

Die Hypothese im physikalischen Anfangsunterricht.

Von

A. Schulte-Tigges, Oberlehrer am Realgymnasium zu Barmen.

Die Frage, ob Hypothesen in den physikalischen Anfangsunterricht überhaupt hineingehören, wird der ohne weiteres verneinen, der sich die beiden Stufen des Physikunterrichts in der Weise geschieden denkt, daß der Schüler zunächst auf experimentell-induktivem Wege nur bis zur Einsicht in die wichtigsten Gesetze geführt wird, während erst auf der zweiten Stufe die deduktive Ableitung aus den Grundsätzen und Hypothesen hinzutritt. Indessen ist eine solche Scheidung, so einfach und naheliegend sie auch zu sein scheint, doch zu verwerfen. Zwar sind die meisten physikalischen Hypothesen, wie die Wellentheorie z. B., derart schwierig, daß sie dem Verständnis eines Obertercianers oder Untersekundaners unmöglich nahe gebracht werden können; die Hypothese aber als solche grundsätzlich vom physikalischen Anfangsunterricht auszuschließen, geht darum doch nicht an.

Heutzutage findet der Laie in allen Tageszeitungen und Zeitschriften hie und da naturwissenschaftliche Aufsätze; volkstümlich gehaltene Schriften über naturwissenschaftliche Dinge machen von den Hypothesen einen mehr oder weniger ausgiebigen Gebrauch, populäre Vorträge schöpfen mit Vorliebe aus dem reichen Schatz naturwissenschaftlicher Erkenntnisse — mit einem Wort: die Naturwissenschaft wird immer mehr, und das mit Recht, zum Allgemeingut des Volkes. Aber dieses an und für sich erstrebenswerte Ziel hat auch seine Kehrseite. Dem unkritischen Sinn entgegen gehen die vielen Schwierigkeiten, die sich der Erklärung der Natur entgegenstellen; die Hypothesen, die ja nicht beständig im Modus der Ungewißheit oder in Bedingungsätzen vorgetragen werden können, machen auf den unbefangenen Hörer oder Leser denselben Eindruck wie die Thatsachen, und so mag leicht die Meinung entstehen, für die Naturwissenschaft gäbe es nichts Unerklärliches mehr im Himmel und auf Erden, Dinge, wie Gott und Seele, über die die Naturforschung nichts auszusagen vermag, seien nur Hirngespinnste einer noch unreifen Weltanschauung. Mit dieser Überschätzung der Macht des Verstandes ist nur zu leicht eine Verkümmernng des Gemütslebens verbunden; nichts kann sicherer dem Materialismus in die Arme führen.

Dieser Gefahr unterliegt der die Schule verlassende Untersekundaner, dessen eben beginnendes Verständnis für Naturerscheinungen keiner weiteren Führung unterworfen ist, noch eher als der auf der Schule Verbleibende. Mag auch der erstere im späteren Leben die Schwächen und Lücken seiner eigenen Bildung deutlicher empfinden — was übrigens bei weitem nicht immer zutrifft —, sein kritischer Sinn ist noch zu wenig ausgebildet, sein Vertrauen auf das gedruckte oder gesprochene Wort noch zu groß, als daß er nicht glaubte, mitempfinden zu müssen, „wie wir's dann zuletzt so herrlich weit gebracht“; wird doch der ungeheuren Schwierigkeiten jeglicher Naturerklärung nur der voll bewußt, der mit einer gründlichen naturwissenschaftlichen Bildung auch eine philosophische Schulung des Geistes verbindet.

Diese offenbare Gefahr ist es also in erster Linie, die uns zwingen sollte, auch dem abgehenden Untersekundaner bereits die Augen zu öffnen über Wesen und Bedeutung der Hypothese. Gleichgültig — für diesen Zweck wenigstens — ist hierbei, wie viele und welche Hypothesen hierzu benutzt werden, fast gleichgültig sogar, ob man eine längst vergessene oder eine augenblicklich veraltete oder auch eine der neuesten Hypothesen auswählt. Denn es kommt weniger auf den Inhalt der Hypothese als auf die Art ihrer Darbietung an.

Hierfür aber sind bestimmte Forderungen zu stellen. Vor allem muß der Unterricht dem Schüler den Unterschied zwischen Thatsachen und Hypothesen klar zum Bewußtsein bringen. Der Schüler soll genau erkennen, wo bei der Aufstellung der Hypothese das Gebiet der sinnlichen Wahrnehmung, also der sichere Boden der Thatsachen überschritten wird; er soll sich dessen bewußt werden, daß die Hypothese keineswegs als gewiß, sondern nur als möglich, höchstens als wahrscheinlich gelten darf und daß wir erwarten müssen, sie werde dereinst einmal durch eine bessere ersetzt werden, wie ja auch die heute herrschenden Theorien an die Stelle der früheren getreten sind. Auch ist darauf hinzuweisen, daß eine Hypothese nur dann berechtigt erscheint, wenn mit ihrer Hülfe ein Kreis von Erscheinungen erklärt werden kann, wenn also ihre Folgerungen mit diesen Thatsachen übereinstimmen. Neben dem Schatten möge aber auch des Lichtes nicht vergessen werden; demgemäß ist die Bedeutung der Hypothese darin zu suchen, daß sie eben jenen Kreis innerlich verwandter Erscheinungen auf einen einheitlichen Gesichtspunkt zurückführt, zwischen ihnen also gewissermaßen eine Brücke schlägt und überdies neue Entdeckungen ermöglicht und herbeiführt.

Auf alle diese Punkte soll die Darbietung der Hypothese in einfacher, dem Verständnis der Schüler angepaßter Weise eingehen. Welche Hypothesen aber eignen sich für diesen Zweck? Denn bei der Auswahl ist natürlich auf den geistigen Standpunkt des Schülers Rücksicht zu nehmen. Die Wellentheorie wie auch die mechanische Wärmetheorie erfordern schon einen reiferen Verstand und so gründliche Kenntnisse in der Mathematik und der Mechanik, daß sie hierbei überhaupt nicht in Betracht kommen können. Bleibt also noch die alte magnetische und elektrische Theorie, sowie ihre Verbindung durch die Ampèresche Hypothese. Und von diesen Hypothesen möge gezeigt werden, daß bei ihrer Durchnahme die obigen Forderungen erfüllt werden können.

Der Einwand, daß die Theorie der magnetischen und elektrischen Fluida der Vergangenheit angehöre, ist nicht stichhaltig, denn zunächst wird von dieser Theorie noch in den meisten Lehrbüchern, ja sogar (neben den neueren Ansichten) in dem für Studierende bestimmten Lehrbuch der Physik von Kayser Gebrauch gemacht, und außerdem kann man noch nicht sagen, daß sie zur Zeit durch eine allgemein anerkannte bessere ersetzt sei. (Die Potentialtheorie, die ja auf das Wesen der Elektrizität nicht eingeht, kommt hierbei natürlich nicht in Frage.) Es schadet ja übrigens auch durchaus nicht, wenn der Schüler an dem gewählten Beispiel die Vergänglichkeit der Hypothesen erkennt.

Beginnen wir nunmehr mit der magnetischen Theorie. Es wird dabei vorausgesetzt, daß der Magnetismus vor der Elektrizität behandelt wird, wofür trotz der Unterordnung des ersteren durch die Ampèresche Theorie doch viele Gründe sprechen.

Der natürliche Magnetismus und seine Übertragung auf Eisen und Stahl, die Polarität der Magnete, die Wirkung der Pole zweier Magnete auf einander, sowie die magnetische Influenz seien bereits durchgenommen, eine Reihe von Erscheinungen

den Schülern also bekannt, die, an und für sich wenig zusammenhängend, zu ihrer Erklärung aus einem Prinzip die Einführung einer Hypothese fordern. Bis dahin möge nur bemerkt worden sein, daß wir dort, wo eine magnetische Wirkung auftritt, irgend etwas noch nicht näher Bestimmtes als vorhanden annehmen, das wir Magnetismus, und zwar Nord- oder Südmagnetismus nennen.

Die Einführung der Hypothese knüpft nun am besten an die bei der Besprechung der magnetischen Influenz sich von selbst ergebende Frage an: Woher stammt der in dem influenzierten Eisen wahrnehmbare Magnetismus? Verschiedene Gründe sprechen gegen eine unmittelbare Übertragung (in wörtlichem Sinne) aus dem influenzierenden Magnet, so der Umstand, daß die magnetische Kraft des letzteren nicht abnimmt, daß beide Magnetismen entstehen und bei der Entfernung des Magnets wieder verschwinden, u. a. Hat das Eisen aber die Magnetismen nicht erhalten, so bleibt, da deren Vorhandensein bei Anwesenheit des Magnets untrüglich feststeht, als unabweisliche Forderung übrig, daß es die beiden Magnetismen bereits vorher besaß; und da ein neuer Versuch zeigt, daß Nord- und Südmagnetismus, in gleicher Stärke an demselben Ort vereinigt, sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben, so liegt nahe anzunehmen, daß im Eisen beide Magnetismen für gewöhnlich vermischt vorhanden sind, während sie dem Gesetz der polaren Anziehung und Abstofsung zufolge durch den genäherten Magnet getrennt werden und den beiden Enden zuströmen. In den Worten „vermischt“ und „zuströmen“ liegt dabei die weitere Annahme versteckt, die beiden Magnetismen seien etwa feine, unsichtbare Flüssigkeiten (Fluida), mit denen das Eisen durchtränkt sei und die darin zu wandern vermöchten.

Mit dieser Annahme verlassen wir aber in doppelter Hinsicht den Boden der Thatsachen, da wir zunächst diese Flüssigkeiten als solche überhaupt nicht wahrnehmen und überdies bei Abwesenheit des influenzierenden Magnets auch nicht einmal eine magnetische Äußerung sich zeigt, die unmittelbar auf ihr Vorhandensein hinwiese. Die Annahme ist daher eine Hypothese, aber geeignet, die Thatsachen der magnetischen Influenz auf einfache Weise mit Hülfe des Polgesetzes zu erklären.

Erklärt sie aber auch die übrigen Erscheinungen, wie man es von einer Hypothese verlangen darf und muß? Stimmen die aus ihr gezogenen Folgerungen mit den Thatsachen überein? Aus der Hypothese würde folgen, daß auch in einem fertigen Magnet die beiden Fluida getrennt an den Polen gelagert seien, so daß man erwarten könnte, beim Durchbrechen die Magnetismen getrennt zu erhalten. Das fortgesetzte Zerbrechen einer magnetisierten Stricknadel aber zeigt nun, daß die entstehenden Hälften immer wieder vollständige Magnete sind, deren Pole in gleicher Richtung liegen.

