

# Unterrichtsblätter

für

# Mathematik und Naturwissenschaften.

Organ des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Begründet unter Mitwirkung von **Bernhard Schwalbe** und **Friedrich Pietzker**,  
von diesem geleitet bis 1909, zurzeit herausgegeben von

Geh. Studienrat **Dr. P. Bode**,

und

Professor **K. Schwab**,

Direktor der Klinger-Oberrealschule in Frankfurt a. M.

Oberlehrer a. d. Klinger-Oberrealschule in Frankfurt a. M.

Verlag von **Otto Salle** in Berlin W. 57.

**Redaktion:** Alle für die Redaktion bestimmten Mitteilungen und Sendungen werden an Geh. Studienrat Dr. P. Bode, Frankfurt a. M., Hermesweg 34, erbeten.

**Verein:** Anmeldungen und Beitragszahlungen für den Verein (6 Mk. Jahresbeitrag) sind an den Schatzmeister, Professor Presler in Hannover, Königswortherstraße 47, zu richten.

**Verlag:** Der Bezugspreis für den Jahrgang von 8 Nummern ist 4 Mk. pränum., für einzelne Nummern 60 Pf. Die Vereinsmitglieder erhalten die Zeitschrift kostenlos; frühere Jahrgänge sind durch den Verlag bez. eine Buchhdlg. zu beziehen. Anzeigen kosten 25 Pf. für die 3-gesp. Nonpar.-Zeile; bei Aufgabe halber od. ganzer Seiten, sowie bei Wiederholungen Ermäßigung. — Beilagegebühren nach Uebereinkunft.

Nachdruck der einzelnen Artikel ist, wenn überhaupt nicht besonders ausgenommen, nur mit genauer Angabe der Quelle und mit der Verpflichtung der Einsendung eines Belegexemplars an den Verlag gestattet.

**Inhalt:** Ernst Mach †. Von B. Bavink in Bielefeld (S. 41). — Die Fragen der Volksernährung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Von Oberlehrer L. Trinkwalter in Bromberg (S. 45). — Die zeichnerische Zusammensetzung von Drehkräften und ihre Verwendung im physikalischen Unterricht. Von C. Steinbrinck in Lippstadt (S. 50). — Zur Lösung der kubischen Gleichung. Von Prof. Dr. Quensen in Braunschweig (S. 53). — Ueber Quader mit rationalen Maßzahlen der Kanten und der Flächen- oder der Raundiagonalen. Von Prof. Dr. E. Haentzschel in Berlin (S. 54). — Kleinere Mitteilungen [Der Pythagoräische Satz über die reziproken Katheten. Von Prof. Dr. Richert in Berlin (S. 54). — Verwandlung des Kegelstumpfes. Von J. E. Böttcher in Leipzig (S. 55). — Rückwärtseinschneiden aus zwei Punkten. Von Prof. Dr. Wittling, zurzeit Dessau (S. 56). — Zum Lehmus-Stoinerschen Satze. Von Prof. Freise in Göttingen (S. 56)]. — Mitteilung der Redaktion (S. 56). — Bücher-Besprechungen (S. 56). — Anzeigen.

## Ernst Mach †.

Von B. Bavink (Bielefeld).

Es wird unter den Lesern dieser Blätter wohl keinen geben, dem der Name des am 22. Februar verstorbenen Physikers und Philosophen, dessen Andenken diese Zeilen gewidmet sein sollen, nicht bekannt und vertraut wäre. War er doch mit dem höheren Lehrstande in besonderem Maße verbunden, nicht nur durch die Fülle von Anregungen, die seine Schriften physikalischen wie philosophischen Inhalts uns gegeben haben, sondern auch ganz direkt als Mitarbeiter und Mitstreiter in den uns aufs nächste angehenden Fragen des physikalischen Unterrichts.

Von Ernst Machs äußerem Lebensgange ist nur das zu sagen, daß es ein schlichtes, echtes deutsches Gelehrtenleben gewesen ist, das nun seinen Abschluß gefunden hat. Er ist in Turas in Mähren am 18. Februar 1838 geboren, und in Deutsch-Oesterreich hat er auch die Stätten seiner Wirksamkeit gefunden. Nachdem er sich 1864 in Wien für Physik habilitiert hatte, kam er 1864 als Professor nach Graz, dann nach Prag (1867) und endlich (1895) nach Wien, ließ sich dort jedoch schon 1901 emeritieren. Vor einigen Jahren ist er von Wien nach München

übergesiedelt, um im Kreise seiner Angehörigen hier seinen Lebensabend zu beschließen.

Will man Machs Lebenswerk in seiner Bedeutung verstehen und würdigen, so ist es angezeigt, dabei ebenso wie er selbst von der Physik auszugehen und mit der Philosophie zu schließen. Denn Mach war in erster Linie Physiker und Naturforscher, und erst von hier aus hat er den Weg zu allgemeineren Fragen, mit andern Worten zur Philosophie, gefunden. Philosophen vom Fach mögen darin seine Schwäche sehen. Wir werden eher geneigt sein, das Gegenteil vorauszusetzen. Was hat also Mach zunächst als Physiker geleistet? Er hat weder bahnbrechende Entdeckungen experimenteller Natur, wie Röntgen, die Curies, Zeemann u. a. gemacht, noch theoretische Zusammenhänge von ungeahnter Tiefe gleich den Lorentz, Planck, Einstein u. s. f. aufgedeckt. Er hat zwar eine nicht unbeträchtliche Anzahl wissenschaftlicher Einzeluntersuchungen auf physikalischem und, wie hier gleich hinzugefügt sei, auch auf physiologisch-psychologischem Gebiete<sup>1</sup> veröffentlicht; allein

<sup>1</sup> Vgl. z. B. Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen (Leipzig 1875), Optisch-akustische Versuche (Prag 1873); auch in der „Analyse der Empfindungen“ sind derartige Einzelfragen behandelt.

durch diese würde er kaum über den Normaltypus eines Zunftgelehrten hinausgewachsen sein, so wertvoll im einzelnen seine Ergebnisse sein mögen. Was er vielmehr, wie nur wenige größte Geister vor ihm und nach ihm, geleistet hat, ist eine kritische Sichtung des gesamten physikalischen Erkenntnismaterials, eine mit unerbittlicher Schärfe bis zu den letzten Elementen der physikalischen Begriffsbildung vordringende Analyse, wie sie nur einem Forscher möglich war, der einerseits das ganze ungeheure Gebiet vollkommen beherrschte, andererseits sich aber auch in die Geschichte der Erkenntnis mit Hingebung und Verständnis eingelebt hatte. Seine Kritik ist geschichtliche Kritik. Indem er das Wachsen und Werden der physikalischen Erkenntnisse aufzeigt, versucht er uns damit zugleich den Inhalt und die Tragweite dieser Erkenntnisse zu enthüllen. Schon die kleine im Jahre 1872 erschienene, später in die „Populärwissenschaftlichen Vorlesungen“ übernommene Schrift: „Ueber die Geschichte und die Wurzel des Gesetzes von der Erhaltung der Arbeit“ zeigt ihn als Meister dieser Methode, die er dann am glänzendsten, wahrhaft genial, in seinem wohl allen Physikern bekannten Buche „Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt“ (1. Aufl. Leipzig 1883, 6. Aufl. 1908) betätigte und später noch einmal in den „Prinzipien der Wärmelehre“ anwandte (einem 1896 erschienenen Seitenstück zur Mechanik). Indem Mach diese Arbeit tat, welche die Physik seit Newtons Zeit, wie man wohl sagen kann, gründlich vernachlässigt hatte, zwang er eine ganze Generation von Physikern, sich wieder einmal Rechenschaft über die Grundlagen wie über die Ziele alles ihres Forschens zu geben und dabei eine erhebliche Menge „würdig alten Hausrats“, der längst überholt war, endgültig auszuschneiden. Man mag mit seinen Ergebnissen keineswegs überall einverstanden sein, so wird man doch nicht nur die Fülle seiner Gedanken, wie die Konsequenz seiner Kritik immer aufs neue bewundern, sondern auch rückhaltlos zugeben, daß er dem Fortschritt der Wissenschaft selbst da gedient hat, wo seine Kritik übers Ziel hinausschoß. Daß dies geschah, ist ja nur menschlich. So hat die neueste Zeit beispielsweise seine scharfe Bekämpfung der atomistischen Theorien als unhaltbar erwiesen und damit noch manches andere an seiner ganzen Methode sich als verfehlt herausgestellt. Aber andererseits ist gewiß auch nicht zum wenigsten gerade durch diese kritischen Angriffe die Unzahl moderner Untersuchungen mit veranlaßt worden, die mehr oder minder ausgesprochen es sich zum Ziel setzten, festzustellen, wie viel denn nun eigentlich an diesen angegriffenen Lehren doch Wahres sei. — Uebrigens hat Mach in sehr

vielen Punkten auch zweifellos Recht behalten. So dürfte, um nur ein Beispiel anzuführen, heute kaum ein physikalisches Lehrbuch mehr existieren, das in der Behandlung des Massenbegriffs nicht die Spuren des Machschen Läuterungsfeuers verriete, einerlei ob der Autor sich schließlich der von Mach gegebenen Definition anschließt oder nicht.

Den Kernpunkt aller Gedankengänge Machs in diesen physikalisch-kritischen Fragen bildet das, was er im Vorwort seiner Mechanik gleich im ersten Satze kurz und klar als seine „anti-metaphysische Tendenz“ bezeichnet. Er verwirft grundsätzlich alles als nicht zum dauernden Bestand der Wissenschaft gehörig, sondern höchstens als provisorisches Hilfsmittel zulässig, was nicht der direkten Erfahrung zugänglich ist. Sein Ideal ist die „hypothesenfreie Physik“. In dieser Tendenz liegt seine Stärke und seine Schwäche. Seine Stärke erstens insofern, als sie ihn befähigte, überall das in der herkömmlichen Darstellung manchmal recht tief verschüttete Grundgestein der Tatsachen aufzudecken und so einer Unzahl falscher, scheinbar rein logischer in Wahrheit nur aus verschwiegenen empirischen Voraussetzungen herzuleitender Schlüsse auf den Grund zu kommen. Man muß seine Ausführungen und die größtenteils durch ihn angeregten Untersuchungen anderer Autoren (ich nenne nur z. B. Lange, Volkmann, Poske, Höfler, Helm usw.) über Energiesatz, Trägheitsgesetz, Massenbegriff, Parallelogrammsatz usw. selbst lesen, um dies voll zu würdigen. Seine Stärke bildet sein konsequenter Empirismus zweitens insofern — und dies geht uns am nächsten an — als er damit wie ein reinigendes Gewitter auch auf den Unterrichtsbetrieb in der Physik gewirkt hat. Wenn heute wohl die „Kreide- und Schwammphysik“ überall wenigstens im Prinzip abgelehnt wird (praktisch soll es noch nicht überall so weit sein), so gebührt das Hauptverdienst daran Mach und seinen Mitarbeitern (vor allem in der von ihm mit begründeten, von Poske redigierten Zeitschrift). Er hat sich aber nicht damit begnügt für sein naturwissenschaftliches Unterrichtsideal wie überhaupt für die Ziele des realistischen Unterrichts zu kämpfen, sondern selbst Hand mit angelegt. Zahlreiche neue, heute allgemein bekannte Apparate, Versuche, Demonstrationsmethoden, Modelle verdanken seiner Erfindungsgabe ihre Entstehung. In keinem physikalischen Kabinett fehlt z. B. heute wohl die Machsche Wellenmaschine, wenige Physiklehrer werden versäumen, ihren Schülern das etwas abstrakte Dyn durch Machs hübschen Pendelversuch klarzumachen usw. Auch ein eignes Schullehrbuch der Physik (Mach-Odstreil) herauszugeben hat er nicht verschmäht.

Neben diesen glänzenden Seiten des Mach-

schen Empirismus stehen freilich, wenigstens scheint mir das so, auch erhebliche Schwächen. Suchen wir auch diese zu verstehen. Für Mach ist alle Wissenschaft, insonderheit die Physik, letzten Endes, soweit sie wirklich Wissenschaft ist, reine Erfahrung. Er leugnet in Konsequenz dessen, daß es einen Wesensunterschied zwischen „Beschreibung“ und „Erklärung“ gebe. Letztere ist lediglich entweder eine umfassendere Beschreibung, oder eine bloße Analogie des bisher Unbekannten mit bereits Geläufigerem. Die physikalischen Hypothesen (er denkt, wie alle Bearbeiter dieser Frage dabei offensichtlich immer in erster Linie an die atomistischen Lehren) sind ihm, wie auch z. B. Hertz, Bilder oder „Modelle“, die wir konstruieren, um uns an Hand der uns aus dem Bilde geläufigeren Beziehungen die Beziehungen des Neuen zu veranschaulichen. (Einen wirklichen Typus dieser Art bildet bekanntermaßen der Vergleich der Verhältnisse des elektrischen oder magnetischen Feldes mit der Strömung inkompressibler Flüssigkeiten). Dadurch und weil wir auf diese Weise zahlreiche, im übrigen verschiedene Verhältnisse unter einem und demselben „Formalismus“ beherrschen, besitzen diese Hilfsmittel der Wissenschaft selbstredend einen großen „denkökonomischen“ Wert, daneben einen heuristischen, weil, wie Hertz sagt, „die Folgen der Bilder vielfach wieder die Bilder der Folgen sind“. Darüber hinaus gesteht jedoch Mach diesen Vorstellungen einen selbständigen inhaltlichen Erkenntniswert im allgemeinen nicht zu, bezeichnet es vielmehr ausdrücklich als Ziel einer zukünftigen idealen Physik, „hypothesenfreie“, reine Beschreibung des Tatsächlichen zu sein. In demselben Sinne verwirft er die Anwendung des Kraftbegriffs und des damit aufs innigste zusammenhängenden Kausalitätsbegriffs, will diese vielmehr durch die bloße Funktionsbeziehung  $F(A, B, C \dots) = 0$  ersetzt sehen. Wie sehr diese Anschauungen in allen Physikerkreisen durchgedrungen sind, davon belehrt jeden ein Blick in die Vorwörter und Einleitungen unserer Lehrbücher, in Antrittsreden, Festreden u. dgl. unserer ersten Autoritäten. — Bedenklich aber ist daran zweierlei. Erstens gerät derjenige, der mit Mach so die Physik kritisch betrachtet, stets in die Gefahr, Dinge von der „Erfahrbarkeit“ auszuschließen, die in Wahrheit zwar noch nicht erfahren, wohl aber erfahrbar sind, m. a. W. zu dem „bloß hypothetischen“ Beiwerk Dinge zu rechnen, die in Wahrheit bloß vorläufig hypothetisch sind. Daß es Mach und seiner gesamten Gefolgschaft zum mindestens hinsichtlich der Atomistik, also gerade bei ihrem Paradebeispiel so ergangen ist (um von anderen Punkten zu schweigen), steht heute fest. Man lese Mach oder Stallo oder Ostwald und sehe sich

dazu C. T. R. Wilsons oder Laues bekannte und berühmte Photogramme an, und man findet jeden Kommentar überflüssig. — Zum andern verschwindet in jener Auffassung Machs fast völlig das logische Element der physikalischen Erkenntnis, um einem bloßen „Pragmatismus“ und einer rein registrierenden Tätigkeit Platz zu machen. Die bloße „Funktionsbeziehung“ und „Beschreibung“ kann dem Wesen der Sache nach der in den Begriffen „Erklärung“ und „Kausalität“ liegenden und dem einfachsten Nachdenken unmittelbar einleuchtenden Einseitigkeit der Richtung des physikalischen Abhängigkeitsverhältnisses, die es vor dem mathematischen auszeichnet, niemals voll gerecht werden, und zugleich geht damit die klare Erkenntnis des letzten Zieles der Physik, nämlich der Einheit des physikalischen Weltbildes, verloren. Ich kann hier diese Bedenken, die ich anderswo<sup>1</sup> ausführlich entwickelt habe, nur andeuten. Daß in neuerer Zeit nach beiden Richtungen hin ein Umschwung im Denken unserer Physiker sich vollzogen hat und noch vollzieht, ist offenkundig<sup>2</sup>. Man darf gespannt sein, wie Mach selbst in seinem demnächst (posthum) zu erwartenden Buche<sup>3</sup> über die „Prinzipien der Lichtlehre“ sich mit der durch die experimentelle Bestätigung der Atomistik und Elektronik, der Wellentheorie des Lichtes usw. gründlich veränderten Situation abgefunden haben wird. Vor allem wird es einer näheren Unterscheidung innerhalb des Begriffs der Hypothese selbst bedürfen, um hier volle Klarheit und Anschluß an den wirklichen historischen Sachverhalt zu erreichen.

