Atomenergie bewahren.

Mit der Ausnutzung der Atomenergie treten wir in ein neues Zeitalter ein, in das **Atomzeitalter**, das *Winston Churchill* mit Recht als Wendepunkt im Schicksal der Menschheit bezeichnet hat.

## II. Das Atom als Energiequelle

### 1. Was müssen wir über den Bau des Atoms als Energiequelle wissen?

In der Elektrizitätslehre (S. 75) lernten wir schon das Atom als ein zusammengesetztes Gebilde kennen, das aus einem *Kern* und *Elektronen* besteht. Für die Erklärung elektrischer Vorgänge begnügten wir uns mit der Tatsache:

Der Kern ist positiv (+), das Elektron negativ (−) geladen.

Diese Tatsache bedarf einer Ergänzung, die schon aus dem Vergleich der Abb. 75,2 mit der Abb. 201,1 hervorgeht. In Abb. 75,2 ist der Kern als einheitliche Masse gezeichnet. Aus Abb. 201,1 ersehen wir aber, daß er mit Ausnahme des Wasserstoff-Atomkerns aus mehreren Teilen besteht. Die positiv (+) elektrisch geladenen Masseteilchen heißen **Protonen**<sup>1</sup> (⊕) und die ungeladenen **Neutronen**<sup>2</sup> (Zeichen n ).

1 protos (gr.) = der Erste, der Ursprüngliche  
2 neuter (lat.) = keines von beiden (elektrisch neutral)

201,1. Schematischer Aufbau der Atome aus dem Kern (Protonen, Neutronen) und den Elektronen