Es liegt also der Fall vor, daß eine aus der Hypothese gezogene Folgerung mit den Thatsachen nicht übereinstimmt. Die Hypothese ist also zu verlassen oder wenigstens zu verbessern. Zwar können wir die obige Forderung, daß Eisen im gewöhnlichen Zustande beide Magnetismen enthalte, nicht aufgeben, da sie sich uns als notwendig aufgedrängt hat; wohl aber muß die Annahme fallen, die Magnetismen seien durch das Eisen wandernde feine Flüssigkeiten; und es bleibt zu erwägen übrig, welche Hypothese an die Stelle der aufgegebenen gesetzt werden könne.

Da wir nun beim wiederholten Zerbrechen der Stricknadel immerfort vollständige kleine Magnete erhalten, so drängt sich uns die Vorstellung auf, daß auch die kleinsten Teilchen, die man beim Zerbrechen erhalten kann, ja die kleinsten Teilchen, die man sich überhaupt denken kann, gleichfalls kleine Magnete mit Nord- und Südpol seien. Natürlich ist auch diese Vorstellung eine Hypothese, da wir das Zerbrechen mit unseren

Werkzeugen ja thatsächlich nur bis zu einer bestimmten Grenze fortsetzen können und selbst die Untersuchung dieser, doch noch immer nicht denkbar kleinsten Teilchen bereits auf die größten Schwierigkeiten stoßen würde. Aber immerhin ist die Annahme geeignet, die bereits bekannten Thatsachen zu erklären, wenn man sie noch dahin erweitert, daß diese kleinen Magnete im gewöhnlichen Eisen ungeordnet liegen, während im magnetischen Eisen alle Nordpole nach der einen und alle Südpole nach der anderen Seite zeigen, und daß die Eisenteilchen leichter beweglich sind als die Stahnteilchen.

Die dargelegte Hypothese hat nun zunächst ihre Berechtigung dadurch zu erweisen, daß sie die bekannten Erscheinungen erklärt. Es sind also diese Thatsachen unter Zugrundelegung der Hypothese zu deuten, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll. Durch geeignete Modelle kann diese Erklärung anschaulich unterstützt werden. Beweisen kann man die Hypothese nicht, da die kleinsten Teilchen als solche überhaupt nicht wahrnehmbar sind; eine Stütze aber findet sie an dem Versuch, eine mit Stahl- (nicht Eisen-) feilspänen gefüllte Glasröhre zu magnetisieren und durch Schütteln das Ganze wieder unmagnetisch erscheinen zu lassen, insofern dieser Versuch zeigt, daß es in der That nur auf die Ordnung der magnetisierten Späne ankommt.

Eine Hypothese ist aber nicht nur geeignet, die bereits bekannten Erscheinungen auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen, sie läßt auch vielfach den Verlauf von Erscheinungen, die noch nicht bekannt sind, voraussagen. So läßt uns die magnetische Hypothese ohne Schwierigkeit voraussehen, welchen Einfluß eine Erschütterung haben wird auf einen Magnetstab und andererseits auf unmagnetisches Eisen, das unter dem Einfluß eines Magnets steht. Die Mutmaßungen sind natürlich durch den Versuch zu prüfen. Festzuhalten ist dabei aber, daß auch die Übereinstimmung dieser Folgerungen mit der Erfahrung keinen Beweis für die Richtigkeit der Hypothese abgibt, wohl aber das Vertrauen auf ihre Brauchbarkeit erhöht. Auch kann darauf hingewiesen werden, daß die Hypothese als solche keineswegs vollkommen ist; denn einmal sagt sie uns nur etwas aus über die Verteilung des Magnetismus im magnetischen und unmagnetischen Eisen, nichts aber über die Natur des Magnetismus selbst, und dann erklärt sie auch nicht das Hauptgesetz, daß gleichnamige Pole sich abstoßen und ungleichnamige sich anziehen, sondern vermag die übrigen Erscheinungen nur mit Hilfe dieses Gesetzes zu erklären.

Die Behandlung der elektrischen Fluida-Theorie ist in mancher Beziehung noch lehrreicher und dabei einfacher, insofern sie nicht mit der Molekulartheorie verquickt zu werden braucht, was übrigens auch in der obigen Darlegung nach Möglichkeit vermieden worden ist. Auch hier tritt bei der elektrischen Influenz wieder die Frage an uns heran, woher die beiden in dem influenzierten Körper wahrnehmbaren Elektrizitäten stammen. Ähnliche Gründe wie oben bestimmen uns anzunehmen, daß diese Elektrizitäten bereits vorher vorhanden waren, aber vermischt nicht wirken konnten. Um den Übergang von den Thatsachen zur Hypothese recht deutlich zu kennzeichnen, mag man vielleicht folgendermaßen verfahren.

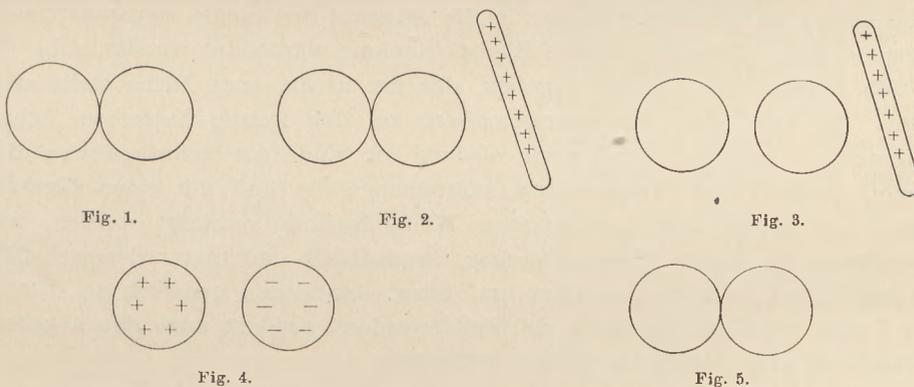
In einer einfachen Zeichnung werden zunächst die beobachteten Thatsachen niedergelegt:

Eine genaue Beschreibung des Versuchs ist unerläßlich; also etwa: Zwei isolierten Metallkugeln, die sich berühren (Fig. 1), wird ein positiv elektrischer Stab genähert (2); darauf werden die Kugeln, solange der Stab noch in der Nähe ist, getrennt (3) und nunmehr der Stab selbst entfernt. Dabei erweist sich die dem

Stabe vorher zugewandte Kugel als negativ, die abgewandte als positiv elektrisch (4). Bringt man nachträglich die Kugeln wieder zusammen, so zeigen sie sich wieder unelektrisch (5).

Dieser letzte Teil des Versuchs (5) ist nicht zu vernachlässigen, denn er giebt gerade einen Fingerzeig für die Bildung der Hypothese.

Bei (4) erscheinen die beiden Elektrizitäten so plötzlich, daß sich fragen läßt, ob sie vielleicht vorher schon wahrnehmbar sind. Und in der That läßt eine Untersuchung der Kugeln bei (3) und (2) erkennen, daß auch in diesem Zustande die Elektrizitäten bereits auf beiden Kugeln nachweisbar sind, und es ist daher statthaft, hier gleichfalls die + und - Zeichen einzutragen. Dagegen sagt uns der Versuch nichts über den Zustand der Kugeln im Falle (1) und (5). Nur unsere durch den Verstand geleitete Phantasie giebt uns die Vorstellung, daß auch in diesen Zeitpunkten die Kugeln beide Elektrizitäten und zwar vermischelt enthalten. Das ist aber eine rein hypothetische Annahme, die uns nun den Vorgang sehr einfach erklärt. Wir versehen daher nun die Kugeln bei (1) und (5) mit gemischten \pm Zeichen, halten dabei aber ausdrücklich fest, daß wir hiermit das Gebiet der sinnlichen Wahrnehmung überschreiten, und führen nun den ganzen Vorgang auf das Gesetz von der Anziehung und Abstofung ungleichnamiger bzw. gleichnamiger Elektrizitäten zurück. Auch hier ist darauf aufmerksam zu machen, daß die Hypothese dieses letzte Gesetz selbst nicht erklärt, sondern im Gegenteil seiner bei ihrer eigenen Anwendung bedarf.



Die Kugeln werden also in der dargelegten Reihenfolge mit den entsprechenden Zeichen versehen. Ein besonderer Wert ist nun darauf zu legen, daß bei der Wiederholung in der nächsten Stunde die Schüler nicht etwa die Hypothese von vornherein zur Deutung des Vorgangs benutzen, sondern gezwungen werden, den ganzen Gedankengang zu wiederholen, insbesondere also zunächst nur dort Zeichen setzen dürfen, wo Thatsachen vorliegen. Die Erfahrung zeigt nämlich, daß in der That ein gewisser Zwang in dieser Hinsicht notwendig ist, denn, selbst wenn die Grenze zwischen Thatsache und Spekulation noch so scharf hervorgehoben worden ist, so erscheint sie doch in der nächsten Stunde bei manchen Schülern wieder verwischt, so sehr neigt der jugendliche Geist dazu, alles ihm Dargebotene dem Kreise der Thatsachen einzureihen — und das macht es gerade so notwendig, jenen Unterschied immer wieder mit der größten Schärfe klarzustellen.

Mit Hülfe dieser Hypothese sind dann die bekannten elektrischen Erscheinungen zu erklären; auch kann sie benutzt werden, den Verlauf neuer Vorgänge (z. B. der an einer einzigen Kugel und am Elektroskop) vorausszusagen, in ähnlicher Weise, wie oben gezeigt worden ist. Zugleich ist darauf hinzuweisen, daß hier nicht, wie oben,

ein Grund vorliegt, die Theorie wieder umzustossen, da man beim Trennen der Kugeln ja auch die Elektrizitäten in der That getrennt erhält.

Auch die Ampèresche Theorie läßt sich in ähnlicher Weise behandeln, zumal mit Hinweis auf die bereits entwickelte magnetische Theorie, als deren genauere Ausgestaltung sie erscheint. Hier sollen nur einige Punkte hervorgehoben werden. Die Ampèresche Theorie trägt selbst zur Erkenntnis des Wesens der Elektrizität nichts bei, da sie den Magnetismus auf elektrische Ströme zurückführt, ohne diese selbst einer Erklärung zu unterwerfen. Aber ihre außerordentliche Bedeutung besteht darin, daß sie die scheinbar unausfüllbare Kluft zwischen Magnetismus und Elektrizität, die gleichwohl ihrer vielfachen Wechselbeziehungen wegen selbst von den Schülern als innerlich verwandt empfunden werden, überbrückt und eine Fülle der mannigfaltigsten Erscheinungen auf die beiden einfachen elektrodynamischen Grundgesetze zurückführt.