Wir sind damit schon beim Philosophen Mach angelangt, dem wir nun noch einen Augenblick unsere Aufmerksamkeit zuwenden wollen. Wer einmal so konsequenter Empirist ist wie Mach, ist es natürlich überall und immer, ja man kann sagen, daß Machs Lehre in unseren Tagen den Typus des Empirismus vorstellt. Um dies zunächst im Zusammenhange unserer philosophischen Gesamtentwicklung richtig zu beurteilen, muß man sich daran erinnern, daß nach dem Zusammenbruch der Philosophie um die Mitte des 19. Jahrhunderts den besten unter unseren philosophischen Köpfen der „Rückgang auf Kant“ als das einzige Heilmittel zur Erneuerung der Philosophie erschien. Es ist aber kein Zufall, sondern eine innere Notwendigkeit, daß dieser rückläufige Prozeß bei Kant nicht stehen bleiben konnte, denn Kant ist zwar der Anfangspunkt einer neuen, aber auch der

<sup>1</sup> B. B a v i n k „Allgemeine Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft“ (Leipzig 1914).

<sup>2</sup> Vgl. z. B. Planck „Die Stellung der neuen Physik zur mechanischen Naturauffassung.“ Poske „Die Hypothese in Wissenschaft und Unterricht“ (Zt. ph. U. 1912, 1). E. Becher „Die philosophischen Voraussetzungen der exakten Wissenschaften“.

<sup>3</sup> Nach einer Notiz in der „Umschau“ 1916, Heft 11.

Endpunkt einer früheren Epoche der Philosophie, eben darum kein Haltepunkt, sondern ein Durchgangspunkt. So war es unvermeidlich, daß jener Rücklauf sich über Kant hinaus zu seinem größten Vorgänger Hume hin fortsetzen mußte. In diesem Sinne also haben wir den Empirismus, oder wie man heute lieber sagt, den Positivismus unserer Zeit als Ganzes genommen geschichtlich zu verstehen. Wie aber keine philosophische Strömung jemals eine einfache Wiederholung des Früheren ist, so finden wir natürlich auch im modernen Positivismus eine große Zahl neuer Gesichtspunkte, die bei Hume zurücktreten oder ganz fehlen, weil sie erst nach Kant möglich waren. Bei unserem Philosophen nun besteht das Charakteristische in der eigenartigen Durchkreuzung dreier Gedankenreihen, die wir alle drei auch sonst in der modernen Philosophie vertreten finden, die aber in dieser eigenartigen Verknüpfung nur bei Mach auftreten. Zunächst: Mach ist rücksichtsloser Empirist, wie schon oben gesagt. Er steht nicht an, selbst die reine Mathematik (Arithmetik) als eine Erfahrungswissenschaft zu bezeichnen, also auch darin alles sog. a priori grundsätzlich zu bestreiten. In dem Bestreben nun aber, die letzten Erfahrungselemente aller Erkenntnis aufzufinden, mußte Mach schließlich mit Notwendigkeit auf das geführt werden, was man gewöhnlich als die „einfachen Sinnesempfindungen“ bezeichnet, z. B. rot, hart, kalt u. dgl. Diese nennt er also „Elemente“, er rechnet dazu übrigens auch primitive Daten anderer Art, wie z. B. Lustgefühle, Willensregungen oder ähnliches und läßt es ausdrücklich dahingestellt, bis wie weit etwa diese „Elemente“ wirklich als die letzten Daten unserer Erfahrung angesprochen werden dürfen oder noch in primitivere zerlegbar sind. Der ihm vielfach von philosophischer Seite gemachte Vorwurf, er habe die in Wahrheit komplexe Natur auch der scheinbar einfachsten Sinnesempfindung übersehen, trifft deshalb m. E. den Verfasser der „Analyse der Empfindungen“ nicht.<sup>1</sup> — Nach Mach besteht nun alle Erkenntnis, die einfache wie die wissenschaftlich fortgeschrittene, im letzten Grunde lediglich in der Registrierung der uns in der Erfahrung gegebenen Beziehungen der Elemente, die wir in Gleichungen zu formulieren suchen. Der leitende Gesichtspunkt dabei ist die Denkökonomie, wie schon oben an der Physik dargelegt. Dieser Prozeß vollzieht sich sozusagen automatisch, durch das „Ueberleben des Passendsten“ oder, wie Mach sagt, durch die „Anpassung der Gedanken an die Tatsachen“. In dieser „biologischen“ Auffassung kommt Mach mit J. St. Mill einerseits, mit dem modernen

„Pragmatismus“ andererseits überein und löst zugleich auf eine zwar nicht neue, aber in dieser Verbindung neuartige Weise das Grundproblem der Erkenntnistheorie. Hiermit verbindet nun aber, und das ist der Hauptpunkt, Mach ein drittes, nämlich eine überraschende Lösung des schwerwiegendsten aller philosophischen Probleme, des psycho-physischen Problems. Sowohl Körper wie Seele, Ding oder Substanz wie „Ich“ sind nach Mach nur „Gedankensymbole für Elementenkomplexe von relativer Stabilität“. Wie ein Stück Eis nichts ist, als die relativ konstante, immer wiederholte Verbindung der Elemente: hart, kalt, weiß usw., so ist auch der Begriff Ich ein Symbol für einen solchen relativ konstanten Komplex, allerdings von größtenteils anderen und anders kombinierten Elementen. Die scheinbar totale Verschiedenheit des Körperlichen und Seelischen reduziert sich somit auf einen Unterschied lediglich in der Betrachtungsweise und in dem Gesichtspunkt, wonach wir die Elemente zusammenfassen. So löst sich nach ihm nicht nur das Grundproblem der Erkenntnistheorie, sondern auch das psycho-physische Problem in eine „künstlich und ohne Not herbeigeführte Schwierigkeit“, ja geradezu in eine „Illusion“ auf. — Mach hat diese Gedanken schon in der „Mechanik“ angedeutet und auch in der Wärmelehre ist ihnen vielfach Raum gegeben. Ihrer näheren Ausführung ist die „Analyse der Empfindungen“ (besonders der erste Teil) gewidmet. Wohl in erster Linie diese so bestechend einfach erscheinende Auflösung der beiden wichtigsten philosophischen Grundfragen hat ihm so überaus zahlreiche Anhänger verschafft und ihn als den Titelhelden des Kapitels „Positivismus“ in der Geschichte der deutschen Philosophie vor den Begründer des französischen Positivismus Comte gestellt.

Es darf auch in dieser kurzen, im übrigen nur referierenden Darstellung seines philosophischen Lebenswerkes nicht verschwiegen werden, daß sich gegen Machs ganzes System schwerwiegende Einwände erheben lassen. Der bedenklichste Punkt daran ist m. E. der, daß Mach einerseits der ganzen Erkenntnis die letztlich rein passive Rolle des Registrierens der Elementbeziehungen zuweist, andererseits aber überall sich bemüht und bemühen muß, das Subjektive dem Tatsächlichen entgegenzustellen und die unberechtigten spekulativen Ueberschreitungen der menschlichen Geistestätigkeit abzuweisen. Wie kommt, so wird man fragen, der „Elementenkomplex“ Ich überhaupt dazu, sich selbst oder andere solche Komplexe (die „Dinge“) transzendental zu „hypostasieren“, wie kommt es dann wieder dazu, daß ein anderer solcher Komplex (E. Mach) das Ich wieder in den Urbrei der Elemente zurückstößt? — Daneben bestehen noch eine ganze Reihe anderer Be-

<sup>1</sup> Anders liegt es mit der Frage, inwieweit das Urteilen bereits in der Sinnesempfindung mit enthalten ist.

denken. Denker wie Husserl, Rickert, Külpe, Windelband u. a. haben deshalb Machs Philosophie aufs schärfste bekämpft, doch lassen wir hier diese Bedenken auf sich beruhen. Ein Verdienst wird Mach auch der schärfste seiner Gegner zuerkennen. Er hat als erster unter den Naturforschern von Fach die Fäden zwischen Naturwissenschaft und Philosophie, die zeitweise fast abgerissen schienen, wieder fest geknüpft, indem er, selbst auf dem sicheren Boden der empirischen Wissenschaft stehend, doch die Augen offen hielt und andern öffnete für die zahllosen philosophischen, d. h. grundsätzlichen, allgemeinen Fragen, welche hinter der Wissenschaft auftauchen, sobald man nur einmal versucht, die Ergebnisse derselben konsequent zu Ende zu denken oder in ihre Wurzeln zu verfolgen. Man kann im Zweifel sein, ob er diese Aufgabe in ihrer Totalität erfaßt hat, man darf vielmehr wohl behaupten, daß er sich zu einseitig auf die Fragen der zweiten Kategorie, d. h. auf die erkenntnistheoretische Analyse beschränkt und gerade dadurch die der ersten Art betr. die fortschreitende Synthesis des Erkennens zu ungünstig beurteilt hat. Daß aber solche philosophische Tätigkeit überhaupt nicht nur nicht eines wahren Naturforschers eigentlich unwürdig — nur sozusagen eine wissenschaftliche Liebhaberei — ist, sondern zur Naturwissenschaft ebenso notwendig gehört, wie auf der anderen Seite die sorgfältige Vertiefung in alle Spezialfragen der Wissenschaft, das hat Mach einer Zeit unvergeßlich zu Gemüte geführt, die in Gefahr stand und noch immer steht, die Naturwissenschaft in Spezialistentum sich völlig zersplittern und damit des inneren Zusammenhangs mit dem Großen und Ganzen der Kultur verlustig gehen zu lassen. In diesem Sinne ist Mach der Begründer einer modernen „Naturphilosophie“, freilich einer andern als der Schelling-Hegelschen unseligen Angedenkens. Die Zeit wird kommen, wo dies als die wesentlichste Frucht seines Schaffens allgemein erkannt wird.

### Die Fragen der Volksernährung im naturwissenschaftlichen Unterricht\*.

Von Oberlehrer L. Trinkwalter (Bromberg).

Oefters wurde in den letzten Monaten betont, daß die eine Zeitlang recht günstig wirksame Angst vor Mangel an Nahrungsmitteln der entgegengesetzten Auffassung Platz gemacht habe, als hätten wir bereits endgültig alle Schwierigkeiten überwunden. Diese Beurteilung ist nun zwar durch die jüngst erfolgte Verkürzung

unserer Brotration als allzu optimistisch genügend gekennzeichnet worden, aber diese Beobachtung sowie manche von Mangel an sozialem Verständnis und Opferwilligkeit zeugenden Erscheinungen lehren doch eindringlich, daß die Aufklärungsarbeit auf dem Gebiete der Ernährungsfragen noch immer nicht aussetzen darf. Namentlich die Schule muß immer wieder auf die Bedeutung dieser nicht bloß für die siegreiche Beendigung des Krieges, sondern auch für unsere Zukunft hochwichtigen Fragen eingehen. Sie muß immer wieder versuchen, auf dem Wege über die Schüler auch auf das Elternhaus Einfluß zu gewinnen. Der reifere Schüler hat aber auch ein Recht darauf, daß ihm die Schule die volkswirtschaftlich grundlegenden Fragen der Volksernährung, die ihm leider nur zu oft in verzerter, einseitiger Form als Gegenstand politischer Parteikämpfe bekannt werden, von einem neutralen Standpunkt aus darlegt.

Ich will im folgenden zeigen, wie etwa der naturwissenschaftliche Unterricht, der überhaupt die reichsten Gelegenheiten zu fruchtbaren volkswirtschaftlichen Erörterungen bietet, in den mittleren und oberen Klassen zu den Problemen der Ernährung Stellung nehmen kann.

Von den Getreidearten ausgehend, kann man den Kreis der Nahrungsmittel liefernden Gewächse erweitern, indem man die Kartoffel in den Rahmen der Betrachtung mit einbezieht. Unter Hinweis auf die Einführung der Brotkarte und andere gesetzgeberische Maßnahmen geht man auf die wirtschaftliche Seite näher ein. Die landwirtschaftlich genutzte Anbaufläche nimmt bei uns etwa  $\frac{1}{3}$  des gesamten Bodens ein; sie hat sich seit Jahren nicht wesentlich erhöht, dagegen ist der Ertrag stark gestiegen. Wir ernteten in Millionen t:

	Roggen	Weizen	Gerste	Hafer	Kartoffeln	Heu
1904	10,1	3,8	2,9	6,9	36,3	21,5
1913	12,22	4,65	3,67	9,7	54,12	29,18

Noch deutlicher wird die Steigerung, wenn wir die Erträge gleicher Flächen betrachten. Wir ernteten in dz von 1 ha:

	Roggen	Weizen	Gerste	Hafer	Kartoffeln	Heu
1904	16,5	19,8	18,1	16,6	110,4	36,2
1913	19,1	23,6	22,5	21,9	158,6	49,3

Man wird betonen, daß diese Steigerung trotz der im Durchschnitt geringen Güte unseres Bodens und trotz der Ungunst unseres Klimas im wesentlichen erzielt wurde durch die Uebertragung der Ergebnisse der Naturforschung und Technik auf die praktische Landwirtschaft: Züchtung wertvoller Sorten, Anwendung von künstlichem Dünger, richtige Bodenbearbeitung,

\* Der bereits im Winter fertiggestellte Aufsatz konnte leider die Veränderungen der letzten Zeit nicht mehr berücksichtigen. D. V.

geregelter Fruchtwechsel, Einführung maschineller Arbeit. Unser von Natur durch besseren Boden und klimatisch begünstigter französischer Nachbar erntet vom ha in dz:

Roggen	Weizen	Kartoffel
10,3	13,8	96,1,

also ganz erheblich weniger als wir.

Wie kommt es denn nun, wenn doch unsere Ernteerträge dauernd gestiegen sind, daß uns eine bestimmte Brotration zugemessen wird, daß wir also sparen müssen?

Da spielt zunächst die Vergrößerung der Volkszahl eine einschneidende Rolle.\* Die deutsche Bevölkerung hat sich von 41 Millionen i. J. 1871 auf 67 Millionen i. J. 1913 vermehrt, in den letzten Jahren belief sich die durchschnittliche Zunahme auf etwa 800 000 Köpfe. Dieser Zuwachs muß ernährt werden. Während um die Mitte des 19. Jahrhunderts noch der größte Teil der deutschen Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig war, ist es heute nur noch  $\frac{1}{3}$ . Diese Minderheit muß also gegenwärtig die übrigen  $\frac{2}{3}$ , die in Handel, Industrie, Verkehr, im Staats- und Gemeindedienst beschäftigt sind, mit Lebensmitteln versorgen, und das auf einer nutzbaren Fläche, die sich gegen früher nicht wesentlich vergrößert hat. Allerdings sind die Erträge der Landwirtschaft zum Teil noch stärker gewachsen als die Volkszahl, und so könnte doch die gegenwärtig landwirtschaftlich genutzte Fläche hinreichen, unser Volk zu ernähren.

In Wirklichkeit aber mußten 1912 zu den im Lande erzeugten Lebensmitteln noch pflanzliche und tierische Nahrungs- und Genußmittel für über 3 Milliarden Mark eingeführt werden. Der wachsende Wohlstand, der sich in Deutschland mit dem Uebergang zum vorwiegenden Industrie- und Handelsstaat einstellte, veranlaßte eine Verfeinerung der Lebensführung, eine Art Luxus, der sich in einer gewissen Verschwendung von Lebensmitteln (Fett, Fleisch), in der nicht vollkommenen Ausnutzung der im Inland gewonnenen Urprodukte (Verwendung nur des feinsten Mehles) äußerte, und zwar gerade auch in Arbeiterkreisen. Dieses Streben nach verfeinerter äußerer Lebenshaltung war mit Anlaß, daß unsere inländische Lebensmittelversorgung nicht ausreichte, und daß das Ausland in so erheblichem Maße dazu herangezogen wurde. Im Kriege hörte diese Zufuhr auf, und so wurde die Frage der Ernährung brennend.

Noch ein weiterer Umstand trug dazu bei, unser Brotgetreide seiner jetzt allein gerechtfertigten Verwendung als menschliches Nahrungsmittel zu entziehen, und diese Gefahr drohte

von unserm Viehstand. Deutschland hatte sich zielbewußt und mühsam im Laufe der letzten Jahrzehnte eine zweite wichtige Nahrungsquelle in seinem Viehstand herangezogen. Wir besaßen in Millionen Stück:

	Pferde	Rinder	Schweine	Schafe	Ziegen
1900	4,2	18,9	16,8	9,7	3,3
1913	4,5	20,9	25,6	5,5	3,5

Dazu noch weit über 80 Millionen Stück Federvieh. Nur der Schafbestand war übrigens schon seit langem aus triftigen Gründen (s. u.) zurückgegangen, im übrigen hatten sich die Bestände ausnahmslos vermehrt. Die Erhaltung eines so gewaltigen Viehstandes erforderte und erfordert natürlich riesige Futtermengen. Solche liefern uns Gräser, Futterrüben, Klee u. a., dann die Kartoffel, von der wir mehr ernten als für unsere eigene Ernährung notwendig ist, ferner Abfallstoffe verschiedener landwirtschaftlicher Nebengewerbe (Schlempe der Spiritusbrennereien, Rübenschnitzel und Melasse der Zuckerfabriken, Treber der Brauereien, Preßkuchen der Oelmühlen), weiter Speisereste und Küchenabfälle, schließlich Kleie und auch Getreide, namentlich Roggen und Gerste, doch all das reichte schon im Frieden zur Erhaltung unseres Viehbestandes nicht aus, wir bezogen jährlich für etwa eine Milliarde Mark Futtermittel aus dem Ausland, d. h. eine Menge, deren Beförderung täglich 100 Eisenbahnzüge zu je 30 Wagen nötig machte. Als nun mit Kriegsbeginn diese Zufuhr ausblieb, da lag die Gefahr vor, daß die Viehhalter das Brotgetreide für die Fütterung in erhöhtem Maße heranziehen würden; tatsächlich geschah dies auch. Die Menge des Brotgetreides wurde dadurch nicht unwesentlich vermindert. Einer solchen Verwendung stand aber das Interesse des Volkes im Wege; denn da schon die für die menschliche Ernährung sonst erforderlichen Zufuhren ausblieben, mußte unbedingt alles Brotgetreide diesem Zweck erhalten bleiben.

Wie wurde nun der für das ganze Volk und damit für den Ausgang des Krieges höchst bedrohliche Mangel an Brotgetreide bekämpft?

Die Tatsache, daß unsere landwirtschaftliche Erzeugung stärker gestiegen war als die Volkszahl, hatte gezeigt, daß sie zur Not instande sein müsse, unsere Ernährung sicherzustellen. Arbeitete doch unsere Landwirtschaft seit langem auf das Ziel hin, auch den Bedarf einer erheblich größeren Volksmenge aus eigener Kraft zu decken. Allerdings mußte jetzt verhindert werden, daß Brotgetreide noch weiter verfüttert wurde. Deswegen wurde diese mißbräuchliche Verwendung unter Strafe genommen. Um das Volk gleichmäßig und zu mäßigen Preisen mit Mehl und Brot zu versorgen, wurde die im November 1914 gegründete Kriegsgetreidegesell-

\* Vergl. auch die Ausführungen von H. Schumacher in „Deutschland und der Weltkrieg“ (Teubner) und in „Staatsbürgerliche Belehrungen in der Kriegszeit“ (C. Heymanns Verlag, Berlin).

schaft (später Reichsgetreidestelle) mit der gewaltigen Aufgabe betraut, die im Land vorhandenen Getreidevorräte zu erwerben (Anmeldepflicht!) und vermahlen zu lassen. Die weitere Zuteilung des Mehles bzw. Brotes an die Verbraucher vermitteln die Gemeinden (Brotkarte). Die letztere Maßnahme soll einer Verschwendung durch den Verbraucher vorbeugen. Um die durch Ausfall der bisherigen Zufuhr, durch die anfängliche Verfütterung und andere Ursachen entstandene Minderung unserer Getreidevorräte auszugleichen, und um auch noch mit einem gewissen Vorrat ins neue Erntejahr einzutreten, wird das Getreide stärker als früher ausgemahlen (damit wird natürlich wieder die Kleie als Viehfutter dem Werte und der Menge nach geringer), das Weizenmehl mit dem reichlicher vorhandenen Roggenmehl und schließlich das zur Brotbereitung bestimmte Mehl noch mit Kartoffelmehl oder Kartoffelflocken vermischt (Kriegsbrot).

Wenn also die Aushungerungspläne unserer Feinde den von ihnen erhofften Erfolg nicht gehabt haben, so liegt das einmal daran, daß unsere Landwirtschaft mit dem Rüstzeug der Wissenschaft und Technik ihre Erträge in vorbildlicher Weise zu steigern verstand, sodann an der mustergültigen Organisation, die die bisher noch nie bewältigte Aufgabe durchführte, die ganze Ernte eines Landes gleichmäßig einem Millionenvolke zuzuführen. Wir dürfen dabei aber auch die Bedeutung der Schutzzölle nicht vergessen, die unser Land vor Ueberflutung mit billigem, ausländischem Getreide in Friedenszeiten, unsere Landwirtschaft damit vor dem Niedergang (vgl. England!) und uns jetzt vor einer schimpflichen Preisgabe der Früchte unserer Siege bewahrte.

Die oft so verachtete Kartoffel, die sich uns heute im wahrsten Sinn als Helfer in der Not bewährt, bietet noch zu einer weiteren Erörterung Anlaß. Trotzdem unsere Kartoffelzüchter seit langem nicht nur auf guten Geschmack und hohen Nährstoffgehalt, sondern auch auf möglichste Haltbarkeit der Kartoffel hinarbeiten, neigt diese doch wegen ihres hohen Wassergehaltes (76 %) leicht zum Verderb durch Fäulnis. Von unserer Kartoffelernte 1914 in Höhe von 470 Millionen dz wurden 90 Millionen dz für die Saat des kommenden Jahres zurückbehalten, 130 Millionen dz dienten der menschlichen, 163 Millionen der tierischen Ernährung, 40 Millionen dz industriellen Zwecken (Stärke, Spiritus). Der Rest im Betrage von 47 Millionen dz, also 10 % der gesamten Erzeugung, entfiel auf den Verlust durch Fäulnis und andere Schädigung. Allein dieser Verlust würde 470 000 Doppelwagen zu je 200 Ztr. füllen, stellt also eine gewaltige Menge dar. Schon vor Jahren wurde festgestellt, daß Deutschland auf die Einfuhr ausländischen Brotgetreides vollkommen

verzichten könnte, wenn es gelänge, diesen Verlust größtenteils zu vermeiden. Und so wurden denn schon in den 90er Jahren Preise ausgesetzt für eine technisch brauchbare Lösung des Problems. Die Lösung wurde gefunden, und so konnten 1908 3 Millionen, 1913 sogar schon 13 Millionen dz Kartoffeln in Trockenkartoffeln übergeführt und damit der für die Ernährung verfügbare Vorrat erhöht werden. Was hier im Großen geleistet worden ist, soll aber auch für den einzelnen Haushalt vorbildlich sein. Jahraus, jahrein geht in unsern Kellerräumen ein Teil der Speisekartoffeln zu Grunde. Diese Verluste, klein im einzelnen Fall, groß in ihrer Gesamtheit, können auf ein verschwindend geringes Maß zurückgeführt werden durch sachgemäßes Lagern der Kartoffeln in gut gelüfteten, gereinigten und desinfizierten Kellern, sowie durch Auslesen der kranken Kartoffeln.

Bei der Besprechung des Kartoffelbrotes kann man vielleicht auch auf das mancherorts hergestellte Blutbrot (Globulinbrot, Esthenbrot) hinweisen. Das wirtschaftlich Bedeutsame dabei ist, daß man so den hohen Nährwert des Blutes unserer Schlachttiere zu verwerten sucht, das in unseren Schlachthäusern bisher zum allergrößten Teil ungenützt verloren geht.

Ein volkswirtschaftlich höchst wertvolles landwirtschaftliches Erzeugnis ist die Zuckerrübe. Als Marggraf 1747 in der Rübe Zucker feststellte, konnte niemand ahnen, daß es dieser Rübe mit ihrem unbedeutenden Zuckergehalt beschieden sein sollte, in Europa den aus dem sehr zuckerreichen, tropischen Zuckerrohr gewonnenen sog. Kolonialzucker aus dem Felde zu schlagen. Heute ist das der Fall. Und Deutschland ist der größte Zuckerlieferant der Welt. Wir decken unsern Eigenbedarf an dem ein wertvolles, billiges Nahrungsmittel darstellenden Zucker völlig aus unserer Rübe, sind so vom Zuckerrohr unabhängig, ja, wir führen sogar ganz erhebliche Mengen aus, namentlich nach England (in einzelnen Jahren für über 250 Millionen Mark). So spielte die Zuckerrübe beim Abschluß von Handelsverträgen eine Rolle, sie hat sogar noch im Krieg unsere wirtschaftlichen Maßnahmen gegen unsere Feinde beeinflusst\*. Wenn die Rübe für Deutschland eine Quelle reichen Segens geworden ist, wenn sie jetzt mit dazu beiträgt, die Ernährung des Volkes sicherzustellen, so ist das in erster Linie ein Verdienst der Wissenschaft, deren Züchtungsmethoden es gelang, den Zuckergehalt der Rübe um das Vielfache zu steigern, ebenso wie es der mit naturwissenschaftlichem Rüstzeug arbeitenden landwirtschaftlichen Praxis möglich wurde, den Ertrag vom ha stark zu erhöhen. Nicht vergessen sei die chemische Technik, die das schwierige Verfahren

\* Vgl. H. Schumacher in „Staatsbürgerliche Belehrungen in der Kriegszeit“.

der Zuckergewinnung gelöst hat. Um 1 kg Zucker zu liefern, waren in der Kampagne 1870/71 11,6 kg Rüben nötig, 1913/14 nur etwa 6,2, 1910/11 sogar nur 6,08. 1880/81 lieferten uns 6,3 Millionen t Rüben 566 000 t Zucker, 1913/14 lieferten uns 16,9 Millionen t Rüben 2 718 000 t Zucker.

Unter den jetzigen Verhältnissen stellt auch die Behandlung der Haustiere dem Lehrer neue und wertvolle Aufgaben. Zweifellos verlangen von jetzt an die Rassenbildungs- und Züchtungsfragen eine besondere Würdigung als wissenschaftlich und praktisch hochbedeutsame Probleme. Rationeller Züchtung ist es gelungen, unsere Haustiere in vielfacher Beziehung zu veredeln. So ist es bei Schwein und Rind geglückt, das Gewicht der Tiere erheblich zu steigern und die Schlachtreife zu beschleunigen. Es wird also heute ein Schwein in viel kürzerer Zeit als früher auf den Zustand gebracht, in dem es mit dem größten Nutzen geschlachtet werden kann. So stellt einmal unser heutiger Viehstand wegen des durchschnittlich größeren Gewichts der Einzeltiere eine beträchtliche Fleisch- und Fettmenge dar, und dann ermöglicht die frühere Schlachtreife ein Schlachten in kürzeren Zwischenräumen; beide Umstände wirken natürlich zusammen, um uns die Versorgung mit Fleisch zu erleichtern. Und gerade das Schwein ist wegen seiner guten Ausnutzbarkeit, und weil es die Ueberführung von Kartoffeln und allerlei Abfallstoffen in das zu unserer Ernährung notwendige tierische Fleisch und Fett gestattet, zu unserm wertvollsten Haus- und Schlachtvieh geworden.

Als nach Kriegsbeginn unserer Landwirtschaft die bisher bezogenen ausländischen Futtermittel ausgingen, und als auch das Brotgetreide der Verfütterung entzogen wurde, standen die Viehzüchter vor der ersten Frage: Wie können die Bestände erhalten bleiben? Denn auf einer gewissen Höhe mußten sie erhalten werden, wenn nicht wirklicher Fleisch- und Fettmangel eintreten sollte. Durch erhöhten Anbau von Futterpflanzen und Kartoffeln, durch die Verwendung aller möglichen Abfälle landwirtschaftlicher Industrien, durch Verfütterung von Zucker und Küchenabfällen konnte wenigstens einer gefährlichen Verminderung unserer Viehbestände vorgebeugt werden. Aber bei dem gewaltigen Ausfall von Kraftfuttermitteln, mit dem im Kriege gerechnet werden muß, ist die restlose Ausnutzung aller nur möglichen Futterquellen für die Viehhaltung eine unbedingte Pflicht des Einzelnen wie der Gesamtheit. Interessant und auch für die Zukunft lehrreich ist es zu betrachten, was neben den üblichen Futtermitteln dem Viehhalter zur Verfügung gestellt werden könnte.

Die deutschen Großstädte warfen in Friedenszeiten nach Robland täglich etwa 14 000 Zentner

Küchenabfälle weg. In manchen Städten werden diese Abfälle jetzt zu einem dauerhaften versandfähigen Kraftfuttermittel verarbeitet, das an Nährwert etwa der Weizenkleie und den Rübenschnitzeln gleichkommt. Auch die sonst vielfach als lästig empfundenen Abfälle der Brauereien und Brennereien wie Ueberschußhefe, Malzkeime, Treber, Faßgeläge liefern getrocknet nicht nur einen wertvollen Haferersatz und Schweinefutter, sondern auch ein dem Fleisch an Wert nahekommendes Nahrungsmittel. Von der Ueberschußhefe stehen jährlich etwa 70 000 t in gepreßtem Zustand zur Verfügung.

Wie beim Schwein hat die rationelle Züchtung auch beim Rind eine frühere Schlachtreife und höheres Schlachtgewicht erzielt. Daneben ist es ihr aber noch gelungen, den Milchertrag des einzelnen Tieres bis auf jährlich über 6000 l und den Fettgehalt der Milch auf über 4 % zu steigern. Nach einer Veröffentlichung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes werden im Deutschen Reich jährlich über 25 Milliarden l Kuhmilch im Wert von etwa 2,1 Milliarden Mark gewonnen. Dazu wurden vor dem Kriege jährlich noch für 50—70 Millionen Mark Milch und Milcherzeugnisse eingeführt. Die Milch als hochwertiges Nahrungsmittel soll im Interesse der Volksernährung auch im Kriege zu erschwinglichen Preisen in genügender Menge verfügbar sein. Namentlich Kindern und Kranken darf sie nicht entzogen oder unnötig verteuert werden. Das ist aber nur möglich, wenn sie nicht in zu großen Mengen zu andern Zwecken, besonders zur Butterbereitung, verwendet wird. Die Butter erzielt aber wie alle Fette im Kriege hohe Preise. Dieser hohe Preis reizte natürlich den Landwirt, die Milch möglichst auf Butter zu verarbeiten. Damit wurde die dem Markte zugeführte Milchmenge immer geringer, zumal ja auch der Milchertrag im Krieg im allgemeinen wohl nicht die Höhe wie im Frieden erreicht. Da jedes Kilogramm Butter zu seiner Herstellung 24 bis 30 l Milch verbraucht, läßt sich leicht einsehen, daß ein Butterverbrauch, wie er in den Friedensjahren bei uns Regel geworden war, heute eine unverzeihliche Sünde gegen die Kinder und den ärmeren Teil des Volkes darstellt, weil er den Genuß eines wertvollen Nahrungsmittels über Gebühr verteuert und erschwert. Man kann so leicht die Einführung der Höchstpreise für Butter in ihrer doppelten Wirkung auf den Erzeuger wie auf den Verbraucher verständlich machen.

Warum zeigt merkwürdigerweise unsere Schafzucht einen beharrlichen Rückgang, während wir bei allen andern Haustieren ein dauerndes Ansteigen beobachten? 1873 hatten wir noch 25 Millionen Schafe, 1913 nur noch 5,5. Zur Schafzucht braucht man große Weideflächen. Diese kann man aber bei uns vorteilhafter durch



die Erzeugung pflanzlicher Nähr- und Futtermittel ausnutzen. Und da andere Länder mit riesigen Flächen (Australien, Kapland, Argentinien, Mittelmeergebiet) die Schafhaltung äußerst billig gestalten, so konnten uns diese die uns dringend notwendige Wolle (1913 für 417 Millionen Mark) billiger liefern, als es eine einheimische Schafzucht vermocht hätte. Allerdings nahmen wir damit — ganz bewußt — den Nachteil in Kauf, daß wir mit dem Bezug der Schafwolle vom Ausland abhängig wurden. Dieser Nachteil wurde aber durch den Vorteil der erhöhten landwirtschaftlichen Erzeugung mehr als aufgewogen.

Eine dauernd steigende Bedeutung haben in den letzten Jahrzehnten und noch mehr jetzt im Krieg die Fette und Öle gewonnen. Der früher bei uns recht ausgedehnte Anbau von Ölpflanzen wie Lein, Raps u. a. ist im Laufe der Zeit, entsprechend der Verschiebung in den Grundlagen unseres Wirtschaftslebens, fast ganz bedeutungslos geworden. Und zwar trotz unserm ständig wachsenden Bedarf an Ölen und Fetten jeder Art. Das verfügbare Land mußte eben mehr und mehr zum Anbau der für die Ernährung von Mensch und Tier notwendigen Pflanzen ausgenützt werden. Dazu lieferte uns das Ausland Fette und Öle bezw. deren Rohstoffe in großen Mengen zu verhältnismäßig billigen Preisen. Zur Einfuhr von Butter im Werte von 123,1 Millionen Mark und von anderen tierischen Fetten in Höhe von 186,5 Millionen Mark kamen im Jahre 1913 noch über  $2\frac{1}{2}$  Milliarden t Ölfrüchte, pflanzliche Öle und Fette, Ölkuchen und Ölkuchenehle im Gesamtwert von 721 Millionen Mark, sodaß wir also in diesem Jahr weit über 1 Milliarde Mark bloß für die Deckung unseres Fettbedarfs ans Ausland zahlen mußten. Bei diesen Stoffen handelte es sich vornehmlich um Lein, Raps, Hanf, Kokospalme (Kopra), Ölpalme (Palmöl, Palmkernöl, Palmnüsse), Sesam, Baumwollsam, Erdnüsse, Soyabohnen. Eine große blühende Industrie liefert uns aus diesen Rohstoffen wertvolle Speisefette (Palmin, Pflanzenbutter u. a.) Ferner brauchen wir Fette als Rohstoff für die Herstellung von Seifen, Kerzen, Schmieröl, als Triebstoff für Maschinen, und wir benötigen auch schließlich fetthaltige Kraftfuttermittel (Ölkuchen, Ölkuchenehle) zur Erhaltung unseres Viehstandes. Die verschiedensten Gegenden der Welt beteiligen sich an der Lieferung dieser Rohstoffe, Argentinien und Rußland liefern uns Leinsaat und Raps, Britisch-Westafrika Palmkerne und Palmöl (113 Millionen Mark), Indien und Ceylon Kopra (122 Millionen Mark), China und Indien Sesam (44 Millionen Mark).