Es muß wohl zugestanden werden, daß die vorstehenden Betrachtungen nirgendwo über den Gesichtskreis und die geistige Reife eines Untersekundaners hinausgehen. In welcher Ausdehnung man sie anstellen will, ist nicht so wichtig, als daß man überhaupt eine solche Darlegung für notwendig hält und sie zweckmäßig vornimmt. Überhaupt sollte der physikalische Unterricht, zumal in den oberen Klassen, nach der Richtung mehr in die Tiefe gehen, daß bei der Durchnahme des Stoffes — nicht zu aufdringlich, aber scharf und bestimmt — die philosophisch-methodischen Gesichtspunkte hervortreten. Selbst für die Auswahl des Stoffes müßten diese mitbestimmend sein. Ohne eine solche Rücksichtnahme würde der physikalische Unterricht sich gerade des Vorzugs begeben, der ihn in die erste Reihe stellt mit den Fächern, die seit jeher anerkanntermaßen an der geistig-logischen Schulung der Menschheit arbeiten. Und wenn alsdann am Ende der Schullaufbahn die gewonnenen methodischen Erkenntnisse zusammengefaßt und mit einer allgemeinen Übersicht und Kritik der mechanischen Weltauffassung vereinigt werden, wie es der Verfasser in seiner „Philosophischen Propädeutik auf naturwissenschaftlicher Grundlage“¹⁾ des näheren dargelegt hat, bzw. darzulegen gedenkt, so würde ein solcher Unterricht nicht nur nicht viel Zeit erfordern, sondern auch den abgehenden Oberprimanern zum dauernden Nutzen gereichen.

Die Bestimmung von g im Unterricht.

Von

P. Johannesson in Berlin.

Das BORDASche Verfahren zur Bestimmung von g , wie es in WÜLLNERS und genauer in VIOLLES Lehrbuch der Physik beschrieben ist, zeige ich seit einer Reihe von Jahren im Unterricht. Der mühelose Versuch dauert 30 bis 40 Minuten und liefert ausnahmslos den Wert 981 cm. Das Fehlergebiet liegt somit nur in den Millimetern, die ohnehin vernachlässigt werden müssen, wenn man die Umrechnung auf den luftleeren Raum vermeiden will.

Die für das Sophienrealgymnasium in Berlin hergestellte Vorrichtung besteht aus einer Sekundenpendeluhr (Fig. 1, Aufrifs in $\frac{1}{10}$ der wirklichen Längen), die zum Schutz gegen Luftströmungen mit doppelter Glasthür versehen ist. Hinter der Innen-

¹⁾ Schulte-Tiggens, Philos. Propädeutik auf naturw. Grundlage. Erster Teil. Berlin 1898. Georg Reimer.

thür schwingt das Uhrpendel, vor derselben und also zwischen beiden Thüren das einfache Pendel *A*. Damit die Mittellagen beider Pendel ungestört beobachtet werden können, hängt das Gewicht *B* und das Gegengewicht *C* der Uhr nicht in der Mitte herab, sondern beide sind durch Rollenübertragung zur Seite geführt. Der Uhrkasten ist oben durch einen besonders schweren Haken in der Wand verankert, unten durch zwei Schrauben *D* gegen seitliche Verschiebungen geschützt. In die Pendellinse ist ein Pfeil eingeschnitten, der als Marke für den in der Richtung der Pendelstange liegenden Durchmesser dient. Die

Innenthür, welche durch zwei Riegel *E* festgestellt werden kann, reicht nur bis zum unteren Rande des Zifferblatts und trägt auf ihrer oberen Leiste einen kräftigen Messingbock *F*, auf den eine nach vorn vorspringende, genau wagerechte Messingplatte (Fig. 2, Grundrifs in wirklicher Gröfse) geschraubt ist. Auf dem vorderen Rande dieser Platte ist mittels einer Schraube ein messingner Vorsprung *D* seitlich verschiebbar, der vorn einen dreieckigen Ausschnitt mit zuge-schärften Rändern hat. Letztere müssen mit der Unterseite der Messingplatte in einer Ebene liegen. In den Ausschnitt wird, sobald die

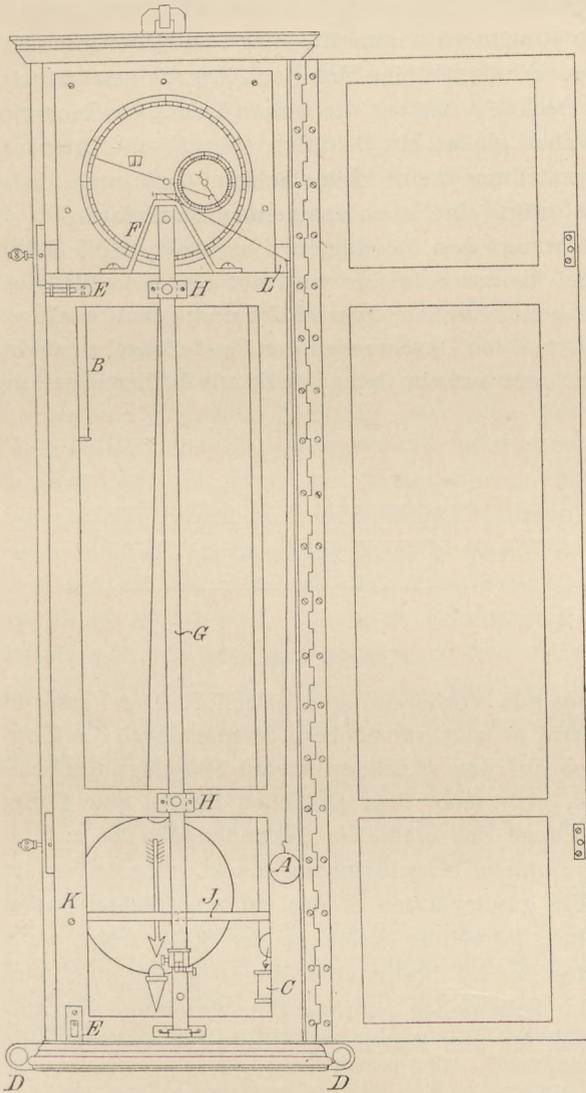


Fig. 1.
Aufriß in $\frac{1}{10}$ der wirklichen Längen.

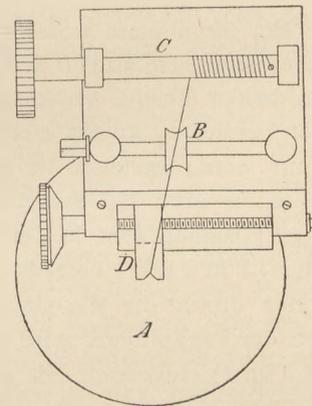


Fig. 2.
Grundriß wirkl. Gröfse.

Messung beginnt, der seidene Aufhängungsfaden des einfachen Pendels *A* eingedrückt; der Faden läuft rückwärts über ein seitlich verschiebbares Rädchen *B* und schließ-lich über eine Welle *C*, mit deren Hilfe die Länge des Fadens sich regeln läßt¹⁾.

¹⁾ Die beschriebene Aufhängungsart des einfachen Pendels hat einen Nachteil. Das Uhrpendel versetzt nämlich das ganze Gehäuse und damit auch das einfache Pendel in Mitschwingung. So kommt es, daß das frei hängende, zunächst in Ruhe versetzte einfache Pendel nach einiger Zeit

Nach Beendigung des Versuchs wird der Faden aus dem Ausschnitt herausgehoben und in eine zur Seite angebrachte Öse (L in Fig. 1) eingehängt, damit das Öffnen und Schließen der Innenthür beim Aufziehen der Uhr nicht behindert ist. Der messingnen Pendelkugel (A in Fig. 1 und 2) dient ein eingeschraubter kurzer Eisendraht, der oben zu einer Öse umgebogen ist, als Aufhängungsstiel, der passend mit Rufs geschwärzt wird. Zur Messung der Pendellänge wird ein Vergleichsstab verwendet, ein starker gewalzter Messingstreifen (G in Fig. 1), der mit seiner oberen Schneide sanft gegen die Unterseite der Aufhängungsplatte drückt, durch zwei an den Leisten der Innenthür befestigte Klammern H eine Führung zur Sicherung seiner lotrechten Lage erhält und von unten her durch eine Unterlage (Fig. 4) gestützt wird. Diese, ein Kästchen mit federndem Deckel A , ist vor die untere Leiste der Innenthür geschraubt. Längs des Vergleichsstabes gleitet ein Schlitten (Fig. 3) mit Bremsvorrichtung A , in welchem durch Feinverstellung B eine kleine Schiene C auf- und niederbewegt werden kann. Die Schiene trägt eine oben spiegelnde Stahlplatte D , die genau senkrecht auf der Längsrichtung des Messingstreifens steht. Die Länge des Vergleichsstabes vom Stahlspiegel bis zur Schneide wird auf einem in Millimeter geteilten Normalmeter aus Stahl mit quadratischem Querschnitt und genau senkrecht angeschliffenen Endflächen gemessen; um den Durchmesser der Pendelkugel zu finden, legt man diese mit Hilfe eines Korkringes auf ein Spiegelmafs mit Millimeterteilung.

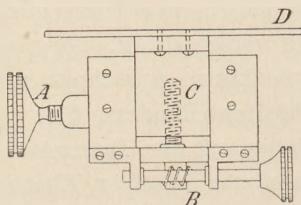


Fig. 3.
Aufriß, wirkl. Gröfse.

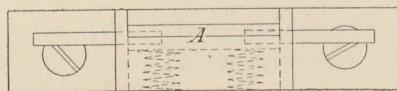


Fig. 4.
Aufriß, wirkl. Gröfse.

Ein für allemal werden nun folgende Vorbereitungen getroffen. Der Vorsprung der Aufhängungsplatte (D in Fig. 2) wird so weit verschoben, bis die durch die Mittellagen beider Pendel bestimmte Ebene auf den gleichgerichteten Schwingungsebenen beider Pendel senkrecht steht. Dann giebt man dem einfachen Pendel eine Länge, die nur wenig geringer ist als die Länge des einfachen Sekundenpendels, z. B. so, daß es in etwa 200 Sekunden 202 einfache Schwingungen macht. Hinten an der inneren Glasthür wird in der Höhe des geschwärzten Stieles ein wagerechter Papierstreifen (J in Fig. 1) befestigt, der einen lotrechten Strich an der Stelle trägt, wo er von der durch die Mittellagen beider Pendel bestimmten Ebene geschnitten wird. Neben der Pendelkugel wird in die eine Seitenleiste der Innenthür eine lange Schraube (K in Fig. 1) eingesetzt, die als Stütze für den Faden dient, mit dessen Hilfe man

kleine Schwingungen vollführt, die auf der Schwingungsebene des Uhrpendels senkrecht stehen und mit letzterem genau gleiche Schwingungsdauer haben; ehe dieser Zustand eintritt, beobachtet man an dem einfachen Pendel Schwebungen, wie sie stets im Anfang bei erzwungenen Schwingungen auftreten, die mit den freien Schwingungen desselben Körpers nicht gleiche Dauer haben (vgl. hierzu meine „Bemerkung zur Lehre von der Resonanz“ in *Wiedemanns Annalen* 59, 1896, 180–183 und Oberbeck, *diese Zeitschr.* I 254); dadurch erklärt sich auch der von Herrn K. Geißler in dieser Zeitschrift 1895, 304–307 beschriebene Schwebungsapparat. Aus demselben Grunde wird die anfänglich geradlinige Schwingungsbahn des einfachen Pendels, die mit der Schwingungsebene des Uhrpendels gleichgerichtet ist, allmählich elliptisch. Vermieden könnte dieser Übelstand nur werden, wenn man die Aufhängungsvorrichtung des einfachen Pendels getrennt vom Uhrgehäuse an der Wand befestigte, wodurch freilich die Vorrichtung an Einfachheit verlieren würde.

dem einfachen Pendel seine erste Schwingungsweite giebt. Auch der Durchmesser der Pendelkugel wird von vornherein durch mindestens zehnmahlige Messung bis auf hundertstel Millimeter genau bestimmt.