Welche Wirkungen der Ausfall der gewohnten Zufuhren bei uns hervorgerufen hat, ist allgemein bekannt: Knappheit an jeder Art Speisefett, Mangel an Rohstoffen bei der Fette verarbeitenden Industrie, Mangel an fetthaltigem Kraftfutter

und damit Hand in Hand gehend eine ungewöhnliche Preissteigerung in Fetten, Seifen usw.

Wie können wir nun der in dieser Knappheit liegenden Gefahr begegnen? Als erstes Mittel ist die weitestgehende Sparsamkeit im Verbrauch der Fette zu nennen. Sie ist aus den gleichen Gründen, wie bei der Butter hervorgehoben, dringendste soziale Pflicht jedes Einzelnen. Der Wohlhabende muß mit Rücksicht auf den ärmeren Volksgenossen und zu dessen Gunsten freiwillig seinen Fettverbrauch einschränken. Wenn wir das tun, handeln wir aber auch gleichzeitig in unserm eigensten Interesse. Der Verbrauch von Fetten zu Genußzwecken hatte bei uns allmählich einen derartigen Umfang angenommen, daß hervorragende Hygieniker darin erblickten einen gesundheitsschädigenden Faktor erblickten und ihre warnende Stimme dagegen erhoben.

Man wird betonen, daß die bereits erwähnte Verwertung der Küchenabfälle für Zwecke der Verfütterung dazu beiträgt, unseren Vorrat an tierischem Fett (Schweinefett) zu stärken. Man wird auf die gewaltigen Mengen der städtischen Abwässer als Fettquelle für technische Zwecke hinweisen. Aus ihnen kann man Fett für Seife, Schmieröl, Anstrichfarben und Pech für Dachpappe gewinnen. Der deutschen Chemie ist eine Erfindung geglückt, die für die Volksgesamtheit nicht bloß im Kriege, sondern auch später von hoher Bedeutung sein wird, das sog. Härten der Fette, d. h. die Verwandlung wenig wertvoller flüssigen Fette in die wertvolleren festen. So hilft auch auf diesem Gebiet die stille Arbeit der Chemie, deren wunderbare Leistungen erst nach dem Kriege uns so recht zum Bewußtsein kommen werden, die Not des Krieges bekämpfen.

Man kann die Ernährungsfragen nicht behandeln, ohne der sog. Kolonialprodukte zu gedenken. Ich berichtete an anderer Stelle (in „Aus der Natur“) ausführlicher hierüber. Hier nur einige Andeutungen. Außer den schon erwähnten Ölerohstoffen bezogen wir 1913 an wichtigeren kolonialen Pflanzenerzeugnissen (Mais, Reis, Baumwolle, Jute u. a. Fasern, Kaffee, Kakao, Rohtabak, Kautschuk, Gerbstoffe, Hölzer) für rund  $1\frac{1}{2}$  Milliarde Mark, so daß wir im ganzen über  $2\frac{1}{2}$  Milliarden für diese Zufuhr ausgaben, bei einer Gesamteinfuhr von etwa 11 Milliarden Mark also einen ganz erheblichen Betrag. Diese gewaltigen Mengen erhalten unsere Dampferlinien mit lebenskräftig, sie liefern Menschen und Tieren Genuß- und wichtige Nahrungsmittel, der Industrie die nötigen Rohstoffe. In veredelter Form als hochwertige Industrieerzeugnisse gehen sie zum Teil wieder hinaus in die Welt und ziehen so Geld ins Land. Hunderttausenden geben sie bei uns Brot und Lohn. Trotz schöner Erfolge in unseren eigenen Kolonien sind wir aber leider im Bezug der wichtigsten

kolonialen Erzeugnisse von fremden Gebieten abhängig. Darin liegt eine beträchtliche Gefahr für unsere wirtschaftliche Zukunft. Denn allenthalben haben die großen Kolonialmächte (Deutschland gehört nach seinem Kolonialbesitz nicht zu ihnen) das Bestreben, sich mit großen Kolonien zu gewaltigen einheitlichen Wirtschaftsgebieten zusammenzuschließen, die einerseits die verschiedensten Rohstoffe billig liefern, andererseits die Erzeugnisse der Industrie aufnehmen. Da sie infolgedessen auch billig produzieren und mehr und mehr den fremden Handel von ihren Märkten auszuschließen versuchen, werden für den deutschen Handel, der auf fremde Absatzgebiete, und für die deutsche Industrie, die auf fremde Rohstoffe angewiesen ist, die Verhältnisse immer ungünstiger. Wollen wir in Zukunft auf unsere Geltung in der Welt nicht verzichten, so ist die Schaffung eines großen möglichst geschlossenen Kolonialreiches für uns geradezu eine zwingende Notwendigkeit. Wir brauchen Kolonien, wenn wir von Siedlungskolonien ganz absehen, als Lieferanten für pflanzliche, tierische und mineralische Rohstoffe aller Art, wir brauchen sie aber auch, weil sie auf die Dauer die einzigen sicheren Abnehmer unserer Fabrikate sein werden. Welch hochwichtige Erörterungen sich weiter anschließen lassen: Ersatz des Hackbaues bei den Eingeborenen durch die Pflugkultur, die erst den Anbau im Großen gestattet, die mit der Pflugkultur ursächlich verbundenen Fragen der Bekämpfung von Tsetse- und Schlafkrankheit u. a., das sei nur angedeutet.

Mit der Ansicht, die deutsche Schule habe sich glänzend bewährt, es könne in der Zielsetzung der Schule (besonders der höheren) alles beim alten bleiben, kommen wir nicht weiter. Es wäre ein schlimmes Zeichen, wenn der Krieg, der das deutsche Volk bis in seine innersten Tiefen aufwühlt, nicht auch der Schule neue Aufgaben weisen sollte. Unser Erziehungsideal wird einer gewissenhaften Prüfung unterzogen werden müssen; es wird vielleicht in mancher Beziehung umgestaltet werden. Eine Aufgabe steht aber bereits fest: Die deutsche Jugend muß volks- und weltwirtschaftlich denken lernen. In dieser Beziehung hat die deutsche Schule von der Universität bis zur Volksschule herab bisher recht wenig geleistet. Gar nicht so selten hatte das bittere Wort Berechtigung, daß der Wert einer Sache für die Schule im umgekehrten Verhältnis zu ihrem Werte fürs Leben stehe. Das muß anders werden. Der Krieg hat deutlich gezeigt, wie nicht nur die Stärke, sondern auch die Kulturhöhe eines Volkes beruht auf der Erhaltung, Erweiterung und Verwertung seiner natürlichen Hilfsquellen und Machtmittel. Das Verständnis für diese Grundlagen jeder Volkswirtschaft zu wecken und zu fördern, die wirtschaftlichen Beziehungen aufzudecken, das ist in

erster Reihe eine reizvolle und hochbedeutsame Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Damit er aber dieser Aufgabe gerecht werden kann, muß er auch an der höheren Schule die seiner Bedeutung entsprechende Stellung erhalten; die sog. Naturbeschreibung darf als Unterrichtsgegenstand nicht weiter der Torso bleiben, der er noch immer ist.

### Die zeichnerische Zusammensetzung von Drehkräften und ihre Verwendung im physikalischen Unterricht.

Von C. Steinbrinck (Lippstadt).

Zu den physikalischen Auseinandersetzungen, die dem klaren Verständnis und der dauernden Einprägung am meisten Schwierigkeit bereiten, gehört die Begründung des Fortschreitens der Tag- und Nachtgleichen und des Foucaultschen Pendelversuchs. Nach meiner Erfahrung lassen sich aber diese Aufgaben erheblich erleichtern, wenn man ihnen eine allgemeine Auseinandersetzung über das Zusammenwirken mehrerer an einem Punkte angreifender Drehkräfte (mehrerer Kräftepaare) vorausschickt.

In den mir bekannten Unterrichtsbüchern vermischt ich eine solche. Da dieselbe aber auch eine leichtfaßliche Erklärung des Kreisellkompasses bietet, der heutzutage im Unterricht nicht wohl übergangen werden darf, so scheint es mir angebracht, die erwähnten Spezialfragen im Anschluß an eine kurze und einfache Darstellung des genannten allgemeinen Problems einmal gemeinsam zu besprechen. Diesen Darlegungen möge der Hinweis auf eine artilleristische Frage folgen, auf die unsere allgemeine Betrachtung wahrscheinlich ebenfalls Anwendung findet.

#### I. Allgemeiner Satz.

In seinen Elem. der Statik (übers. von Hartmann, Berlin 1831, S. 44) hat uns Poincot gelehrt, das Drehmoment eines Kräftepaars graphisch durch eine Strecke darzustellen, die senkrecht auf der Ebene des Kräftepaars im Drehpunkt errichtet und dem Maße des Momentes proportional ist. Um auch den Sinn der Drehung zum Ausdruck zu bringen, wird diese Strecke vom Drehpunkt aus auf demjenigen Teile des Lotes abgetragen, von wo aus gesehen die Drehung im Sinne des Uhrzeigers erfolgt. Wirken nun mehrere Drehkräfte mit verschiedenen Rotationsachsen auf einen Körper in demselben Punkte und wählt man die Maßzahlen der auf diesen Achsen abzutragenden Strecken den bezüglichen Momenten nicht bloß proportional, sondern gleich, so braucht man diese Strecken nur nach dem Parallelogramm der Kräfte zusammenzusetzen. Es liefert nunmehr die so erhaltene Resultante nicht nur durch ihre Richtung die Lage der resultierenden Rotationsachse, sondern auch durch ihre Länge die Größe des resultierenden Drehmoments.

Dies ist der im folgenden zu beweisende allgemeine Satz. In Fig. 1 bezeichne  $O$  den Drehungspunkt;  $AP$  und  $AQ$  seien zwei auf denselben Hebelarm  $OA$  reduzierte Drehkräfte und  $AS$  ihre Resultante. Nach dem oben angegebenen Verfahren sind nun in  $O$  die Strecken  $OP'$  und  $OQ'$  senkrecht zu der Ebene  $OPA$  bzw.  $OQA$  abgetragen. Der Hebelarm  $OA$  ist gleich 1 angenommen; daher ist  $OP'$  gleich  $AP$  und  $OQ'$  gleich  $AQ$  zu denken. Bildet man aus  $OP'$  und  $OQ'$  das Kräfteparallelogramm mit der Diagonale  $OS'$ ,

so ist zu beweisen a) daß  $OS' = AS$ , b) daß  $OS'$  auf der Ebene  $OAS$  senkrecht ist.

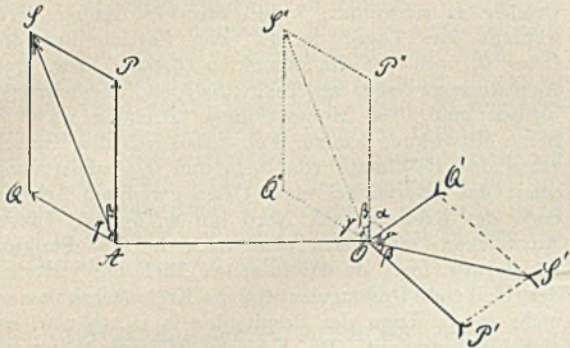


Fig. 1.

a) Da zwei sich schneidende Ebenen miteinander denselben Winkel bilden, wie zwei auf ihnen in denselben Punkte errichtete Lote, so ist  $\sphericalangle P'OQ' = \sphericalangle PAQ$ . Daraus folgt aber, daß die Parallelogramme  $OP'Q'S'$  und  $APQS$  kongruent sind und somit auch  $OS' = AS$ .

b) Zum ferneren Beweise denke man sich das Parallelogramm  $APSQ$  mit Beibehaltung aller Seitenrichtungen nach  $O$  verschoben, so daß es in die Lage  $OP''S''Q''$  kommt. Dann ist nach Konstruktion sowohl  $\sphericalangle P'OP''$  als  $\sphericalangle Q'OQ'' = R$ . Ein jeder dieser Winkel setzt sich aber aus den drei Winkeln  $\alpha, \beta$  und  $\gamma$  (s. Fig.) zusammen.  $\sphericalangle S'OS''$  besteht aber aus denselben Stücken  $\alpha, \beta$  und  $\gamma$ . Mithin ist auch er ein Rechter. Aus der Lage der Ebene  $P'OQ'$  zu  $OA$  folgt aber ferner, daß  $S'O \perp OA = R$ . Die Gerade  $S'O$  steht somit senkrecht zu der Ebene  $S''OAS$  des resultierenden Kräftepaars, sie stellt also in der Tat die Achse der resultierenden Drehung sowohl hinsichtlich deren Lage als auch hinsichtlich des Sinnes der Rotation dar. Da aber außerdem nach a) die Länge  $OS''$  auch die Größe des resultierenden Drehmoments anzeigt, so ist die Beweisführung erledigt.

II. Anwendung auf besondere Fälle.

1. Erklärung des Vorschreitens der Tag- und Nachtgleichen.

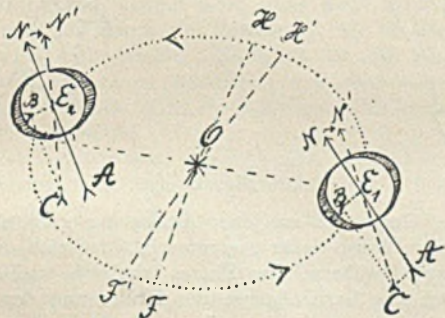


Fig. 2.

In Fig. 2 stelle die Ellipse die Erdbahn mit der Sonne in ihrem Mittelpunkte  $O$  vor. Rechts ist die Erde zu Beginn des Sommers, links beim nächsten Winteranfang gedacht. Die Strecke  $EA$ , die auf der Erdachse vom Mittelpunkte aus nach Süden abgetragen ist, bezeichne das Drehmoment der täglichen Erdrotation. Zu diesem Drehmoment kommt aber durch die Anziehung der Sonne auf den jeweilig näher liegenden Aequatorwulst bekanntlich ein zweites Moment hinzu, das die Erdachse aufzurichten sucht.

Es sei durch das auf der zugehörigen Achse abgetragene Stück  $EB$  dargestellt. Unter seiner Einwirkung muß sich die Achse  $EA$  auf  $EB$  zu bewegen, indem sie die Lage der Parallelogrammdiagonale  $EC$  einzunehmen sucht. Somit rückt das Nordende  $N$  der Erdachse sowohl bei der Winter- als bei der Sommerstellung in unserer Figur nach hinten auf  $N'$  in der Verlängerung von  $CE$ .

Das Maß der Abweichung ist allerdings in unserer Figur stark übertrieben, da ja das Verhältnis  $EB:EA$  der Deutlichkeit halber bei weitem zu groß angenommen ist. Da jedoch das Drehmoment  $EB$  auf allen Punkten der Erdbahn, mit Ausnahme des Frühlingspunktes  $F$  und des Herbstpunktes  $H$ , wenn auch in verringertem Maße wirksam bleibt, so erreicht die Achsenabweichung immerhin schon im Verlauf einiger Monate eine beachtenswerte Größe. Erinnerung man sich z. B. daran, daß der Winterpunkt  $W$  der Erdbahn derjenige Punkt ist, für welchen die Projektion der nördlichen Erdachse  $EN$  auf die Erdbahnebene in die Verlängerung von  $OW$  fällt, so wird leicht ersichtlich, daß der auf den Sommerpunkt  $E_1$  folgende Winterpunkt  $E_2$  nicht mehr auf den Strahl  $E_1O$  fallen, sondern dem Punkte  $E_1$  näher liegen muß, ebenso wie, nach einem ganzen „Jahre“ von  $E_1$  aus gerechnet, die Sommerstellung nicht erst in  $E_1$ , sondern schon früher erreicht werden wird. Damit verlegen sich aber auch die Punkte  $F$  und  $H$  der Tag- und Nachtgleichen im Frühling und Herbst alljährlich auf der Erdbahn rückwärts in den Richtungen  $FF'$  und  $HH'$ . Es bedarf also nicht eines vollen Umlaufes der Erde, damit sie z. B. von einem Frühlingspunkt zum nächsten gelangt: Die Orte der Tag- und Nachtgleichen schreiten auf der Erdbahn zurück, ihre Zeiten dagegen vor.

2. Der Foucaultsche Pendelversuch.

Hierbei hat man nicht zwei gegebene Kräftepaare zusammensetzen, sondern umgekehrt ein einziges gegebenes nach zwei bestimmten Richtungen zu zerlegen. Denn die Erde dreht sich ja um ihre Achse  $ON$  in

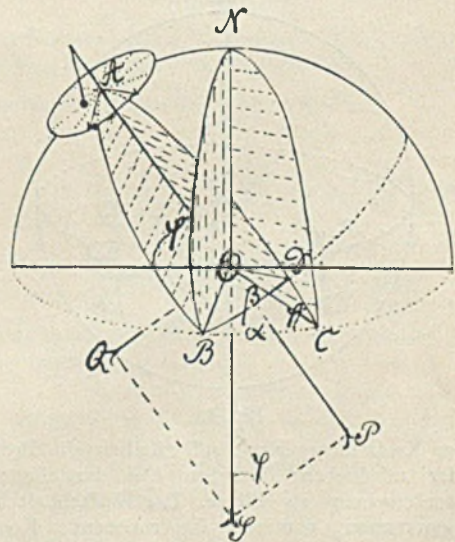


Fig. 3.

einer gewissen Zeit um einen bekannten Aequatorbogen  $BC = a$ . Es fragt sich nun, wie groß infolgedessen für einen Ort  $A$  auf der Breite  $\varphi$  die Drehung seines Horizontes um die Vertikale  $OA$  ausfällt

Um dies zu erfahren, brauchen wir nur das Drehmoment  $OS$  der Erdrotation nach der Richtung  $OA$  und nach dem hierzu senkrechten Strahle der Ebene  $AOS$  in die Komponenten  $OP$  und  $OQ$  zu zerlegen, so ist  $OP = OS \sin \varphi$  das gesuchte Drehmoment. Hieraus folgt aber sofort die bekannte Beziehung  $\beta = a \sin \varphi$ , wenn  $a$  die Drehung der Erde innerhalb eines Zeitraumes und  $\beta$  das Maß der scheinbaren Drehung des Pendels für dieselbe Zeit bezeichnet. Aus der Figur wird auch anschaulich, wie der Punkt  $B$  durch die Drehung um die Achse  $OP$  längs des Bogens  $BD$  nach  $D$  und von dort durch die Drehung um  $OQ$  auf dem Bogen  $DC$  nach demselben Punkte  $C$  gelangt, wohin er durch die einzige Drehung um  $OS$  längs  $BC$  direkt befördert wird. Da das Dreieck  $BDC$  für ein sehr kleines Zeiteilchen als eben angenommen werden darf, so ergibt sich aus ihm trigonometrisch auch die Bestätigung der Formel  $\beta = a \sin \gamma$ , was Poske (Oberstufe der Naturlehre, 1. Aufl., S. 73; 3. Aufl., S. 75) als Hauptbeweis verwendet. Durch das übereinstimmende Ergebnis beider Betrachtungsweisen scheint mir aber unsere Ableitung für das Verständnis der Schüler an Ueberzeugungskraft gewonnen zu haben. Unsere Figur läßt ferner auch klar erkennen, daß die noch vielfach verbreitete Vorstellung, wonach, trotz der Erdrotation, die Pendelebene ihre Lage im Raume beibehalte, irrtümlich ist. Denn durch die Drehung um  $OQ$  wird ja die Erdachse  $ON$  in der Ebene  $AOC$  der Linie  $OC$  genähert und mit ihr auch die Pendelebene verlegt. Was sich unverändert erhält, ist nur die Schwingungsrichtung der Pendelkugel (die horizontale Tangente ihres Schwingungsbogens).

3. Der Kreiselkompaß.

Keine der mir bekannt gewordenen populären Auseinandersetzungen über den Kreiselkompaß gibt eine auch nur annähernd so einfache und anschauliche Erklärung desselben, wie sie aus unserer Fig. 4 sozusagen unmittelbar abzulesen ist.

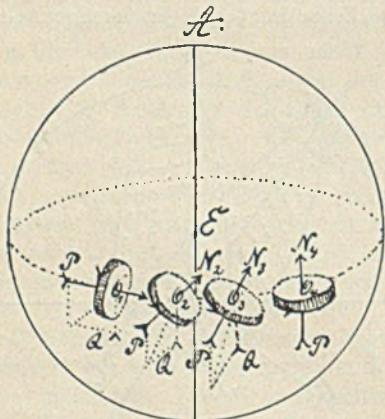


Fig. 4.

Der Kreis dieser Figur soll nämlich die Erdkugel mit der nördlichen Erdachse  $EA$  darstellen; der Äquator erscheint als Ellipse. Der Einfachheit halber ist angenommen, daß sich die rotierende Kompaßscheibe an einem Orte  $O_1$  des Äquators befinde und daß ihre Rotationsachse bei Beginn ihres Umlaufes von West nach Ost gerichtet sei. Zu dieser Rotationsachse vom Drehmoment  $O_1P$  kommt aber infolge der Erddrehung noch eine zweite hinzu, die parallel  $EA$  ist. Denn die Kreiselscheibe ist zwar in ihrem Gehäuse

in kardanischer Aufhängung eingebaut, die horizontale Tragplatte desselben oder die Quecksilberfläche, auf welcher es schwimmt, ändert aber im Raume fortwährend ihre Lage, da sie beim Fortschreiten des Ortes  $O_1$  nach den Raumpunkten  $O_2, O_3, O_4$  usw. dem Äquatorbogen stets als Tangentialebene angeschmiegt bleiben muß. Das Moment dieser Drehung sei  $O_1Q$ . Seine Mitwirkung hat zur Folge, daß sich die Kreiselschse der Resultante von  $O_1P_1$  und  $O_1Q$  nähert und somit das ursprünglich nach Osten gerichtete Achsende des Kreisels nach Nord hin ausweicht. Dieses Ausweichen setzt sich aber auch in den Punkten  $O_2, O_3$  usw. fort, da das in seiner Richtung unverändert bleibende Drehmoment  $OQ$  die Kreiselschse immermehr (s. die Lage der Resultanten in  $O_2, O_3$  usw.) zu sich hinüberzwingt. Die Kreiselschse kommt erst zur Ruhe, wenn, wie in  $O_4$ ,  $OP$  vollständig mit  $OQ$  zusammengefallen ist und  $ON$  somit genau nach dem geographischen Nordpol weist. In diese Ruhelage kehrt sie trotz aller Schwankungen und Stöße des Schiffs immer wieder zurück.

4. Einstellung von Geschößachsen in die Flugbahn.

Die Zeitschrift „Umschau“ machte 1915 in einem technischen Artikel darauf aufmerksam, daß die landläufige Annahme, die Artilleriegeschosse behielten infolge der schnellen Achsendrehung, die ihnen durch den Drall der Geschütze verliehen wird, beim Fluge ihre ursprüngliche Achsenlage bei, eine sehr oberflächliche ist. Wenn z. B., wie in Fig. 5 verbildlicht ist, eine Granate, die aus einem Steilfeuergeschütz abgeschossen ist, ihre Steilstellung während des ganzen Fluges bewahrte (s. in der Figur links oben), so würde sie schließlich mit ihrer Basis auf den Boden stoßen. Die Einrichtung des Geschosses setzt aber, wenigstens bei Aufschlagzündern voraus, daß sein Aufprallen mit der Spitze erfolgt, wie in Fig. 5 links unten angedeutet ist.

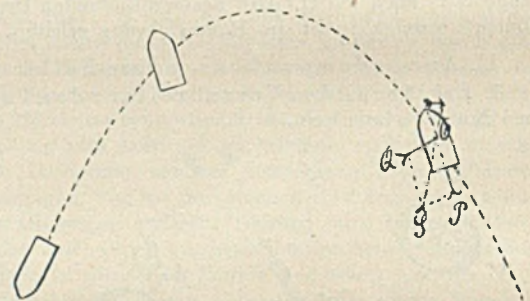


Fig. 5.

Im Gegensatz zu jener Auffassung muß also in rationeller Weise dafür gesorgt sein, daß sich die Geschößspitze während des Fluges erheblich senkt, und daß sich die Geschößachse der Krümmung der Flugbahn einigermaßen anschmiegt, wie in strengem Sinne im vorigen Beispiel die Horizontalebene des Kreiselgehäuses dem Äquatorbogen. In der erwähnten Mitteilung der „Umschau“ wird nun diese Einstellung auf die Mitwirkung des Luftwiderstandes zurückgeführt, ohne daß eine eingehendere Erklärung beigefügt ist. In Fig. 5 ist daher versucht, zur Erklärung ebenfalls das Zusammenwirken zweier Drehkräfte heranzuziehen. Es sei nämlich  $OP$  das Moment der Achsendrehung infolge des Dralls, wobei  $O$  den Schwerpunkt des Geschosses bezeichnen mag. Der Luftwiderstand wird dahin streben, es um die Achse  $OQ$  umzukippen. Die

Resultante beider Momente ist *OS*. Wenn die Geschosachse sich dieser Richtung nähern soll, so ist dies aber nicht anders möglich, als dadurch, daß die Geschosspitze sich in unserer Figur in einem abwärts gewendeten Bogen nach hinten bewegt. Nach dem „Umschau“-Artikel ist diese bogenförmige Bewegung auf photographischen Momentaufnahmen und kinematographischen Wiedergaben in der Tat deutlich wahrzunehmen. Sie endet, wenn die Geschosspitze auf ihrer krummlinigen Bahn in der Flugbahn wieder angelangt ist, um sofort von neuem zu beginnen, da ja die Drallwirkung und der Luftwiderstand an dem Geschos fort dauernd angreifen.

### Zur Lösung der kubischen Gleichung.

Von Prof. Dr. Quensen (Braunschweig).

In der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (47. Jahrgang, 1. Heft) hat Herr Prof. Timmerding auseinandergesetzt, wie die allgemeine Entwicklung der Auflösung einer kubischen Gleichung sich viel besser an der Hand der unreduzierten Gleichung als der reduzierten geben läßt. Es wird die Gleichung  $a_0 x^3 + 3 a_1 x^2 + 3 a_2 x + a_3 = 0$  zunächst als die Summe der dritten Potenzen zweier linearen Funktionen dargestellt, dann gezeigt, wie die Wurzeln gewonnen werden, und endlich darauf hingewiesen, wie diese Lösung für  $a_0 = 1$  und  $a_1 = 0$  in die kardanische Formel übergeht. Ich halte es für wertvoll, auf diese Weise zur kardanischen Lösung zu gelangen. Das Gewaltsame, Willkürliche, das in der

Einsetzung von  $u + v$  bzw.  $u + \frac{a}{u}$  für  $x$  liegt, zu beiseitigen oder wenigstens zu mildern, ist pädagogisch wichtig und wird von dem Lehrer wohl bei der Durchnahme immer angestrebt. Hier weise ich auf das Verfahren hin, das Prof. Bochow im 41. Jahrgang der obigen Zeitschrift vorschlägt. Bochow geht davon aus, daß die Wurzel der reduzierten kubischen

Gleichung wohl in der Form  $x = \sqrt[3]{m} + \sqrt[3]{n}$  erwartet werden könne und nimmt dann an, daß  $m = P + Q$ ,  $n = P - Q$  ist. Ohne solche Annahmen, die doch auch willkürlich sind, kommt man, wenn auch nicht so einfach, zum Ziel durch eine Zerlegung, wie sie Herr Prof. Timmerding ausführt. Natürlich ist die Ableitung möglichst einfach zu gestalten; man muß eben lediglich darauf bedacht sein, die Schüler auf die kardanische Formel hinzuleiten.

Der Weg ist etwa der folgende. Wie üblich, werden zunächst die kubischen Gleichungen, insbesondere

die reziproken, wiederholt und die Werte  $\varepsilon = \sqrt[3]{1}$  gründlich eingeübt. Dann wird die Lösung der quadratischen Gleichung  $x^2 + 2 a_1 x + a_2 = 0$  durch Zerlegen in  $(x + a_1)^2 + d = 0$  eingehend erläutert, woran sich dann die Betrachtung der analog gebauten kubischen Gleichung  $x^3 + 3 a_1 x^2 + 3 a_2 x + a_3 = 0$  anschließt. Es ergibt sich zunächst, daß die Gleichung die dritte Potenz des Binoms  $x + a_1$  ist, wenn  $a_2 = a_1^2$  und  $a_3 = a_1^3$  ist, und daß in diesem Falle die Gleichung die drei gleichen Wurzeln  $x = -a_1$  hat. Ist  $a_2 = a_1^2$ , aber  $a_3 \neq a_1^3$ , so folgt sofort die Zerlegung der rechten

Seite  $m(x + a_1)^3 + d$  und die drei Wurzeln  $-a_1 + \sqrt[3]{\varepsilon} \sqrt[3]{-d}$ . Es liegt nun der Gedanke nahe, die Gleichung in  $(x + a_1)^3 + ax + d = 0$  umzuformen, wenn  $a_2 \cong a_1^2$  und  $a_3 \cong a_1^3$  ist; aber es wird den Schülern auch sofort klar, daß

eine solche Umformung keine Lösung ermöglicht und ebenso, daß man nicht zu einer Lösung gelangt, wenn man die rechte Seite in die dritte Potenz eines Binoms und in eine quadratische Funktion zerlegt. Es bleibt demnach noch übrig, die linke Seite als Summe zweier dritten Potenzen von Binomen darzustellen. Läßt sich aber die Gleichung in  $(m_1 x + n_1)^3 + (m_2 x + n_2)^3 = 0$  zerlegen, so folgt sofort  $\varepsilon(m_1 x + n_1) + (m_2 x + n_2) = 0$ , und damit ist die kubische Gleichung auf eine lineare zurückgeführt. Es handelt sich dann nur noch darum, ob man die Größen  $m$  und  $n$  ohne Schwierigkeiten bestimmen kann. Daß die Rechnung vereinfacht wird, wenn man umformt in

$$m_1^3 \left(x + \frac{n_1}{m_1}\right)^3 + m_2^3 \left(x + \frac{n_2}{m_2}\right)^3 = 0$$

und

$$\frac{n_1}{m_1} = -a_1, \quad \frac{n_2}{m_2} = -a_2,$$

ist leicht zu zeigen.

Die beiden Gleichungen

$$x^3 + 3 a_1 x^2 + 3 a_2 x + a_3 = 0$$

und

$$m_1^3 (x - a_1)^3 + m_2^3 (x - a_2)^3 = 0$$

müssen dann identisch sein; daraus ergibt sich:

$$1) \quad m_1^3 + m_2^3 = 1, \quad 2) \quad m_1^3 a_1 + m_2^3 a_2 = -a_1,$$

3)  $m_1^3 a_1^2 + m_2^3 a_2^2 = a_2$ , 4)  $m_1^3 a_1^3 + m_2^3 a_2^3 = -a_3$ . Erleichtern wir uns nun die Rechnung noch, indem wir die Gleichung dadurch vereinfachen, daß wir  $a_1 = 0$  setzen, so erhalten wir aus 1) und 2):

$$m_1^3 = \frac{-a_2}{a_1 - a_2}, \quad m_2^3 = \frac{a_1}{a_1 - a_2}$$

und durch Einsetzen dieser Werte in 3):

$$\frac{-a_2 a_1^2 + a_1 a_2^2}{a_1 - a_2} = a_2 \quad \text{oder} \quad a_1 \cdot a_2 = -a_2,$$

durch Einsetzen in 4):

$$\frac{-a_2 a_1^3 + a_1 a_2^3}{a_1 - a_2} = -a_3 \quad \text{oder} \quad a_1 a_2 (a_1 + a_2) = +a_3$$

oder

$$a_1 + a_2 = \frac{-a_3}{a_2}.$$

Demnach sind  $a_1$  und  $a_2$  die Wurzeln einer quadratischen Gleichung, in welcher das absolute Glied  $-a_2$  und der

Faktor der Unbekannten  $\frac{a_3}{a_2}$  ist, folglich

$$a_1 = -\frac{\frac{1}{2} a_3}{a_2} + \frac{1}{a_2} \sqrt{a_2^3 + \left(\frac{a_3}{2}\right)^2}$$

und

$$a_2 = -\frac{\frac{1}{2} a_3}{a_2} - \frac{1}{a_2} \sqrt{a_2^3 + \left(\frac{a_3}{2}\right)^2}.$$

Die lineare Gleichung, auf welche die kubische zurückgeführt worden ist, lautet

$$\varepsilon m_1 (x - a_1) + m_2 (x - a_2) = 0$$

oder, wenn die Werte von  $m_1$  und  $m_2$  eingesetzt sind,

$$\sqrt[3]{a_1} (x - a_2) = \varepsilon \sqrt[3]{a_2} (x - a_1),$$

demnach

$$x (\sqrt[3]{a_1} - \varepsilon \sqrt[3]{a_2}) = -\varepsilon \sqrt[3]{a_2} \cdot a_1 + \sqrt[3]{a_1} a_2 = -\varepsilon \sqrt[3]{a_1^3 a_2} + \sqrt[3]{\varepsilon^2} \sqrt[3]{a_1 a_2^3} = -\varepsilon \sqrt[3]{a_1 a_2} (\sqrt[3]{a_1^2} - \varepsilon^2 \sqrt[3]{a_2^2})$$

oder

$$x = -\varepsilon \sqrt[3]{a_1 a_2} (\sqrt[3]{a_1} + \varepsilon \sqrt[3]{a_2}) = \varepsilon \sqrt[3]{a_2} (\sqrt[3]{a_1} + \varepsilon \sqrt[3]{a_2}) = \varepsilon \sqrt[3]{a_2 a_1} + \varepsilon^2 \sqrt[3]{a_2 a_2}.$$

So haben wir  $x$  als Summe zweier Unbekannten  $u$  und  $v$  erhalten, von denen

$$u = \sqrt[3]{a_2 a_1} = \sqrt[3]{-\frac{1}{2} a_3 + \sqrt{\frac{1}{4} a_3^3 + \left(\frac{1}{2} a_3\right)^2}}$$

und

$$v = \sqrt[3]{a_2 a_2} = \sqrt[3]{-\frac{1}{2} a_3 - \sqrt{\frac{1}{4} a_3^3 + \left(\frac{1}{2} a_3\right)^2}}$$

ist. Setzt man  $3 a_2 = p$ ,  $a_3 = q$ , so erhält man die kardanische Lösung der reduzierten Gleichung  $x^3 + p x + q = 0$ .