Vor dem Versuch knüpft man in einen Faden Heftzwirn eine feste, weite Schleife, legt diese lose um den wagerechten grössten Kreis der Pendelkugel, dagegen den einfachen Faden über die seitlich eingesetzte Schraube (K in Fig. 1) und wickelt letzteren derart fest, daß die Entfernung der Pendelkugel von ihrer Mittellage 5 cm nicht überschreitet, was am besten mit Hülfe des Spiegelmafses geprüft wird. Eine solche Schwingungsweite darf bei der angestrebten Genauigkeit noch als unendlich klein betrachtet werden. Dann stellt man in etwa 1 m Abstand vor die Uhr eine Blende mit kleiner Öffnung, so daß für den hindurchblickenden Beobachter die Marke auf dem Papierstreifen (J in Fig. 1) durch den Stiel der frei herabhängenden Pendelkugel (A in Fig. 1) gerade verdeckt wird.

Die Messung selbst beginnt mit der Einstellung des Vergleichsstabes (G in Fig. 1), dessen Stahlspiegel (D in Fig. 3) so lange gehoben wird, bis die Pendelkugel und ihr Spiegelbild einander berühren; ein fast noch schärferes Merkmal für die Richtigkeit der Einstellung ist, daß im Augenblick der Berührung die Kugel meistens sich zu drehen anfängt. Dann legt man die Kugel in die Schleife, beruhigt sie durch Dämpfung mit der Hand, brennt den Faden in der Nähe der stützenden Schraube ab und schließt die äufsere Glashür. Nachdem man nun in der bekannten Art drei auf einander folgende Coincidenzen beider Pendel beobachtet hat, mißt man die Länge des Vergleichsstabes und zwar zur Ausscheidung etwaiger Teilungsfehler durch Umlegen zweimal, am Anfang und am Ende des Mafsstabes; sollte die Schneide des Vergleichsstabes nicht gut gearbeitet sein, so ist natürlich der am weitesten vorspringende Punkt derselben als Ende der zu messenden Strecke anzusehen. Nach einer Zwischenzeit von 10 bis 20 Minuten, die durch Erläuterung der Rechnung ausgefüllt wird, bestimmt man wieder drei Coincidenzen und stellt noch einmal den Vergleichsstab ein zur Prüfung dafür, ob während des Versuchs die Länge des einfachen Pendels sich verändert hat. Die zweimalige Messung der neu abgeglichenen Strecke bildet den Beschluss.

Bei der Berechnung nenne ich die drei anfänglichen Coincidenzen die 0te, 1te und 2te, die drei am Ende beobachteten Coincidenzen die x te, $(x+1)$ te und $(x+2)$ te. Die vier Zwischenzeiten je zweier benachbarter Coincidenzen liefern einen Mittelwert, der mittlere Zwischenzeit heifsen mag. Die wahrscheinlichsten Werte der 1ten und der $(x+1)$ ten Coincidenz werden dann durch folgende Erwägung gewonnen. Wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler fällt die Zeitmitte zwischen der 0ten und der 2ten Coincidenz nicht genau mit der 1ten Coincidenz zusammen. Da aber die Zeitmitte aus zwei Beobachtungen berechnet ist, hat sie die doppelte Wahrscheinlichkeit für sich als die beobachtete 1te Coincidenz; daher ist der wahrscheinlichste Wert der 1ten Coincidenz zwischen der berechneten Zeitmitte und der beobachteten 1ten Coincidenz anzunehmen und zwar doppelt so nah an jener als an dieser. Die so ermittelten wahrscheinlichsten Werte der 1ten und $(x+1)$ ten Coincidenz kommen von nun an nur noch in Frage. Bei vollkommener Beobachtung müßte die mittlere Zwischenzeit in dem Zeitabstand T zwischen der 1ten und der $(x+1)$ ten Coincidenz ganzzahlig aufgehen; thatsächlich indessen wird das Teilungsergebnis nur in der Nähe einer ganzen Zahl liegen. Diese ist alsdann der wahre Wert für x , da die Zahl aller Zwischenzeiten nur eine ganze sein kann. Da nun während jeder Zwischenzeit das Uhrpendel vom einfachen Pendel um eine Doppelschwingung überholt wird,

so macht in der Zeit T das einfache Pendel $T + 2x$ Schwingungen, und die einfache Schwingungsdauer des einfachen Pendels ist $t = \frac{T}{T+2x}$ Uhrschnwingungen. Geht die Uhr täglich um weniger als 5 Schwingungen falsch — und ihr Gang müßte sonst sehr schlecht geregelt sein —, so dürfen die Uhrschnwingungen als Sekunden angesehen werden; andernfalls sind sie mit Hilfe des Reduktionsfaktors der Pendeluhr in solche umzurechnen. Beispiel:

| Coincidenzen: | | Zwischenzeiten: | Die wahrscheinlichsten Werte der 1ten und $(x+1)$ ten Coincidenz: |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|
| 0te | 35 ^m 36 ^s | | |
| 1te | 39 ^m 13,5 ^s | 217,5 Sek. | |
| 2te | 42 ^m 58 ^s | 224,5 „ | 39 ^m 15,8 ^s |
| . | . | | |
| . | . | | |
| . | . | | |
| . | . | | |
| . | . | | |
| . | . | | |
| x te | 50 ^m 5 ^s | | |
| $(x+1)$ te | 53 ^m 34 ^s | 209 „ | |
| $(x+2)$ te | 57 ^m 2,5 ^s | 208,5 „ | 53 ^m 33,8 ^s |
| Mittlere Zwischenzeit: 214,9 Sek. | | | Zeitabstand beider $T = 14$ Min. 18,0 Sek. = 858,0 Sek. |

Aus $\frac{858,0}{214,9} = 4,0$ folgt $x = 4$; somit $t = \frac{858}{866}$ Sek.

Der Abstand des Aufhängungspunktes vom tiefsten Punkt des Pendels betrug im Mittel 993,20 mm, der Halbmesser der Pendelkugel im Mittel 17,64 mm, daher die Pendellänge $l = 975,56$ mm. Folglich

$$g = \left(\frac{\pi}{t}\right)^2 l = \left(\frac{\pi \cdot 866}{858}\right)^2 \cdot 975,56 \text{ mm} = 980,9 \text{ cm.}$$

Die während der letzten 4 Jahre im Unterricht erhaltenen Ergebnisse (die früheren besitze ich nicht mehr) waren: 980,7 cm, 981,0 cm, 980,9 cm und 980,9 cm. Dazu kommt noch das Ergebnis unseres Beispiels. Der wahre Wert der Fallbeschleunigung von Messing in Luft ist in Berlin gleich 981,0 cm.

Die Uhr mit ihrer gesamten Einrichtung wurde vom Uhrmacher Herrn E. KLEIN in Berlin, Neanderstr. 2, für 230 M., das Normalmeter von der Firma WARMBRUNN, QUILTZ & Co. in Berlin, Rosenthalerstr. 40, für 70 M. und das Spiegelmaß von Herrn Mechaniker A. HERBST in Berlin, Krautstr. 26a für 11,75 M. geliefert.

Achsiales magnetisches Feld, Induktion und Selbstinduktion.

Von

W. Weiler in Efslingen.

Wenn man einen lotrecht gestellten Kupferleiter durch eine wagrechte Kartonscheibe steckt und diese, während der Strom den Leiter durchfließt, mit feiner Eisenfeile bestreut, so ordnen sich die Eisenteilchen in concentrischen Ringen, deren Gefüge mit der Entfernung von der „Kraftachse“ lockerer wird und damit andeutet, daß die richtende Kraft allmählich abnimmt. Eine um den Leiter geführte Magnetnadel zeigt, daß den concentrischen Ringen ein bestimmter Richtungssinn innewohnt. „Blickt man längs des Drahtes in positiver Richtung hin, so wird ein Nordpol immer

im Sinne des Uhrzeigers längs der Magnetkraftlinien des conachsialen Systems bewegt.“ In welcher Weise die vom elektrischen Strome erzeugte magnetische Kraft, die Feldstärke \mathfrak{H} , mit wachsender Entfernung von ihrem Träger abnimmt, haben BIOT und SAVART zuerst genauer untersucht und gefunden, daß die Feldstärke in dem Grade sich vermindert, wie die Entfernung r von der Achse wächst: $\mathfrak{H}_1 : \mathfrak{H}_2 = r_2 : r_1$, d. h. die Stromfeldstärke ist der Entfernung umgekehrt proportional. Verstärkt man demnach den Strom, so breiten sich die magnetischen Wirbelringe weiter aus; schwächt man die Stromstärke, so ziehen sie sich wieder zusammen.

In ähnlicher Weise werden bei einer Kreiselbewegung die Bewegungen der einzelnen Teile infolge der starren Verbindungen der Teile durch eine einzige Größe, die cyklische Geschwindigkeit, beherrscht. Stromstärke und Drehgeschwindigkeit entsprechen einander. Bei der Drehung tritt eine Schwungkraft auf, die unter anderem dargethan wird durch ein rotierendes Glasgefäß, angefüllt mit Flüssigkeiten verschiedener Dichte. Verwendet man nur eine Flüssigkeit, z. B. Quecksilber, dieses aber in etwas größerer Menge, so beobachtet man, daß es sich mit erhöhter Geschwindigkeit weiter von der Achse entfernt, ebenso wie bei wachsender Stromstärke die magnetischen Wirbel sich weiter ausdehnen; mit abnehmender Geschwindigkeit und Stromstärke aber ziehen sich Quecksilber und Magnetwirbel wieder um die Achse zusammen; bei Unterbrechung der Drehung und des Stromes verschwinden Quecksilberringe und Kraftlinien und ihre Gesamtzahl sinkt von einem Höchstwert auf Null herab, doch nicht plötzlich. Werden Drehgeschwindigkeit und Stromstärke nur geschwächt, so ziehen sich die Ringe nur dieser Verminderung entsprechend zusammen. Vollständig ist die Analogie zwischen Quecksilber und Feldstärke nicht; denn während die Quecksilbermasse sich nur ausbreitet und zusammenzieht, vermehrt und vermindert sich die Anzahl der magnetischen Wirbel in demselben Verhältnis wie die Stromstärke. Die Analogie läßt sich vollkommener durchführen, wenn man in dem Glasgefäß ein zweites kleineres, mattgeschliffenes so um die Drehachse befestigt, daß das Quecksilber frei aus diesem in das äußere Glasgefäß aus- und eintreten kann.