Die Ableitung bietet wohl für den Unterprimaner keine erheblichen Schwierigkeiten, auch ist sie frei von schroffen Uebergängen und scheinbar willkürlichen Annahmen, dagegen ist nicht zu leugnen, daß sie, wenn man — wie angegeben — schrittweise vorgeht, nicht ganz kurz ist.

**Ueber Quader mit rationalen Masszahlen der Kanten und der Flächen- oder der Raumdiagonalen.**

Von Prof. Dr. E. Haentzschel (Berlin).

A) Sind  $x_1, x_2, x_3$  die rationalen Maßzahlen der Kanten eines Quaders, ist  $D$  die Maßzahl einer der vier gleichlangen Raumdiagonalen, so ist, wie bekannt,

$$(1) \quad D = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}.$$

Soll auch  $D$  eine rationale Zahl sein, so setzt man an:

$$(2) \quad \frac{(m^2 + n^2) + (p^2 + q^2)}{(m^2 + n^2) - (p^2 + q^2)^2 + 4(m^2 + n^2)(p^2 + q^2)}$$

Nach einem Satze, der sich bereits in der „Arithmetik“ des Diophant ausgesprochen findet, ist:

$$(3) \quad (m^2 + n^2)(p^2 + q^2) = (m p \pm n q)^2 + (m q \mp n p)^2.$$

Setzen wir dies in (2) ein, so ergibt sich:

$$(1) \quad \frac{(m^2 + n^2 + p^2 + q^2)^2}{(m^2 + n^2 - p^2 - q^2)^2 + (2 m p \pm 2 n q)^2 + (2 m q \mp 2 n p)^2}$$

Ein Quader mit den Kanten:

$$(4) \quad \begin{aligned} x_1 &= m^2 + n^2 - p^2 - q^2; \\ x_2 &= 2 m p \pm 2 n q; \quad x_3 = 2 m q \mp 2 n p \end{aligned}$$

hat daher die Raumdiagonale

$$(5) \quad D = m^2 + n^2 + p^2 + q^2,$$

wo  $m, n, p, q$  irgendwelche rationale Zahlen sind; die Vorzeichen von  $x_1, x_2, x_3, D$  sind positiv zu wählen.

B) Wünscht man einen Quader zu haben, der bei rationalen Maßzahlen der Kanten auch solche der Diagonalen in den drei Seitenflächen besitzt, so müssen sich die Wurzeln in

$$(6) \quad d_1 = \sqrt{x_2^2 + x_3^2}, \quad d_2 = \sqrt{x_1^2 + x_3^2}, \quad d_3 = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}$$

glatt ausziehen lassen.

Die in (6) liegende Aufgabe hat L. Euler in seiner „Anleitung zur Algebra“, 2. Teil, 2. Abschnitt, Kap. 14, Aufg. 17 zu lösen begonnen; die reiche auf sie bezügliche Literatur findet man in Otto Schulz, Ueber Tetraeder mit rationalen Maßzahlen der Kantenlängen und des Volumens. (Halle a. S., Gebauer-Schwetschke, 1914, S. 146—152.) Unsere Aufgabe hat unendlich viele Lösungen; die beiden einfachsten lauten:

$$(7) \quad \begin{aligned} x_1 &= 2 t (t^2 - 3) (3 t^2 - 1); \\ x_2 &= (t^2 - 1) (-t^4 + 14 t^2 - 1); \quad x_3 = 8 t (t^4 - 1); \\ d_1 &= (t^2 - 1) (t^4 + 18 t^2 + 1); \\ d_2 &= 2 t (5 t^4 - 6 t^2 + 5); \quad d_3 = (t^2 + 1)^3. \end{aligned}$$

Zum Beispiel

$$\begin{aligned} x_1 &= 44; x_2 = 117; x_3 = 240; d_1 = 267; d_2 = 244; d_3 = 125. \\ &= 85; \quad = 132; \quad = 720; \quad = 732; \quad = 725; \quad = 157. \\ (8) &= 140; \quad = 480; \quad = 693; \quad = 843; \quad = 707; \quad = 500. \\ &= 160; \quad = 231; \quad = 792; \quad = 825; \quad = 808; \quad = 281. \\ &= 240; \quad = 252; \quad = 275; \quad = 373; \quad = 365; \quad = 348. \end{aligned}$$

Diese Zahlen hat Herr Schulz als die kleinsten gefunden. Die zweite Lösung hat zusammengesetztere Ausdrücke; sie heißt:

$$(9) \quad \begin{cases} x_1 = 8 t (t^4 - 1) (t^4 - 14 t^2 + 1) (5 t^4 - 6 t^2 + 5); \\ x_2 = (t^2 - 1) (t^6 - 20 t^5 - 13 t^4 + 24 t^3 - 13 t^2 - \\ \quad - 20 t + 1) (t^6 + 20 t^5 - 13 t^4 - 24 t^3 - 13 t^2 + \\ \quad + 20 t + 1); \\ x_3 = 2 t (t^2 - 3) (3 t^2 - 1) (t^4 + 10 t^2 - 7) \\ \quad (7 t^4 - 10 t^2 - 1). \end{cases}$$

Zum Beispiel für

$$t = 2: \quad x_1 = 570\,960; \quad x_2 = 600\,357; \quad x_3 = 153\,076; \\ (10) \quad d_1 = 619\,565; \quad d_2 = 591\,124; \quad d_3 = 828\,507.$$

C) Ob es Quader gibt, die gleichzeitig rationale Flächen- und Raumdiagonalen haben, also die beiden in A) und B) gegebenen Merkmale in sich vereinigen, ist im Augenblick noch eine offene Frage, die auf jeden Fall nicht verneint werden darf. Quader, die außer der rationalen Raumdiagonale noch eine rationale Flächendiagonale besitzen, hat Herr Lesser in dieser Zeitschrift, 11. Jahrgang, 1905, S. 59 zu finden gelehrt. Seine Formeln gehen als Sonderfall aus (I) hervor, wenn man dort setzt:

$$(11) \quad m = \mu^2 - r^2; \quad n = 2 \mu r; \quad p = \lambda; \quad q = 0.$$

Alsdann ist

$$(12) \quad \begin{aligned} x_1 &= (\mu^2 + r^2)^2 - \lambda^2; \quad x_2 = 2 \lambda (\mu^2 - r^2); \\ x_3 &= 4 \lambda \mu r; \quad D = (\mu^2 + r^2)^2 + \lambda^2. \end{aligned}$$

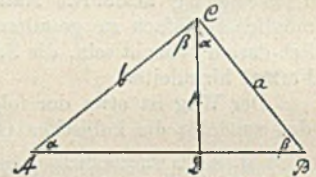
**Kleinere Mitteilungen.**

**Der Pythagoräische Satz über die reziproken Katheten.**

Von Prof. Dr. Richter (Berlin).

Ebenso, wie es im rechtwinkligen Dreieck eine Größe gibt, welche der Summe  $a^2 + b^2$  gleich ist, eben das Quadrat  $c^2$  über der Hypotenuse, gibt es auch eine Größe, welche gleich  $\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}$  ist.

Da nämlich in dem bei  $C$  rechtwinkligen Dreieck  $ABC$  die Höhe  $h = CD$  auf  $c$  den rechten Winkel bei  $C$  in die beiden Teilwinkel  $DCB = \alpha$  und  $DCA = \beta$  zertheilt, so ist im  $\triangle ADC$   $\sin \alpha = \frac{h}{b}$  und im  $\triangle BDC$



$\cos \alpha = \frac{h}{a}$ . Da nun  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$  ist, so ist auch

$$\frac{h^2}{b^2} + \frac{h^2}{a^2} = 1 \quad \text{oder} \quad \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} = \frac{1}{h^2},$$

worin  $h$  die auf  $c$  senkrechte Strecke ist.

Man kann zum Beweise dieses interessanten Satzes auch gelangen, wenn man bedenkt, daß der doppelte Flächeninhalt  $2F$  des  $\triangle ABC$  auf zwei Arten dargestellt werden kann: erstens ist  $2F = ab$ , zweitens  $2F = ch$ . Also ist  $ch = ab$  und daher  $c = \frac{ab}{h}$  und

$$c^2 = \frac{a^2 b^2}{h^2}. \quad \text{Setzt man dies in } a^2 + b^2 = c^2 \text{ ein, so wird}$$

$$a^2 + b^2 = \frac{a^2 b^2}{h^2} \quad \text{oder} \quad \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} = \frac{1}{h^2}.$$

**Verwandlung des Kegelstumpfes.**

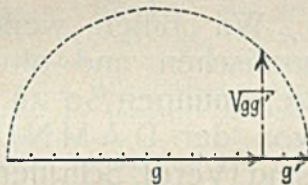
Von J. E. Böttcher (Leipzig).

Irgend ein Pyramidenstumpf erscheint als Differenz zweier Pyramiden  $P$  und  $P'$ , die einander ähnlich sind. Will man jedoch sein Volumen finden, so sind zwar die Grundflächen  $G$  und  $G'$  der beiden Pyramiden ohne weiteres gegeben, dagegen fehlen ihre Höhen  $h$  und  $h'$ ; denn sogleich meßbar ist nur die Stumpfhöhe  $h - h'$  oder  $h''$ .

Daher ist folgende Verwandlung nötig:

$$\begin{aligned} h' &= h \cdot \mu \\ G' &= G \cdot \mu^2 \\ P' &= P \cdot \mu^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stumpf } P - P' &= P \cdot (1 - \mu^3) \\ &= \frac{1}{3} G h \cdot (1 - \mu^3) \\ &= \frac{1}{3} \cdot G (1 + \mu + \mu^2) \cdot h (1 - \mu); \text{ oder} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{weil } G \cdot 1 &= G \\ G \cdot \mu^2 &= G' \\ \frac{G^2 \mu^2}{G \mu} &= \frac{G G'}{G \mu} \\ G \mu &= \sqrt{G G'} \end{aligned}$$

ist, so wird der

Stumpfinhalt

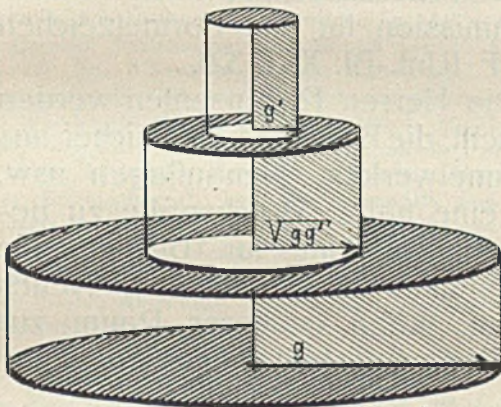
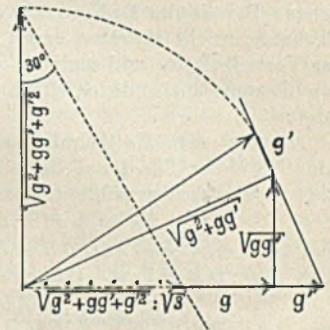
$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3} \cdot (G + \sqrt{G G'} + G') \cdot h'' \\ \text{Insbesondere für den Stumpf} & \text{ eines geraden Kreiskegels ist} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= \pi g^2 \\ G' &= \pi g'^2, \end{aligned}$$

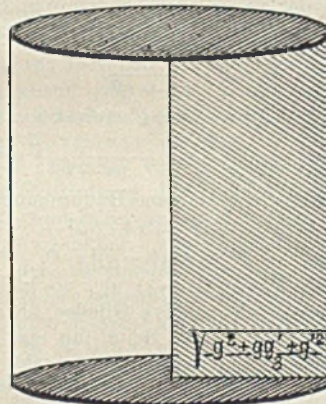
wenn  $g$  und  $g'$  die Radiuslängen der beiden Kreise bedeuten; mithin

$$\begin{aligned} \text{Kegelstumpf-Volumen} & \\ &= \frac{1}{3} \cdot \pi (g^2 + g g' + g'^2) \cdot h'' \end{aligned}$$

Kegelstumpf  $\frac{1}{3} \pi (g^2 + g g' + g'^2) h''$



$$= \pi g^2 \frac{h''}{3} + \pi V g g' \frac{h''}{3} + \pi g'^2 \frac{h''}{3}$$



$$= \pi \sqrt{g^2 + g g' + g'^2} h''$$

Wie diese Inhaltsformel sich geometrisch darstellen läßt, entweder als Aufbau aus drei Zylindern oder als ein einziger Zylinder, das zeigen die obenstehenden Figuren.

Anmerkung 1. In diesen Figuren ist für die Radiuslängen solch ein kleinzahliges Beispiel gewählt worden, bei welchem der letzte Zylinderradius rational wird, nämlich:

Grundkreisradius $g$	= 11	Schritt,
Deckflächenradius $g'$	= 2	Schritt,
$\sqrt{g g'}$	= 4,69	Schritt, aber
$\sqrt{\frac{11^2 + 11 \cdot 2 + 2^2}{3}}$	Schritt = 7	Schritt.

Anmerkung 2. Wenn man darauf verzichtet, das Stumpfvolumen zu veranschaulichen und es bloß ausrechnen will, so ist kein Wurzelziehen erforderlich, sondern hierfür ist die Formel

$$\frac{1}{3} \pi (g^2 + g g' + g'^2) h''$$

schon so günstig wie möglich. Z. B. für die vorigen Radiuslängen und 15 Schritt Höhe wird der Kegelstumpf

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{22}{7} (11^2 + 11 \cdot 2 + 2^2) \cdot 15 \\ &= 22 \cdot 7 \cdot 15 \text{ oder } 2310 \text{ Kubikeinheiten.} \end{aligned}$$

**Rückwärtseinschneiden aus zwei Punkten.**

Von Prof. Dr. Witting (zurzeit Dessau).

Bei dem in Heft 1, S. 18, angegebenen Verfahren des Herrn Lanner ist der dritte Punkt des gewöhnlich angewendeten Rückwärtseinschneidens der unendlich ferne Nordpunkt. Mir scheint die Bemerkung: wie es mit Hilfe einer hinreichend genauen Landkarte möglich ist — nicht glücklich. Denn wenn man schon eine hinreichend genaue Landkarte hat, dann braucht man nicht mehr zu vermessen. Wohl aber glaube ich, daß die Methode brauchbar ist, wenn man die drei Winkel, die die Seiten des Dreiecks mit dem Meridian oder sonst mit einer bestimmt gegebenen Richtung bilden, unmittelbar messen kann.

**Zum Lehmus-Steinerschen Satze.**

Von Prof. Freise (Göttingen).

Da sowohl der in Nr. 5, Jahrgang XXI, als auch der in Nr. 1, Jahrgang XXII, dieser Zeitschrift gegebene Beweis des Lehmus-Steinerschen Satzes der Rechnung nicht entzogen kann, erscheint es mir als das Vorteilhafteste und zugleich als das Naheliegendste, den Beweis allein durch Rechnung zu führen, wie folgt:

Benutzt man die Aehnlichkeit der Dreiecke  $ACD$  und  $CBE$  der Fig. 1 auf Seite 17 in Heft Nr. 1, so folgt in der dort gewählten Bezeichnung:

$$w(w+x) = ab.$$

Nun ist aber  $w \cdot x = AD \cdot DB$  und neben  $AD + DB = c$  noch  $AD : DB = b : a$ . Daraus ergibt sich leicht:

$$w^2 = ab - \frac{ab c^2}{(a+b)^2}$$

Für das Quadrat der von  $B$  ausgehenden Winkelhalbierenden folgt hieraus durch Buchstabenvertauschung:

$$w_2^2 = ac - \frac{ac b^2}{(a+c)^2}$$

Wenn diese Winkelhalbierenden übereinstimmen, gilt:

$$a(b-c) + abc \cdot \left[ \frac{b}{(a+c)^2} - \frac{c}{(a+b)^2} \right] = 0,$$

oder nach Multiplikation mit dem Hauptnenner:

$$a(b-c)(a+b)^2(a+c)^2 + abc[(b^3 - c^3) + 2a(b^2 - c^2) + a^2(b-c)] = 0.$$

Spaltet man links  $a$  und  $(b-c)$  ab, so bleiben im dritten Faktor nur noch positive Glieder übrig. Die einzige Möglichkeit, die linke Seite für ein Dreieck mit endlichen Seiten zu annullieren, besteht also in der Annahme  $b-c=0$ . Damit ist der Beweis geführt. Ich habe ihn mir schon vor 30 Jahren so zurechtgelegt, er dürfte aber bereits lange vorher von anderen in gleicher Weise durchgeführt worden sein. Da er offenbar wenig bekannt ist, möchte ich ihm im Anschluß an den Beweis Herrn Kieslings hierdurch mitteilen.