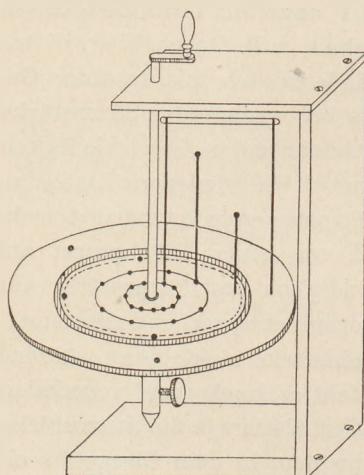
Versetzt man ein schweres, mit möglichst geringer Reibung (etwa auf Friktionsrädern) laufendes Metallrad in Umdrehung, so setzt es dem Antriebe einen erheblichen Widerstand entgegen; diese Gegenkraft ist um so stärker, je größer das Trägheitsmoment des Rades, je höher die beabsichtigte Geschwindigkeitsänderung und je kürzer die Zeit ist, die auf den Antrieb verwendet werden soll. Bei der Schwungvorrichtung mit Quecksilbergefaß ist das Vorhandensein der Gegenkraft nicht allein für die treibende Hand fühlbar, sondern auch für des Beobachters Auge sichtbar; denn die Quecksilbermasse setzt sich erst allmählich in Bewegung und bleibt, besonders bei raschem Antriebe, längere Zeit hinter dem Gefäß zurück, dagegen rotiert die ausgebreitete Masse noch weiter, nachdem die äußere Kraft gehemmt und der Behälter zum Stillstand gebracht worden ist. Auch bei Stromschluß tritt eine Trägheit auf, die das Entwickeln und das Verstärken des Stromes zu hemmen sucht und einen dem erzeugenden Strom entgegengesetzten Strom, den „Extrastrom“, erregt. Man nennt diese Erscheinung „Selbstinduktion“. Beim Verschwinden und auch beim bloßen Abnehmen des Stromes setzt diese Trägheit den erzeugenden Strom fort; der „Öffnungs-Extrastrom“ verläuft mit dem eben verschwindenden oder abnehmenden Strome gleichsinnig.

Nach der Kraftlinienlehre stellt man das Entstehen von Induktionsströmen als ein Schneiden der Kraftlinien durch Leiter dar. Demnach besteht Selbstinduktion darin, daß der Stromleiter selbst durch die bei Veränderung der Stromstärken sich

entwickelnden oder verschwindenden Magnetwirbel geschnitten wird. Die Selbstinduktion ist somit eine an jede Leiterbahn geknüpfte Eigenschaft. Ihre Wirkung muß um so größer sein, je mehr Kraftlinien von der Leiterbahn oder einzelnen ihrer Teile umschlossen werden. (EBERT, *Magn. Kraftfelder*, 306.)

Zur Versinnlichung des Schneidens von Kraftlinien und des Entstehens sowohl des entgegengesetzten als auch des gleichgerichteten Induktionsstromes, wovon der erstere beim Anwachsen und der letztere beim Verschwinden des die Kraftlinien erzeugenden Stromes auftritt, dürfte der im folgenden beschriebene Apparat dienen.

Von einer Messing- oder Zinkscheibe (auch Holzscheibe) von etwa 10 cm Durchmesser und 2 bis 3 mm Dicke wird ein Ring von etwa 1 cm Breite abgedreht; Scheibe und Ring werden dann auf eine lotrechte Achse gesetzt, die Scheibe fest und der Ring mittels dreier Speichen auf eine Hülse, die über die Achse leicht drehbar



geschoben und mittels Stellring gehalten wird; Scheibe und Ring kommen in dieselbe wagrechte Ebene; zur Regulierung der Reibung zwischen Achse und Hülse erhält diese eine Seitenschraube. Auf concentrischen, gleich weit von einander entfernten Kreisen schraubt man in die Scheibe Stifte von drei verschiedenen Längen, nach außen hin abnehmend; in den Umfang des inneren Kreises etwa 12 (9), in den mittleren 8 (6), in den äußeren 4 (3). Der Ring bekommt, und zwar in gleichen Abständen, drei Stifte, von denen je einer so lang ist wie die inneren, mittleren und äußeren Scheibenstifte. In die Schlitze der Ringstifte werden sehr dünne schmale Streifen von Kupfer oder Aluminium geklemmt von solcher Länge, daß sie die Köpfe der gleichlangen Scheiben-

stifte berühren können; diese Köpfe mögen durchbohrte Glasperlen von drei verschiedenen Farben sein.

Wenn man die Kurbel (vergl. die Figur) in Bewegung setzt, rotiert die fest mit der Achse verbundene Scheibe samt ihren Stiften, deren kreisende Köpfe die magnetischen Wirbel darstellen; der Ring aber bleibt infolge seiner Trägheit gegen die Scheibe zurück und die zarten elastischen Aluminiumblättchen seiner Stifte streifen (schneiden) die vorübergehenden Wirbel; der durch dieses Schneiden induzierte Strom verläuft invers, d. h. der Drehgeschwindigkeit entgegen. Mit fortgesetztem Drehen gewinnt allmählich der Ring die Geschwindigkeit der Scheibe, der Strom ist Gleichstrom geworden, das Berühren der Stifte und das Schneiden der Kraftwirbel hören auf, der Strom hat seine volle Stärke erreicht, denn der Extrastrom hemmt ihn nicht mehr, im Ring aber wie im magnetischen Kraftfeld ist Energie aufgespeichert. Beim Abnehmen der Drehbewegung und plötzlichen Stillstande bethätigt sich daher die innere Systemkraft wieder, ebenso wie die elektromotorische Gegenkraft der Selbstinduktion; der Ring setzt seine Bewegung noch fort und die Metallstreifen berühren wieder die Scheibenstifte. Je rascher die Bewegung der Scheibe unterbrochen oder gehemmt wird, desto rascher läuft der Ring weiter und versinnlicht einen direkten Öffnungsstrom. Da aber sein Trägheitsmoment und sein Reibungswiderstand sowohl beim An- als auch beim Auslaufen gleich sind, so muß auch die Anzahl der geschnittenen Kraftlinien und Berührungen der Glasperlen in beiden Fällen dieselbe sein, d. h. die in Bewegung gesetzten Elektrizitätsmengen sind nach EDLUND beim Schließungs- und

Öffnungsextrastrom einander gleich, damit aber nicht auch die sie treibenden elektromotorischen Kräfte. Das Anlaufen der Scheibe und des Ringes oder der Schließungsextrastrom erfolgen langsamer als bei nahezu plötzlichem Stillstand der Scheibe und plötzlicher Unterbrechung des kreuzenden Stromes das Auslaufen des Ringes und das Zurückschnellen der ausgebreiteten magnetischen Wirbel und dessen Wirkung, der Öffnungsextrastrom.

Der Apparat läßt sich mit Vorteil so abändern: Man hängt an der lotrechten Achse drei Kugeln verschiedener Massen und Gewichte neben einander in gleichen Abständen nach Art der Kugeln der Centrifugalregulatoren so auf, daß sie steigen und fallen können, läßt aber den Ring mit seinen Stiften und Streifen bestehen. Die bei der Umdrehung sich nach einander erhebenden Kugeln stellen in ihrer Rotation die sich ausbildenden magnetischen Wirbel dar und werden von den Aluminiumblättchen geschnitten; beim Abnehmen der Drehgeschwindigkeit fallen die Kugeln zurück und treffen die Achse, wie die sich zusammenziehenden Kraftlinien den Stromleiter schneiden.

Modell der Dampfstrahlpumpe.

Von

H. Rebenstorff in Dresden.

Eine im wesentlichen dem WEINHOLDSchen Modell der Dampfstrahlpumpe nachgebildete Vorrichtung erhält man mit geringer Mühe aus einem Glasrohr von T-Form (innere Weite ca. 6 mm), indem man den einen Schenkel bei *a* (Fig. 1) bis ungefähr zur Hälfte seines Durchmessers durch Ausziehen verengt und in den entgegengesetzten Schenkel *b* eine sehr wenig engere Röhre *d* zum Zuleiten des Dampfes einführt. Die Röhre *d* ist mit einer recht schlanken, aber nicht zu engen Spitze versehen und durch ein kurzes Schlauchstück so mit *b* verbunden, daß man sie ganz leicht in dem

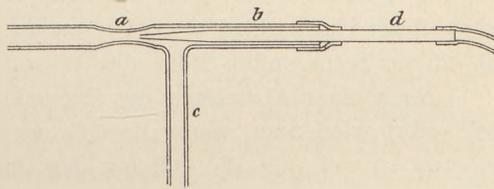


Fig. 1.

weiteren Rohre vor- und zurückschieben kann. Der dritte Schenkel *c* des T-Rohres taucht mit einer aus gleichweitem Glasrohr und einem Schlauchstückchen hergestellten Verlängerung in ein untergestelltes Gefäß *e* mit Wasser (Fig. 2). Das Dampfrohr *d* verbindet man mittels Gummischlauches mit einem Dampfkesselchen oder einem starkwandigen Rundkolben. Für den Unterricht schaltet man zweckmäßig in diese Verbindung zwei Schenkel eines T-Rohres *f* ein, dessen dritter Schenkel mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung steht.

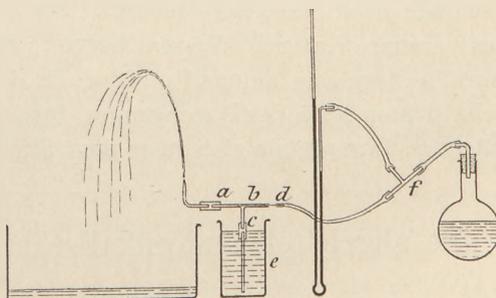


Fig. 2.

Die Wirkung des Apparates entspricht der Beschreibung WEINHOLDS in dessen *Vorschule*, 4. Aufl., S. 382. Sobald nach kräftigem Ausströmen des Dampfes das durch *c* angesaugte Wasser bis in die Verengung *a* gelangt, wird unter Veränderung des entstehenden lauten Geräusches die Saugwirkung noch energischer, und ein Wasserstrahl dringt lebhaft aus dem noch offenen T-Rohre heraus. Um denselben empor-

springen zu lassen, fügt man mittels kurzen Schlauchstückes ein mit dem T-Rohr gleichweites, rechtwinklig emporgebogenes und mit nicht zu enger Öffnung versehenes Röhrchen als Mundstück an. Das herabfallende Wasser wird mit einer recht grossen Schale g aufgefangen, denn der Strahl pflegt infolge der von a ausgehenden kräftigen Tonschwingungen sich stark auszubreiten.