**Mitteilung der Redaktion.**

Die Herren Mitarbeiter werden freundlichst gebeten, ihre Manuskripte recht leserlich und nur einseitig zu beschreiben. Da die Figuren gleich photographisch übertragen werden, müssen sie auf weißem Papier mit

tiefschwarzer Tinte, am besten Tusche, genau und in sauberster Linienführung gezeichnet werden; auch auf Deutlichkeit der Buchstaben ist hierbei besonders zu achten. Es empfiehlt sich, in der Zeichnung die Figuren etwas größer — am besten in doppelter Größe — als sie später im Text erscheinen sollen, anzulegen; in diesem Falle würde dann auch zu beachten sein, daß die zugehörigen Buchstaben entsprechend größer genommen werden, damit sie bei der späteren Verkleinerung der ganzen Figur noch lesbar sind. Die Figuren geben also im Text der Zeitschrift ein photographisch getreues Bild der ursprünglichen Vorlage.

Wir bitten weiter, die mathematischen und physikalischen Bezeichnungen so zu wählen, wie sie von der D A M N U vorgeschlagen sind (Vergl. Schriften der D A M N U, Heft 17, Unt.-Bl. XX, 110) und von der Kommission für die Formelzeichen A E F (Unt.-Bl. XXI, 32).

Die Herren Rezensenten werden ersucht, die Berichte über Bücher aus Sammelwerken, Neuauflagen usw. auf eine halbe Druckspalte zu beschränken. Nur für Bücher, die methodisch oder sachlich Neues bieten, kann größerer Raum zur Verfügung gestellt werden.

**Bücher-Besprechungen.**

**Hinneberg, Paul**, Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwicklung und ihre Ziele. 3. Teil, 3. Abteilung, 1. Band: Physik; unter Redaktion von E. Warburg. Preis M 22.—.

Der überaus stattliche Band Physik des Sammelwerkes „Die Kultur der Gegenwart“, das sich die verdienstvolle Aufgabe stellt, dem akademisch gebildeten Deutschen eine Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur zu bieten, ist erschienen. Dem Bandredakteur E. Warburg ist es gelungen, für dieses Buch Mitarbeiter zu finden, die mit ihren Namen in Physikerkreisen dafür bürgen, daß nur das Gediegenste geboten wird. Zwar geht dem Bande infolge der Mitwirkung zahlreicher Mitarbeiter der lehrbuchmäßige Charakter einer in sich geschlossenen Darstellung des gegen-



wärtigen Standes der Physik verloren, aber um so größer ist der Gewinn dadurch, daß jedesmal der Berufene in seinem eigenen Fachgebiet zu Worte kommt. Nicht nur dem Physiker, der sich in Gebieten, die seinem Spezialfache ferner liegen, orientieren will, sondern auch dem gebildeten Laien wird das Studium dieses Bandes einen übergroßen Gewinn und reichen Genuß bringen. Der im Vorwort von E. Warburg ausgesprochene Wunsch, daß im vorliegenden Bande Vollständigkeit in bezug auf die Darstellung der Ideen, welche die Wissenschaft der Physik in unserer Zeit bewegen, eintreten möge, ist nach unserem Urteil voll in Erfüllung gegangen. Gerade hierin liegt die eigentliche Stärke des Buches. Die physikalischen Ideen treten uns so klar entgegen, daß jeder Leser sich in sie versenken muß, ihnen nachgeht und in ihrem Verstehen seine schönste und reinste Freude hat. Und noch weiter, sie fesseln ihn so, daß er dort, wo auf Lücken im stolzen Bau der Physik hingewiesen wird, am liebsten gleich wirkend eingreifen möchte. Das Werk treibt von selbst zur Mitarbeit, und dies ist wohl der vornehmste Zweck eines wissenschaftlichen Buches.

Der Inhalt des Bandes, der aus 36 Abschnitten besteht, ist so reichhaltig, daß wir ihn nur kurz besprechen können. Als Einleitung dient aus E. Wiecherts Feder ein kurzer Ueberblick über die Mechanik von Galilei, Huygens und Newton, über die klassische Mechanik (Bernoulli, Lagrange, d'Alembert und Hamilton), und über diese hinaus bis zur Minkowski-Einsteinschen Relativitätslehre und den Theorien der Gravitation. Im Anhang zum ersten Abschnitt findet sich die mathematische Formulierung des dynamischen Grundgesetzes, die wohl nur der Physiker verfolgen kann, die aber für das Verständnis der folgenden Kapitel nicht notwendig ist. Der zweite Abschnitt behandelt die historische Entwicklung und kulturellen Beziehungen der Akustik von F. Auerbach. Die Wärmelehre umfaßt zehn Artikel. Einer knappen, aber elegant geschriebenen Thermometrie E. Warburgs und einer Kalorimetrie L. Holborns folgt die Entwicklung der Thermodynamik F. Hennings, in welcher der erste und zweite Hauptsatz, der Entropiebegriff, besonders behandelt sind, die Quantentheorie und das Theorem von Nernst nur gestreift werden. Leicht verständlich und fast erschöpfend sind die von L. Holborn verfaßten folgenden beiden Abschnitte: Mechanische und thermische Eigenschaften der Materie in den drei Aggregatzuständen, Umwandlungen und Erscheinungen bei koexistierenden Phasen. Die Definitionen der Dichte, der Elastizität, der inneren Reibung, der Diffusion, der Kapillarität, der spezifischen Wärme und ihre Messungen werden uns im ersten Teile vorgetragen; im zweiten folgen das Schmelzen, Verdampfen und Sieden, das Verhalten von gesättigtem und ungesättigtem Dampf; Betrachtungen über kritische Zustandsgrößen, insbesondere die Zustandsgleichung für einfache und gemischte Gase und schließlich die Verflüssigung der Gase. Kurz, aber genügend orientierend, ist die folgende Abhandlung W. Jaegers über Wärmeleitung. Die Wärmestrahlung hat in ihrem experimentellen Teile H. Rubens und in ihrem theoretischen Teile W. Wien zum Bearbeiter gefunden. Rubens versteht es meisterhaft, uns das Wesen der Strahlung und deren Messung verständlich zu machen. An eine graphische Darstellung des gesamten Spektrums anknüpfend, zeigt er, was das Studium des ultravioletten

und ultraroten Spektrums für unsere Auffassung von der Natur des Strahlungsvorganges bedeutet. Das Studium des letzteren Spektralgebietes offenbart uns einen Blick in die elektromagnetische Natur des Lichts, das des ultravioletten einen solchen in das Wesen der Röntgenstrahlen. W. Wien spricht in theoretischen Teilen, unter Verzicht auf den Gebrauch mathematischer Formeln, zunächst über allgemeine Gesetze der Strahlung auf thermodynamischer Grundlage, besonders über das nach ihm benannte Verschiebungsgesetz. Er geht dann des näheren auf die Molekulartheorie ein, um uns in das Wesen des eigentlichen Strahlungsgesetzes einzuführen; es resultiert das Wiensche, das Rayleighsche und schließlich das Strahlungsgesetz von Planck. Mit einer Anwendung desselben auf lichtelektrische und photochemische Prozesse schließt der Artikel. Die letzten beiden Abschnitte der Wärmelehre bilden die experimentelle Atomistik E. Dorns und die theoretische Atomistik A. Einsteins. Im ersteren finden wir eine Fülle von Material, das das Wesen der Atomistik bis in seine Tiefen begründet; die Gasgesetze Boyles, die von Dalton und Avogadro, und besonders das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilung finden eingehende Würdigung. Eine Tabelle der nach den verschiedenen Methoden gewonnenen Werte der Avogadroschen bzw. Loschmidtschen Zahl gibt einen guten Ueberblick über dies Kapitel. Einstein erläutert im zweiten Teile zunächst das Energieprinzip, um sich dann der kinetischen Theorie der Wärme, insbesondere der der Gase, zuzuwenden. Er schließt mit der Boltzmannschen Erklärung der nicht umkehrbaren Vorgänge und der Gültigkeitsgrenzen der Molekularmechanik.

Einen breiten Raum nimmt die Elektrizitätslehre ein, der 13 Abschnitte gewidmet sind. Die Abhandlung von F. Richarz: „Die Entwicklung der Elektrizitätslehre bis zum Siege der Faradayschen Anschauungen“ bildet die Einleitung. Coulombs, Voltas, Ohms, Oersteds und Ampères und besonders Faradays und Maxwells Anschauungen werden in klarster Weise dargestellt. E. Lecher setzt die Behandlung der Gedankengänge von Maxwell fort und leitet uns zu den großen Entdeckungen von Hertz hinüber. Die Maxwell'sche Theorie, die uns mit den allgemeinen Gesetzen des elektromagnetischen Feldes bekannt macht, und die Elektronentheorie, deren Entwicklung gerade dem Verfasser dieses Artikels (H. A. Lorentz) so viel verdankt und die bis zum Innersten in die Vorgänge der Materie eindringt, haben eine meisterhafte Darstellung gefunden. Ältere und neuere Theorien des Magnetismus, die von Coulomb, Faraday, Wilhelm Weber, Ewing, Gaus und Hertz, Langévin und P. Weiß, aus der Feder von R. Gaus folgen. Eine kurze Betrachtung der „Energie degradierender Vorgänge“ im elektromagnetischen Felde (Hysteresis) E. Gumlich's schließt sich vorteilhaft daran. Die drahtlose Telegraphie hat in F. Braun, einem unserer verdientesten Pioniere auf diesem Gebiete, ihren ausgezeichneten Bearbeiter gefunden. Im Anschluß an die Versuche von Hertz wird zunächst Markonis erste Einrichtung der Funkentelegraphie mit ihren Fehlern besprochen; dann gibt Braun die Gründe an, weshalb Radiator und Erreger zu trennen sind. Hierin liegt bekanntlich das Hauptverdienst Brauns; die wahre Funkentelegraphie ist hierdurch überhaupt erst möglich geworden.

Den Schluß bilden neben den gedämpften Schwin-

gungen die Erzeugung und Verwendung ungedämpfter Schwingungen. Vorzüglich ergänzt wird das Braunsche Kapitel durch M. Wiens Betrachtungen über Schwingungen gekoppelter Systeme. Die sympathischen Pendel Oberbecks bilden den Ausgangspunkt. Es folgt dann die Betrachtung gekoppelter Schwingungen aus der Mechanik, Akustik und Optik, um in den Untersuchungen der elektrischen Schwingungen gekoppelter Systeme ihren Höhepunkt zu erreichen. Ueberaus reich bedacht ist der folgende Abschnitt H. Starkes: „Das elektrische Leitungsvermögen.“ Die metallische Elektrizitätsleitung, die elektrolytische Leitung und die Elektrizitätsleitung in Gasen werden in klarer Weise uns vor Augen geführt. Den Korpuskularstrahlen sind die Artikel 21 und 22 zugedacht, den Röntgenstrahlen Artikel 23. Die ersteren hat W. Kaufmann geschrieben, die letzteren E. Gehrke und O. Reichenheim. Aus der Verteilung sehen wir wieder, es kommt jeder in seinem Spezialgebiete zu Worte, und daher finden wir bei aller notgedrungenen Knappheit eine geradezu imponierende Klarheit. J. Elster und H. Geitel haben die Entdeckungsgeschichte und die Grundtatsachen der Radioaktivität geschrieben. Forscher, die bei der Auffindung und Feststellung der radioaktiven Substanzen so mitgewirkt haben wie die beiden genannten Physiker, kennen die Entdeckungsgeschichte in ihren einzelnen Phasen wohl am besten. St. Meyers und E. v. Schweidlers Abhandlung „Radioaktive Strahlungen und Umwandlungen“ reiht sich der vorigen vortrefflich an. Sie gibt uns einen überaus geschickt aufgebauten Ueberblick über die drei Arten der radioaktiven Strahlung und der Zerfallstheorie der Substanzen.

Es folgen fünf Abschnitte, die der Lehre vom Lichte gewidmet sind. In Otto Wieners reichhaltiger und formvollendeter Abhandlung, der ersten der Optik, erhalten wir einen trefflichen Einblick in „Die Entwicklung der Wellenlehre des Lichtes“. Von der Strahlentheorie der Pythagoräer, über die Emissionstheorie Newtons, die Undulationstheorie Huyghens mit ihren zahlreichen Variationen bis zur Maxwell'schen elektromagnetischen Lichttheorie und deren Ergänzungen und Kritiken werden wir mit sachkundiger Hand geleitet. Der sich anschließende Artikel Otto Lummers gibt uns eine erschöpfende und klare Kenntnis von den „Neueren Fortschritten der geometrischen Optik“. Den reichen Inhalt der Lummerschen Abhandlung lernen wir am besten aus den Ueberschriften der wichtigsten Unterabteilungen kennen: Gaußsche Abbildung, Abbildung im Sinne der Wellenlehre, Erweiterung der Abbildungsgrenzen, Arbeitsteilung beim Mikroskop durch Trennung in Objektiv und Okular, die Strahlenbegrenzung, Bedeutung der Jenaer Gläser, Gullstrunds Theorie der allgemeinen Abbildung, Verantlupen und Brillenoptik. In der Spektralanalyse F. Exners findet man zunächst die bekannten Entdeckungen Kirchhoffs und Bunsens. An der Hand der älteren Beobachtungen werden sodann die Erfolge der Spektralanalyse festgestellt, dann die Fortschritte der Spektroskopie und besonders die Anwendung derselben auf die Astrophysik behandelt. Der Schluß des Artikels, die Regelmäßigkeit der Spektren, führt über zu der von E. Gehrke geschriebenen Abhandlung „Die Struktur der Spektrallinien“. Das Bedürfnis, die feinsten Veränderungen derselben wahrnehmen zu können, hat die Interferenzspektroskopie (Perot und Fabry, Michelson, Lummer und

Gehrke) ins Leben gerufen. Mit ihrer Hilfe lassen sich die geringsten Veränderungen des Spektrums verfolgen (Veränderung der Linienbreite durch Temperatur und Druck, Auflösen der Linien in Hauptlinien und Traubanten usw.). Mit einem Ausblick auf die Anwendung der Spektralapparate hoher Auflösungskraft und die Analyse der feinsten Spektrallinien zum Studium der Sonne und der Fixsterne, schließt Gehrkes Abhandlung. Der letzte Artikel der Optik behandelt die Magnetooptik von P. Zeemann. Zeemann schlägt zur Schilderung der vier Phänomene, die den Zusammenhang zwischen Licht und Elektromagnetismus darstellen, den historischen Weg ein. Die Drehung der Ebene der Lichtschwingungen im magnetischen Feld, die Reflexion des Lichtes an magnetischen Spiegeln und die elektrische Zerlegung der Spektrallinien wird zwar in ihren Kernpunkten, aber nur kurz, erledigt, dagegen wird der von Zeemann selbst entdeckten magnetischen Zerlegung der Spektrallinien größerer Raum gewährt.

Den Beschluß des ganzen Bandes bilden sechs Abschnitte, die zu keinem bestimmten Einzelgebiete der Physik gehören. Sie sollen mehr als Zusammenfassung und Ueberblick, gleichsam von einer höheren Warte aus, über die weitverzweigten physikalischen Ideen dienen. Als Einführung dient der Artikel Warburgs: „Das Verhältnis der Präzisionsmessungen zu den allgemeinen Zielen der Physik“. Für jeden Physiker ist das Lesen dieses Abschnittes ein Genuß; jeder Laie wird von der Wichtigkeit der messenden Physik für Wissenschaft und Technik überzeugt. Von F. Hasenöhrlich sind nochmals im breiteren Raum wie in früheren Abschnitten die beiden obersten Gesetze der Physik: „Die Erhaltung der Energie und die Vermehrung der Entropie“ abgehandelt. Ebenso bespricht M. Planck ausführlich das Prinzip der kleinsten Wirkung als das Gesetz, das zu allererst nach Form und Inhalt alle Naturerscheinungen zusammenzufassen gestattet. Dann kommt abermals die Relativitätstheorie, mit der wir teilweise im ersten Artikel, aber in anderer Form und Auffassung, kurz bekannt geworden sind, durch A. Einstein zu Worte. Die beiden Abschnitte: „Phänomenologische und atomistische Betrachtungsweise“ von W. Voigt und „Das Verhältnis der Theorien zueinander“ von M. Planck beschließen den Band. Sie bieten uns einen vortrefflichen Ueberblick über alles das, was wir physikalische Erkenntnis nennen.

Jedem Abschnitt ist die neueste wichtige Literatur hinzugefügt, so daß man, falls man tiefer in ein Gebiet eindringen möchte, gleich die besten Quellen zur Verfügung hat.