Das beschriebene Modell gewährt ausser der ohne durchbohrte Korke ausführbaren, bequemen Herstellung den für den Unterricht wertvollen Vorteil, dass man, während der Wasserstrahl emporspringt, das Dampfrohr d leicht verschieben kann, um seiner Spitze die an der Höhe des Strahles erkennbare, beste Stellung vor der Verengung a zu geben. Auch ist die Spitze infolge der sicheren Führung von d innerhalb des Schenkels b vor dem Zerbrechen in der Verengung völlig gesichert. Es ist wohl kaum nötig, hinzuzufügen, dass man zur Aufstellung des Apparates einen beliebigen der drei Schenkel des T-Rohres in einer Stativklemme zu befestigen und zur Verschiebung von d dieses Rohr mit einem schlechten Wärmeleiter anzufassen hat. Ist die Spitze von d zu weit in die Verengung a hineingeschoben, so tritt in kurzen Absätzen Wasser und Dampf nacheinander aus dem Mundstück hervor, da das angesaugte Wasser nicht schnell genug in die nunmehr sehr verengte Stelle bei a gelangen kann.

Das angeschlossene Quecksilbermanometer dient nicht nur dazu, die Art der Messung des Dampfdruckes zu wiederholen, sondern es gestattet auch, darauf aufmerksam zu machen, dass — bei unveränderter Höhe der Heizflamme — der Druck im Dampfraume merklich grösser ist, sobald der Wasserstrahl kräftig emporspringt, als wenn infolge weniger günstiger Stellung von d das Wasser minder lebhaft in Bewegung gesetzt wird. Bei 10—15 cm Höhe der Quecksilbersäule im Manometer beträgt dieser Unterschied etwa $1\frac{1}{2}$ cm und entspricht der ungefähr 13,6 mal so grossen, 20—25 cm betragenden Höhe des Wasserstrahles.

Nach einer Abstellung des Dampf Eintritts geht die Dampfstrahlpumpe gewöhnlich sofort wieder an, wenn die Öffnung des Mundstückes nicht zu eng ist. Dieselbe ist etwa so weit wie die Öffnung des Dampf Röhrchens d zu wählen. Oft kann man das Angehen dadurch sofort herbeiführen, dass man die verengte Stelle bei a mit kaltem Wasser übergießt. Andernfalls ist das Mundstück vorübergehend zu entfernen. Gelangen beim Nachgießen des verbrauchten Wassers Luftbläschen aus dem Gefäss e in die Strahlpumpe, so wird der Strahl infolge Vergrößerung der Bläschen durch beigemischten Dampf zerrissen und das Wasser zum geringen Teil aufsergewöhnlich hoch emporgeschleudert. Schon daraus geht die beträchtliche Erwärmung des herausgeworfenen Wassers hervor. Fängt man das Wasser durch Darunterhalten eines Becherglases auf und gießt es in das Gefäss e wieder zurück, so wird es schon beim dritten Male des Durchganges durch die Strahlpumpe so stark erhitzt, dass eine mächtige Dampfsäule sich über dem Strahle erhebt.

Die abgeleiteten physikalischen Grössen und ihre Dimensionen.

Von

Professor Dr. Alois Höppler in Wien.

I.

Die nachfolgenden Betrachtungen schliessen sich mittelbar an meinen Aufsatz „Einige Bemerkungen über das C.S.G.-System im Unterrichte“ (diese Zeitschrift XI 70—79) an, indem auf diesen Aufsatz Bezug genommen wird in dem Vortrage von K. WEISE „Zur Frage

der Einführung der physikalischen Dimensionen im Schulunterricht¹⁾, und insofern durch diesen Vortrag wieder die Abhandlung von FR. PIETZKER „Die Tragweite der Lehre von den physikalischen Dimensionen“²⁾ veranlaßt ist. Indem ich beabsichtige, zu diesen beiden Abhandlungen im folgenden einige Ergänzungen zu geben, schicke ich voraus, daß diese sich namentlich zu PIETZKERS Ausführungen, die mir vielfach (gleich seinem epochemachenden Aufsatz „Über die Beziehungen zwischen dem mathematischen und dem physikalischen Unterricht“, diese Zeitschrift III 105) aus der Seele gesprochen sind, nur wie „Glieder zweiter Ordnung“ verhalten. Aber in so grundlegenden Fragen, wie die nach dem Verhältnis der auf physikalisches Denken angewandten Mathematik zur reinen Mathematik, ist ein letztes Wort überhaupt nicht so bald zu hoffen.

Ich knüpfe an den ersten der Sätze PIETZKERS an, welche dieser im Druck hervorhebt:

„. . . Daß eine Geschwindigkeit gleich einer Länge dividiert durch eine Zeit sei, ist wörtlich genommen sinnlos. Niemand kann eine Länge durch eine Zeit dividieren. Was man wirklich durch einander dividiert, das sind auch nicht diese Größen selber, sondern ihre Maßzahlen, d. h. ihre Verhältnisse zu anderen, als Maßstäbe dienenden Größen derselben Art, und was man herausbringt, ist auch nicht eine Geschwindigkeit selbst, sondern die Maßzahl dieser Geschwindigkeit, d. h. also das Verhältnis dieser Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeitseinheit.

Und das ist ja auch nur natürlich. Jede physikalische Gleichung ist in Wahrheit eine Verhältnisgleichung, auch wenn sie anscheinend eine andere Gestalt hat, sie kann auch gar nichts anderes sein. Einzig und allein aus der Vergleichung mehrerer, aber dabei gleichartiger Fälle stammt unsere ganze Kenntnis physikalischer Gesetze, wesentlich in solcher Vergleichung besteht auch jedesmal der Inhalt eines solchen Gesetzes, dessen formelmäßiger Ausdruck demnach in Wahrheit stets den Charakter einer Gleichung zwischen Verhältnissen unter sich gleichartiger Größen tragen muß.“

Bekanntlich ist diese Auslegung der Gleichung $c = s/t$, daß es sich hier nicht um die Division einer „wirklichen“ Länge durch eine „wirkliche“ Zeit, sondern um die Division der Maßzahlen handle, gegenwärtig fast ausnahmslos zugegeben. Gewiß mit Recht. Aber PIETZKER geht bald noch um einen Schritt weiter. Er sagt über eine von WEISE (nach CZOGLER) als Beispiel angeführte Gleichung (man vgl. den Bericht in diesem Heft S. 40): „In dieser Gleichung bedeuten die Buchstaben LMT nichts anderes als Längenverhältnisse, Massenverhältnisse und Zeitverhältnisse. Die Verwendung dieser Buchstaben hat nur den Sinn, daß sie die konkreten Größen (Länge, Masse, Zeit) kennzeichnen, durch deren Beobachtung jene Größenverhältnisse gewonnen werden. Aber nachdem diese einmal gewonnen worden sind, haben sie den Stempel ihres Ursprungs verloren, sie sind reine Zahlen, eine genau so gut wie die andere, sie weisen also nichts mehr von der qualitativen Verschiedenheit auf, die die Begriffe Länge, Masse und Zeit an sich besitzen und die man, verführt durch die verwendeten Buchstaben und das wenig glückliche Wort ‚Dimension‘, stillschweigend voraussetzt, wenn man glaubt Potenzen von L nicht mit Potenzen von M oder Potenzen von T vergleichen zu dürfen. Vielmehr sind alle diese Potenzen, weil es Potenzen von reinen Zahlgrößen sind, sehr wohl unter einander vergleichbar. Man ist also nicht berechtigt, die Gleichung (4), wie CZOGLER will, in drei Gleichungen zu zerfallen, es ist eine einheitliche Gleichung, aus der man über die drei in ihr auftretenden unbekanntenen Größen x, y, z gar nichts Bestimmtes erfahren kann.“

Zwei Punkte sind hier näher zu erwägen: erstens, daß hier nicht mehr bloß von Maßzahlen, sondern geradezu von „reinen“ Zahlen gesprochen wird, und zweitens, daß die Berechtigung des hübschen — sagen wir Kunststückes, durch bloße Dimensionsbetrachtungen den Bau physikalischer Formeln in Bezug auf die Potenzen der in den Formeln

¹⁾ Abgedruckt in den Unterrichtsblättern für Mathematik und Naturwissenschaften, herausgeg. von Schwalbe und Pietzker, Jahrg. IV (1898), No. 4, S. 64—66.

²⁾ a. a. O. S. 66—71.

vorkommenden Mafszahlen vorherzusagen³⁾, als in jedem Sinne verwerflich bezeichnet wird. Der letztere Punkt berührt sich näher mit den eigentlichen Interessen des Physikers als der erstere, der sehr theoretischer Natur ist und manchem den Eindruck hervorbringen kann, daß es wohl gar nur Wortstreit sei, wenn ich zwischen „Mafszahlen“ und „reinen Zahlen“ noch unterscheide. Daher zuerst ein hoffentlich noch hinreichend physikalisch klingendes Argument zugunsten des von PIETZKER verworfenen Verfahrens. Ich will nur statt des von WEISE herangezogenen Beispiels von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Transversalwellen in Saiten das einfachere der Schwingungsdauer des mathematischen Pendels der Erörterung zugrunde legen. Die Aufgabe lautet in diesem Falle:

Gesetzt, man wisse von irgendwoher (etwa aus vorläufigen qualitativen Versuchen), daß die Schwingungsdauer t des mathematischen Pendels von der Pendellänge l und der Schwerebeschleunigung g , und zwar nur von diesen zwei Größen abhängt. Man soll aufgrund der bloßen Dimensionen von t , l und g beweisen, daß zwischen den drei Größen eine Gleichung von der Form $t = x\sqrt{l/g}$ bestehe, worin x eine unbenannte oder reine Zahl (eine Größe von der Dimension Null⁴⁾) bedeutet, deren wahrer Wert π durch die bloße Dimensionsmethode natürlich nicht zu gewinnen ist. — Nach der Dimensionsmethode wird nun so geschlossen: Da l die Dimension L und g die Dimension $L T^{-2}$ hat, so müssen l und g dividiert werden, damit sich die L „heben“, und zwar muß l im Zähler, g im Nenner stehen, damit aus T^{-2} werde T^{+2} ; und es muß dann aus dem Bruche l/g die Quadratwurzel gezogen werden, damit aus T^{+2} werde T^{+1} — denn dies und nur dies ist ja die Dimension von t . — Keine Frage, der Gedankengang nimmt sich recht gewagt aus, und es wird an ihm nichts geändert, wenn man ihn statt in Worten in Gleichungssymbolen darstellt:

$$T = L^x \cdot (L T^{-2})^y, \text{ oder } T^1 = L^{x+y} \cdot T^{-2y}, \text{ also } x+y=0, -2y=1$$

woraus folgt $x = +\frac{1}{2}$, $y = -\frac{1}{2}$; somit $T = L^{\frac{1}{2}} \cdot (L T^{-2})^{-\frac{1}{2}}$, und $t = x\sqrt{l/g}$.

Aber — frage ich gegen PIETZKER zugunsten der Dimensionsmethode —: ist dieses Zerfallen der Gleichungen etwas anderes als die bloß formelle Umkehrung eines Verfahrens, zu dem wir nicht nur im physikalischen, sondern auch im mathematischen Unterrichte die Schüler anzuhalten pflegen, nämlich das Prüfen einer Gleichung auf ihre Homogenität?⁵⁾ Wir halten es für ein nicht nur praktisch handsames, sondern auch theoretisch wohl begründetes Mittel, Rechenfehler z. B. aus stereometrischen Formeln dadurch rasch und sicher entdecken zu lassen, daß wir den Schüler aufmerksam machen, er habe z. B. vor dem Gleichheitszeichen ein Volumen, hinter dem Gleichheitszeichen eine Fläche angesetzt. Natürlich nur die Mafszahlen eines Volumens bzw. einer Fläche, nicht Volumen und Fläche selbst. Wir erklären es aber für selbstverständlich, daß weder ein Volumen einer Fläche, noch auch deren Mafszahlen einander gleich sein können⁶⁾. Was aber wäre gegen eine solche Mafszahlengleichheit

³⁾ Das Verfahren solcher Dimensionsbetrachtungen geht meines Wissens auf NEESEN (oder noch weiter?) zurück.

⁴⁾ Bekanntlich decken sich die Begriffe „unbenannte Zahl“ und „Größe von der Dimension Null“ nicht, sondern der letztere Begriff ist der weitere. Es sind nämlich z. B. die Winkel im absoluten Maße zwar von der Dimension Null, aber sie sind eben nicht „unbenannt“, sondern haben die „Benennung“: „Winkeleinheit im absoluten Maßsystem“, d. i. „Winkel, dessen Halbmesser gleich ist dem Bogen“ = $57^\circ 17' 44,8''$.

⁵⁾ Man vgl. auch WEISE a. a. O. S. 64. Übrigens hat nach WEISE (S. 66) „die Anwendung der Dimension als Prüfstein für die Richtigkeit einer Gleichung nur einen sehr untergeordneten Wert für den physikalischen Unterricht“.

⁶⁾ Freilich lassen sich künstliche Aufgaben ersinnen, in denen dieses Prinzip außer Kraft gesetzt ist. Z. B. Wie groß muß die Mafszahl der Seite eines Würfels sein, damit die Mafszahl seiner Oberfläche und seines Volumens einander gleich werden? Antwort: $a^3 = 6a^2$, also $a = 6$. Natürlich geht sogar dieses Rechnen mit bloßen Mafszahlen nur an, wenn die Wahl der Maßeinheiten für Oberfläche und Volumen sich in der bekanntesten bequemsten, aber nicht logisch einzigen möglichen Weise nach der Längeneinheit richtet.

einzuwenden, wenn die „Mafszahlen“ wirklich dasselbe wie „reine Zahlen“ wären? Gewifs — die Rechnung ist und bleibt falsch, wenn in ihr was immer für ein Fehler vorgefallen ist, ob nun einer im Potenzieren (einschl. Multiplizieren, Dividieren, Radizieren) der Mafszahlen, welches die Dimension beeinflusst, oder im Addieren (einschl. Subtrahieren), welches sie nicht beeinflusst. Aber es mufs doch noch einen unterscheidenden Grund haben, warum sich solche Fehler im Addieren und Subtrahieren durch die Dimensionsverglei- chung nicht verraten, wohl aber die Fehler im Multiplizieren, Dividieren, Potenzieren und Radizieren. Dieser Grund wird sich nicht ohne jenes tiefere theoretische Eingehen auf die begriffliche Verschiedenheit zwischen Mafszahl und reiner Zahl, und, darüber hinaus, ohne einen Einblick in das eigentliche Wesen der „Dimensionen“ formulieren lassen. Fürs erste aber darf man aus der praktischen Bewährung der Dimensionsverglei- chung in der Planimetrie und Stereometrie wohl den summarischen Schluss ziehen, dafs sie auch in der Physik einen ebensoguten Sinn und Nutzen haben wird, und man wird z. B. angesichts der fertigen (ohne Dimensionsmethode gewonnenen) Formel $t = \pi \sqrt{l/g}$ eine ganz nützliche Übung darin finden können, dafs die Dimensionen auf beiden Seiten stimmen müssen. Und zwar die Dimensionen für jede der hier vorkommenden zweierlei Gröfsen, die Raumstrecken und Zeitstrecken. — So glaube ich allgemeiner behaupten zu dürfen, dafs die direkte wie die inverse Dimensionsmethode (wie man die gewöhnlichen Homogenitätsprüfungen und die eigentliche Gleichungserfällung nennen kann) ganz berechtigt sei. Und zwar gilt dies in gleicher Weise von den Längen, Flächen und Volumen der „reinen Geometrie“ wie von den Längen, Zeiten und Massen des gegenwärtig vorzugsweise als „absolut“ bezeichneten Mafssystems, und ebenso auch noch von den Gröfse ngattungen was immer sonst für eines Mafssystems, sei es, dafs es die „Zurückführung“ irgend welcher physikalischer Gröfsen auf andere (gleichviel ob Grundgröfsen oder nicht) soweit als möglich, oder dafs es sie nur teilweise durchführt. —

II.

Die theoretischen Probleme, vor die wir uns durch diese Erwägungen, wie durch alle anderen, welche auf die psychologischen Grundlagen des physikalischen Denkens zurückgehen, geführt sehen, sind letztlich schon durch den Begriff des „Zurückführens“ einer physikalischen Gröfse auf irgendwelche andere aufgegeben worden. Es sei gestattet — wäre es auch nur, um zunächst durch die Erregung von Widerspruch zur vorurteilslosen Erwägung der hier einschlägigen psychologischen Thatsachen anzuregen — die These aufzustellen: Es giebt überhaupt kein „Zurückführen“ einer physikalischen Gröfse auf eine andere.

Wie diese These verstanden sein will, und was, wenn sie richtig verstanden ist, sich zugunsten ihrer Richtigkeit sagen läfst, sei an dem von WEISE angeführten und von PIETZKER weitergeführten Beispiele der Geschwindigkeit erläutert. Wenn es bei WEISE (a. a. O. S. 64) heifst, dafs „die Geschwindigkeitseinheit auf die Einheiten der Länge und der Zeit zurückgeführt“ sei, so kann das Wort „zurückführen“ in einem Sinne verstanden werden, in welchem gegen die Behauptung sachlich allerdings nichts mehr einzuwenden ist, nämlich, dafs die Geschwindigkeitseinheit abhängig ist von der Längen- und der Zeiteinheit und nur von diesen Einheiten. Es fragt sich nur, ob, wenn man dem Worte „zurückführen“ diesen Sinn unterlegt, man sich nicht doch sehr von der Bedeutung, die dem Worte „zurückführen“ nach dem natürlichen Sprachgefühl anhaftet, entfernt hat. „*B* ist auf *A* zurückgeführt“ besagt, dafs *B* bei hinreichend genauer Auffassung und Analyse sich als identisch, als eins mit *A* herausstellt. „*B* ist von *A* abhängig“ besagt nichts gegen die Zweiheit von *A* und *B*; vielmehr bedarf die „Abhängigkeit“, wie jede Relation, geradezu einer Zweiheit (oder Mehrheit) der Relationsglieder. — Um also zunächst den Streit um das Wort „zurückführen“ ganz auszuschalten und den psychologischen Kern des Problems bzw. obiger These rein sachlich festzustellen, werden wir uns zu fragen haben: Hat derjenige, welcher auf die Geschwindigkeit denkt, mit der eine bestimmte Raumstrecke binnen einer bestimmten Zeitstrecke zurückgelegt worden ist, nur diese zwei Vorstellungsinhalte des Weges und der



Zeit, oder kommt zu diesen die Vorstellung Geschwindigkeit als ein drittes, als ein von jenen beiden zwar abhängiges, aber doch nicht restlos in jenen beiden Vorstellungsinhalten aufgehendes Vorstellungsgewand erst noch hinzu? Ich habe mich schon bei anderer Gelegenheit (so in dieser Zeitschrift VIII 125, näher in meiner „Psychologie“ 1897, S. 125, 362 ff.) durchaus zur letzteren Ansicht bekannt: Geschwindigkeit ist gegenüber Weg und Zeit ein dritter neuer Vorstellungsinhalt. Ich kann und will nicht versuchen, den Beweis für letztere These an dieser Stelle in aller Ausführlichkeit zu geben. Die Untersuchung führt mitten durch psychologische Theorien⁷⁾, von welchen gesagt werden muß, daß sie bis zur Stunde sogar noch innerhalb der psychologischen Fachkreise nichts weniger als allgemein anerkannt sind. Umsoweniger ist von physikalischen Fachkreisen zu verlangen, daß sie das in sich so klar scheinende Gebiet der physikalischen Begriffe mit derlei psychologischen Streitobjekten belasten sollten. Gleichwohl darf daran erinnert werden, daß doch auch jene angeblich so klaren physikalischen Begriffsbildungen, also, um bei dem Beispiele zu bleiben, die beiden fast ausnahmslos verbreiteten Definitionen: „Geschwindigkeit ist der Weg in der Zeit“, und „Geschwindigkeit ist Weg dividiert durch Zeit“, gelegentlich gerade von physikalischer Seite als mindestens noch einer besonderen Interpretation bedürftig in Diskussion gezogen worden sind⁸⁾.

Um nun an dieser Stelle wieder die psychologische Seite des Problems, d. h. die nähere Charakterisierung derjenigen Art von Abhängigkeit, in welcher zu den Vorstellungen des Weges und der Zeit die Geschwindigkeit als ein drittes steht, möglichst zurücktreten zu lassen hinter dem physikalisch-mathematischen Interesse, das diese Abhängigkeit — namentlich auch für den physikalischen Didaktiker — besitzt, wollen wir nur diejenigen Voraussetzungen, welche der Formel $c = s/t$ zugrundeliegen, einmal ganz explicite aufzählen⁹⁾. Es sind ihrer nicht weniger als acht; und da sie, wie ich nicht verkenne, gerade

⁷⁾ Ich meine die Lehre von den zuerst durch EHRENFELS (1890) mit dem Terminus „Gestaltungsqualitäten“ versehenen Vorstellungsgewänden, siehe unten S. 22.

⁸⁾ Ich erinnere nur an die mehrfach citierten Worte des Herausgebers d. Zeitschr. (III 161).

⁹⁾ Um dem Mißverständnis vorzubeugen, als wollte ich diesen in der That sehr umständlichen Gedankengang in der Schule dargelegt oder auch nur erwähnt wissen, erlaube ich mir im folgenden die meinem Freunde Maiss und mir notwendig und ausreichend erscheinenden Bestimmungen aus dem Entwurf zu einem Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen mitzuteilen:

§ 4. Geschwindigkeit.