Dr. Karl Bergwitz (Braunschweig).

\* \* \*

**Poske, Friedrich.** Die Didaktik des physikalischen Unterrichts. Leipzig 1915. B. G. Teubner.

In der Sammlung der didaktischen Handbücher im Verlag von Teubner hat die Physik ihre Bearbeitung durch Professor Poske erhalten. Das Werk bezieht sich auf den physikalischen Unterricht der höheren neunklassigen Schulen und der ihnen entsprechenden Mittelschulen Oesterreichs. Der Inhalt stimmt ganz mit den Richtlinien der Meraner Vorschläge überein. Schon die Einleitung ist sehr zu beachten durch die kritische Zusammenstellung der wichtigsten didaktischen Vorarbeiten größeren Stils, durch die Angabe der erprobten Abhandlungen über die Technik des Physikunterrichts.

und durch den Hinweis auf grundlegende Arbeiten, die Erörterungen über die Grundbegriffe und historische Betrachtungsweisen enthalten.

In dem Kapitel „Die Methode der Physik“ werden die logischen Hilfsmittel der physikalischen Forschung erörtert. Das induktive Verfahren, die Bedeutung des Experiments, der Kausalzusammenhang werden in historischer Entwicklung betrachtet. Das Wirken der gedanklichen Analyse, die Grundannahmen, das Wesen der Kraft, Inhalt und Verwendbarkeit der Hypothesen treten, an klassischen Beispielen dargelegt, in sehr interessanter Form hervor. Bei der Begrenzung von Aufgabe und Ziel des physikalischen Unterrichts wird naturgemäß die Ausbildung des Beobachtungsvermögens betont. In diesem Zusammenhang geben die praktischen Schülerübungen, durch die der Beobachtende mit dem Objekt oder dem Vorgang in enge Fühlung gebracht werden kann, Anregung. Eingehend wird die Methode des physikalischen Unterrichts berührt und als Kernpunkt das Bestreben ausgedrückt, die Jugend zum Sehen und zum Lösen von Problemen zu erziehen. Auf dem Gebiete der Problemstellung wird mit Vorteil oft der historische Weg einzuschlagen sein. Vor allem aber muß bei weiser Stoffbeschränkung die Einheit des Ganzen unbedingt hervorleuchten.

Bei der Gliederung des zweistufigen Unterrichts darf die quantitative Seite schon auf der Unterstufe nicht unberücksichtigt bleiben. Die Schülerübungen geben dazu willkommenen Anlaß.

Die praktischen Übungen erfahren in einem größerem Abschnitt eine genaue Untersuchung. Interessant sind die zum Teil schlechten Erfahrungen amerikanischer Lehrer auf diesem Gebiete, die aber durch die dortige Methode ihre Erklärung finden. Sinn und Ziel der physikalischen Schülerübungen werden am besten durch den Ausdruck „Wiederforschen des Erforschten“ zu geben sein. Allerdings ist dieser Weg nur bei denjenigen Gesetzen einzuschlagen, bei denen die experimentelle Feststellung nicht durch eine gedankliche Intuition erst weitgehend vorbereitet worden muß, wie z. B. beim Brechungsgesetz und beim Ohmschen Gesetz. Aber neben der Bestätigung der Gesetze bleibt dem praktischen Unterrichtsbetrieb noch eine Reihe anderer abwechslungsreicher Betätigungen wie Messungen, Feststellung von Tatsachen, Anwendung der erkannten Gesetze vorbehalten, so daß die Gefahr einer toten Schablone oder stumpfer Langeweile ausgeschieden wird. Als äußere Form ist der verbindliche Unterricht mit einem Arbeiten in gleicher Front wohl am meisten anerkannt. Diese Art des Betriebes ist besonders erfolgreich, wenn die Übungen nach Bedarf gleichsam in den Unterricht verwoben werden. Die Darlegungen über das Mathematische im Physikunterricht, die physikalischen Aufgaben, die schriftlichen Arbeiten und der Gebrauch des Lehrbuchs enthalten ein didaktisches Material, das jeder Physiklehrer durcharbeiten muß. Auch betreffs der Hervorhebung des geschichtlichen Moments werden interessante Ausführungen gemacht.

Im speziellen Teil des Werkes wird der Versuch gemacht, den gesamten Unterrichtsstoff um gewisse Einzelprobleme zu gruppieren. Es soll der Sinn und die Bedeutung einer „Problemphysik“ in dem Lehrer geweckt werden. Als Einführung in die Physik ist es durchaus zu verwerfen, das früher so beliebte Kapitel der „allgemeinen Eigenschaften“ breit zu treten, da es nicht nur langweilig wirkt, sondern auch für die Mehrzahl der Schüler zu abstrakt ist. Ganz wenige physi-

kalische Vorbegriffe wie Maße, Gewicht, Dichte genügen für die ersten Anfänge. Auf den Lehrgang der Unterstufe können wir nur hinweisen. Alle diese Abschnitte sind durch ganz ausführlich gehaltene Lehrgänge ausgezeichnete Quellen für jeden Physikunterricht. Eine von Professor Noack stammende Lehrprobe über den Magnetismus wird manchem jungen Lehrer rascher auf den richtigen Weg führen, wie es die eigene Erfahrung allein zu tun vermag.

Im Unterricht der Oberstufe waltet nicht mehr der Tatsachenhunger des jugendlichen Geistes vor, sondern der Gedanke des systematischen Zusammenhangs beherrscht die Belehrung dieses Alters. Entweder werden didaktische Einheiten als Ganzes betrachtet oder aber die Verwandlung der Energie gibt den Leitfaden des Ganges unter stetiger Berücksichtigung des Grundsatzes einer dauernden Problemstellung. Die Betonung genauer Messungen und funktionaler Größebeziehungen sind der Oberstufe eigen. Wie weit der Umfang mathematischer Betrachtung zu gehen hat, ist am klarsten in den Meraner Lehrplänen gegeben durch die Worte: „Die Physik ist im Unterricht nicht als mathematische Wissenschaft, sondern als Naturwissenschaft zu behandeln“. Auch auf den speziellen Teil dieses Abschnitts kann leider wegen Raummangel nicht näher eingegangen werden; es sei nur nochmals betont, daß der reiche Stoff beider Teile nur durch eigene Lektüre dieses grundlegenden Werkes gewürdigt werden kann. Alle Kapitel sind durchsetzt von einer Menge anregender Gedanken, praktischer Hinweise, technischer Ausblicke, so daß unwillkürlich dem Unterricht der Physik eine feste Grundlage und eine tiefe Bedeutung im Rahmen der Kulturwelt gegeben wird. Wie das entsprechende Werk Höflers für die Mathematik ein unentbehrliches Hilfsmittel darstellen kann, so wird auch die Poske'sche Didaktik der Physik dem Lehrer einen zuverlässigen Weg geben und ihn vor manchen Irrfahrten bewahren können. Prof. Broßner (Freiburg i. Br.)

**Heilborn, A.** Allgemeine Völkerkunde. 2 Bde. (Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“, Bd. 487 und 488) Leipzig 1915, B. G. Teubner. Jeder Band geb. 1,25 M.

Trotz des beschränkten Raumes hat es der Verfasser vorzüglich verstanden, die typischen Äußerungen der materiellen Kultur der Naturvölker unter Heranziehung eines umfassenden Materials zur Darstellung zu bringen. Im ersten Bändchen behandelt er Feuer, Nahrung, Wohnung, Schmuck und Kleidung, im 2. Bd. Waffen und Werkzeuge, Industrie, Handel, Geld, und schließlich die Verkehrsmittel bei den verschiedenen Naturvölkern. Zahlreiche instruktive Abbildungen veranschaulichen die textlichen Darlegungen aufs beste. Der der Darstellung zugrunde liegende Leitgedanke ist die Entwicklungsidee, deren Anwendung es zugleich ermöglicht, dem Werkchen entsprechend der hohen Bedeutung eines Studiums der vergleichenden Völkerkunde für das Verständnis der Kulturentwicklung den Charakter eines Abrisses der natürlichen Entwicklungsgeschichte der Kultur zu geben. Wer sich — aus welchem Grunde es auch immer sei — kurz und doch zuverlässig über den gegenwärtigen Stand der allgemeinen (und vergleichenden) Völkerkunde orientieren will, dem sei das vorliegende Werkchen, das sich auch durch eine klare und flüssige Schreibweise auszeichnet, aufs wärmste empfohlen.

Dr. M. H. Baegge (Berlin-Wilhelmshagen).

**Reitz, Dr. Adolf**, Nahrungsmittel und Fälscherkünste. Ein Büchlein zur Untersuchung unserer wichtigsten Nahrungs- und Genußmittel. Naturwissenschaftliche Volksbücherei des Kosmos. Nr. 14/16. 80. 76 S. Stuttgart 1910, Verlag Franckh. M 0.75.

Der Zweck dieses Büchleins ist den Laien über Art und Erkennung von Verfälschungen der häufigsten Nahrungs- und Genußmittel aufzuklären. Es werden Methoden, die der chemisch etwas Vorgebildete und der im Mikroskopieren Geübte anwenden kann, in großer Zahl angegeben und so gewinnt das Buch auch an praktischer Bedeutung. Der Chemie- und Biologielehrer wird manche Anregung daraus für den Unterricht gewinnen können und instände sein, diesen in mancher Hinsicht interessanter zu gestalten. Auf Seite 45, Abb. 20 (Mutterkornteile) ist das obere Bild mit langgestreckten Zellen nicht an seinem Platz. Diese Zellen sind für das Mutterkorn nicht charakteristisch.  
Dr. W. Thaeer (Santiago de Chile) †.

**van der Waals, J. D.** Lehrbuch der Thermodynamik in ihrer Anwendung auf das Gleichgewicht von Systemen mit gasförmig-flüssigen Phasen. Nach Vorlesungen bearbeitet von Ph. Kohnstamm. Zweiter Teil. 205 Figuren im Text. XVI und 646 S. Leipzig 1912, Joh. Ambr. Barth. Geb. M 24.

Der stattliche Band bildet die Fortsetzung eines zweibändigen Werkes, dessen erster Teil schon 1908 erschienen ist. Ueber die verspätete Herausgabe dieses Teiles sagt van der Waals in der Einleitung: Es bedurfte einer langen Zeit, bevor ich selbst zu der Ueberzeugung gelangt war, die wichtigsten Fälle der teilweisen Mischbarkeit zu übersehen, und demgemäß eine nicht zu unvollständige Uebersicht über dieses Gebiet gegeben werden konnte. Von den üblichen Lehrbüchern der Thermodynamik unterscheidet sich diese Darstellung einerseits darin, daß der Verfasser fast überall eigene Wege als das Ergebnis eigener Untersuchungen wählt. Dann aber enthält das Buch keineswegs die Sätze und Lehren der allgemeinen Thermodynamik, vielmehr ist der Umfang des behandelten Stoffes eng begrenzt. Die gestellten Probleme werden eingehend behandelt. Der erste Band war nur den Einstoffsystemen gewidmet, dieser handelt ausschließlich von Gemischen. Er enthält nur thermodynamische Betrachtungen, vermeidet kinetisch-atomistische, die höchstens hier und da zur Ergänzung angedeutet werden. Die neuen Untersuchungen von Perrin über die Brown'sche Bewegung, die von van Calcar und Lobry de Bruyn über das Auskristallisieren unter dem Einfluß starker Zentrifugalkräfte finden Berücksichtigung. Das Buch ist ausschließlich mathematisch-theoretisch gehalten und ist für den Forscher der theoretischen Chemie von Bedeutung.  
Hillers (Hamburg).

**Schreber**, Professor an der Technischen Hochschule in Aachen. Hervorragende Leistungen der Technik. Band 20 der naturwissenschaftlichen Schülerbibliothek. 216 S. 56 Abbildungen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner. Preis M 3.—

Der Verfasser wendet sich in durchgehend leicht verständlichen, etwas technisches Verständnis voraussetzenden Ausführungen an reifere Schüler. Die starke Betonung des geschichtlichen Elementes und die angeführten technisch interessanten Anwendungen machen

das Werk auch für den Lehrer der Physik zu einer wertvollen Quelle für den Unterricht. Besonders lehrreiche Angaben finden sich in dem Abschnitt über die Wind- und Wasserräder, deren wirtschaftliche Bedeutung an dem großartigen Beispiel der Urftalsperre höchst anschaulich erläutert wird. Ein anderes sehr glücklich behandeltes Kapitel stellt die Vorgeschichte, die technische Betrachtung und die Verwendbarkeit der Lokomotive dar. Die technischen Leistungen der Wärmekraftmaschinen werden mit dem menschlichen Körper als Kraftmaschine verglichen. Auch die Lehre von der Heizung und der Heizungsanlagen wird auch durch geschichtliche Daten belebt.  
Broßmer (Freiburg).

**Becher und Demoll, Dr. S. u. Dr. R.** Einführung in die mikroskopische Technik für Naturwissenschaftler und Mediziner. IV und 183 S. Leipzig 1913, Quelle & Meyer. geb. M 3.—

Auf leichte Verständlichkeit und Mitteilung bewährter und unbedingt zuverlässiger Methoden ist der Schwerpunkt in dieser sehr brauchbaren Anleitung zur Herstellung mikroskopischer Präparate gelegt. Klar und ausreichend werden alle darauf bezüglichen Arbeiten und Maßnahmen beschrieben. Untersuchung lebender Tiere, Mazerieren, Entkalken, Entkieseln, Bleichen, Fixieren und Härten, Einbetten und Schneiden, Aufkleben, Färben und Einschließen der Objekte, auch spezielle Färbungsmethoden und Metallimprägnationen werden angegeben und zum Schlusse wird die Herstellung von Dünnschliffen beschrieben. Diese gedrängte Stoffübersicht zeigt, wie ausführlich und eingehend das Werkchen seine Aufgabe erledigt. Der angehende Mikroskopiker kann sich ihm völlig anvertrauen, selbst der Fachmann wird nicht ohne Gewinn dasselbe benutzen, da alle Angaben genau geprüft und sorgfältig gemacht sind, so daß es zur Information und Orientierung über die für ein Objekt in Betracht kommenden Methoden gute Dienste leistet. Es genügt auch weitergehenden Anforderungen und kann gut empfohlen werden.  
O. Rabes (Halle a. S.)

**Knapp, Franz**, Dr. Physikalische Schülerübungen auf der Unterstufe. Ein Hilfsbuch für Übungsleiter und Schüler. Wien und Leipzig 1914, Alfred Höder. 160 S. 92 Abbildungen. Geheftet M 2.

Das in erster Linie für Schüler bestimmte Hilfsbuch gibt eine genaue und klare Anleitung zur Ausführung einer großen Anzahl von Übungen aus allen Gebieten der Physik etwa in der Art und dem Umfang wie die bekannten Leitfäden von Hahn und Noack. Die Versuchsanordnungen und die zu verwendenden Apparate sind nur schematisch gezeichnet, so daß bei der Einzelausführung dem Übungsleiter ein weiter Spielraum bleibt. Für das Mariottesche Gesetz ist nach meinen Erfahrungen die Meldesche Kapillare der weitaus geeignetste Apparat und jedenfalls der unhandlichen 1,20 m langen U-Röhre (S. 151) weit vorzuziehen.

Ueber die Frage, ob den Schülerübungen ein Leitfaden zugrunde zu legen ist, kann man verschiedener Ansicht sein. Denen, die ein solches Buch für wünschenswert halten, kann das vorliegende empfohlen werden.

Lony (Hamburg).

## An unsere Mitglieder!

Soeben geht uns die tieferschütternde Nachricht zu, daß unser hochverdientes Ehrenmitglied, unser langjähriger früherer Vorsitzender und lieber Freund

### Professor **Friedrich Pietzker,**

Oberlehrer a. D. am Kgl. Gymnasium zu Nordhausen,  
Mitglied des Abgeordneten-Hauses,

am 11. d. Mts. an den Folgen einer Operation verschieden ist.

Ein schmerzlicherer Verlust hätte den Verein nicht treffen können. Geht doch mit Friedrich Pietzker der Mann dahin, der zu den Gründern des Vereins gehört, der ihn zur Bedeutung und Blüte gebracht hat, der seine Seele war, der bis zum letzten Augenblick für ihn gelebt und gewirkt hat.

Die in der vorliegenden Nummer beginnende „Geschichte des Vereins“, sollte ein Festgruß sein zum 25jährigen Bestehen seines Vereins; diese Arbeit ist jetzt sein Abschiedsgruß geworden. Eine für ihn vom Vorstand geplante äußere Ehrung erreicht ihn nicht mehr. Aber eingeschrieben ist und bleibt treu in unseren Herzen, was dieser seltene Mann dem Verein, der Zeitschrift und uns persönlich gewesen ist.

Seiner ganzen Bedeutung und seines vielseitigen Wirkens gerecht zu werden, ist in wenigen Worten nicht möglich. So nehmen wir jetzt nur trauernd Abschied von ihm in unauslöschlicher Dankbarkeit und Verehrung.

Der Vorstand des Vereins  
zur Förderung des mathematischen und  
naturwissenschaftlichen  
Unterrichts.