Die Bewegung einer Schnecke nennen wir „langsam“, die eines Eilzuges „schnell“. — Jeder Bewegung kommt eine Geschwindigkeit zu, deren Größe bemessen wird nach der Größe des Weges, der binnen bestimmter Zeit zurückgelegt worden ist.

Die Einheit der Geschwindigkeit (Geschwindigkeitseinheit, kurz G. E.) schreiben wir einem Punkte zu, der die Einheit des Weges in der Einheit der Zeit zurücklegt. Im C.S.G.-System wird als 1 G. E. die Geschwindigkeit eines Punktes gewählt, welcher 1 cm in 1 sec. zurücklegt.

Über die Abhängigkeit der Größe der Geschwindigkeit von der Größe des Weges und der Zeit setzen wir allgemein fest:

1. Legt ein Punkt $2, 3 \dots s$ cm in 1 sec. zurück, so ist seine Geschwindigkeit $2, 3 \dots s$ G. E.
2. Legt ein Punkt die s cm in $2, 3 \dots t$ sec. zurück, so ist seine Geschwindigkeit $c = s/2, c = s/3 \dots, c = s/t$ G. E. Aus der letzten Gleichung für die

(constante) Geschwindigkeit $= s/t$ folgt: $s = ct, t = s/c$. In Worten?

Man pflegt häufig abkürzend zu sagen: 1. Geschwindigkeit ist der Weg in der Zeiteinheit, 2. Geschwindigkeit der Weg dividiert durch die Zeit. Eigentlich gemeint sind in diesen (und allen ähnlichen) Sätzen die Beziehungen zwischen den Maßzahlen. So z. B. will der Satz 1. besagen: Die Maßzahl der Geschwindigkeit ist gleich der Maßzahl des in der Zeiteinheit zurückgelegten Weges. Dabei kommt die Gleichung $s = ct$ der Form nach überein mit der Gleichung $s = at$, welche im vorigen Paragraphen als Weg-Zeit-Gesetz für die gleichförmige Bewegung bezeichnet worden ist. Die Größe a war dort die Maßzahl des in der ersten und ebenso in jeder folgenden Sekunde zurückgelegten Weges; a ist also maßzahlengleich mit der Größe c . Die Maßeinheiten sind dagegen verschieden und

durch ihre Selbstverständlichkeit zum Teil Anstofs erregen werden, so beanspruche ich für sie ausdrücklich nichts anderes, als dafs sie zwar wie immer naheliegend, aber doch weder nichtssagend noch falsch seien.

1. Haben wir in einer Bewegung die Länge des zurückgelegten Weges und die Länge der dazu gebrauchten Zeit erfasst, so hängt von diesen zwei Vorstellungsinhalten als ein dritter die Vorstellung einer Geschwindigkeit ab [— sowie die Basis und die Höhe eines Rechtecks weder für sich noch irgendwie „zusammengenommen“ etwa schon die Fläche des Rechteckes sind, sondern die Fläche als ein den Längen gegenüber sogar qualitativ neues Vorstellungsgebilde nur „bestimmen“; und auch dies nur in gewissem Sinne, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll]. — Wie Weg und Zeit, so ist auch die Geschwindigkeit eine Gröfse, und zwar ist

2. die Geschwindigkeit um so gröfser, je gröfser der Weg bei gleicher Zeit, und

3. die Geschwindigkeit ist um so gröfser, je kleiner die Zeit bei gleichem Weg ist (über einen etwas subtilen Vorbehalt zu 2 u. 3 vgl. unten 6).

4. und 5. Die Gröfse der Geschwindigkeit hängt auch von keinen anderen Daten als eben von Weg und Zeit ab¹⁰).

6. Die Gröfse der Geschwindigkeit ist direkt proportional der des Weges. — Ich mufs bei diesem Punkt etwas länger verweilen, weil er ein typisches Beispiel für den logischen Vorgang beim sogenannten Definieren der abgeleiteten physikalischen Gröfsen darstellt. Bekanntlich gilt es als ein beliebtes logisches Mittel, alle näheren (psychologischen) Untersuchungen über die Provenienz eines Begriffes dadurch abzuschneiden, dafs man ihn samt seinem Terminus „per definitionem“ einführt. So erwachsen dann die mit dem Schein deduktiver Strenge ausgestatteten Systeme, die früher oder später doch wieder nicht recht befriedigen wollen. Einer empirischen Wissenschaft, wie der Physik einschliesslich Mechanik, steht ein solches Übertreiben des Prinzips der Definitionsfreiheit besonders übel an. Doch zu unserem speziellen Fall, der Abhängigkeit zwischen Geschwindigkeit und Weg: Steht es wirklich ganz bei uns, in unserer logischen Willkür, einfach „per definitionem“ festzustellen, dafs die Geschwindigkeit nach dem einfachsten aller funktionellen Verhältnisse, der direkten Proportionalität, mit dem Weg zusammenhänge, d. h. von ihm abhänge? Die Frage ist müfsig für alle diejenigen, welche in der Geschwindigkeit einen dritten Vorstellungsinhalt neben Weg und Zeit nicht zu sehen glauben. Versetzen wir uns aber in den Zustand des ganz und gar nicht im physikalischen Denken Geschulten: er wird, wenn ein Ding an ihm vorüberrollt oder -fliegt, namentlich wenn ihm seine Bewegung durch ihre Schnelligkeit oder Langsamkeit besonders auffällt, die Geschwindigkeit des Dinges wie eine besondere Eigenschaft unmittelbar erfassen und sich vielleicht gar nicht Rechenschaft darüber geben, dafs diese Geschwindigkeit etwas mit dem zurückgelegten Wege zu schaffen habe, ge-

die Gleichung $c = a$ sagt nur: die Geschwindigkeit enthält ebenso viele Geschwindigkeits-einheiten, wie der in einer Sekunde zurückgelegte Weg Längeneinheiten enthält; welches denn dann auch erst der vollständige Sinn des obigen abgekürzten Satzes 1 ist.

Ähnliches gilt von dem abgekürzten Satze 2; insbesondere ist klar, dafs es unmöglich ist, den Weg selbst durch die Zeit selbst zu dividieren. — Dies ist namentlich auch festzuhalten, wenn für die Geschwindigkeits-Einheit selbst die „Dimensionsbezeichnung“ cm/sec oder cm sec^{-1} benutzt wird (ähnlich wie man die Flächeneinheit durch cm^2 , die Volumseinheit durch cm^3 symbolisiert. —

[Es folgt dann die Einführung der Begriffe und Mafsformeln $v_m = (s' - s)/(t' - t)$ und $v = (s' - s)/(t' - t)$ für $t' = t$ bei veränderlicher Geschwindigkeit u. s. f.]

¹⁰) Diese Clausel ist ähnlich der, welche MACH in seiner Kritik der angeblichen Selbstverständlichkeit von ARCHIMEDES' Axiom des gleichseitigen Hebels geltend macht, nämlich: es verstehe sich nicht von selbst, dafs für das Gleichgewicht nur die Gröfse der Gewichte und der Hebelarme und nicht auch z. B. ungleiche Farben der Hebelarme, die Stellung des Beschauers, ein Vorgang in der Nachbarschaft u. s. f. Einflufs haben. — Ein Unterschied zwischen den beiden Fällen ist allerdings der, dafs die Abhängigkeit beim Hebel eine empirische, bei der Geschwindigkeit, um es kurz auszudrücken, eine apriorische ist.

schweige, dafs er auf das *genus proximum* der Definition „Geschwindigkeit ist Weg (in der Zeit 1)“ verfällt. Ein solcher naiver Beschauer grenzt ja meistens garnicht eine bestimmte Wegstrecke (und die dazu gehörige Zeitstrecke) innerhalb des Continuum des Weges (und der Zeit) ab. Dieser in solchem Sinne wenigstens scheinbar selbständigen Eigenschaft, der Geschwindigkeit, kommt nun, wie unter 1 bemerkt, Gröfse zu, und zwar stellt sich, wie unter 2 und 3 bemerkt, sofort für denjenigen, der bei zwei Bewegungen gleiche Zeitstrecken heraushebt und den zurückgelegten Weg bei der einen gröfser findet als bei der anderen, auch die Geschwindigkeit gröfser heraus (und analog die Geschwindigkeit kleiner bei gröfserer Zeit). Denkbar nun wäre es, dafs dieser neue Vorstellungsinhalt „Geschwindigkeit“ so beschaffen wäre, dann wenn bei gleicher Zeit der Weg 2, 3, 4, 5 mal so grofs, die Geschwindigkeit in einem von der Proportionalität merklich abweichenden Verhältnisse wüchse; es ist aber nur eine Thatsache, und zwar eine psychologische, also empirische, dafs wir von einer solchen Abweichung nichts merken. Erst nachdem dies psychologisch festgestellt ist, vervollkommen wir diese psychologische Thatsache der Nicht-Verschiedenheit durch den logisch-mathematischen Begriff der Gleichheit, d. h. wir setzen nunmehr in der That künstlich (aber doch nicht mehr „willkürlich“) *per definitionem* fest, dafs die Geschwindigkeit dem Wege direkt proportional, — und durch ganz analoge Erwägungen,

7. dafs die Geschwindigkeit der Zeit verkehrt proportional sein soll.

8. Erst nach allen diesen Festsetzungen ist die herkömmliche, rein mathematische Einführung der Mafsbestimmungen für die Geschwindigkeit qualitativ ausreichend begründet. Namentlich die Einführung der Geschwindigkeits-Einheit als die der Weg- und Zeiteinheit entsprechende (bekanntlich nur die praktisch einfachste unter allen anderen ebenso möglichen) ist ganz angewiesen auf die Bestimmungen 4 und 5, dafs die Gröfse der Geschwindigkeit nicht auch noch von anderen Gröfsen als denen des Weges und der Zeit abhängt. Worauf sich dann aus den Feststellungen 6 und 7 über die einfache bzw. verkehrte Proportionalität zwischen Weg und Zeit schliesslich die vollständige Mafsformel $c = s/t$ ergibt.

III.

Wenn ich mich in vorstehendem Abschnitt mit WEISE und PIETZKER im wesentlichen wohl in Übereinstimmung befinde, so scheint mir in einer schon angedeuteten Richtung PIETZKER doch um einen Schritt weiter als nötig gegangen zu sein; und ich knüpfte, um sogleich wieder einen für die physikalische Betrachtungsweise durchaus aktuellen Punkt hervorzuheben, an den schon oben in gröfserem Zusammenhange angeführten Satz an, „Jede physikalische Gleichung ist . . . eine Verhältnisgleichung.“ Hiermit scheint ja geradezu das so oft beklagte Proportions-Wesen oder -Unwesen rehabilitiert. Es sei demgegenüber gestattet, als einen besonders kräftigen Ausdruck der gegenwärtig wohl bei weitem dominierenden — sagen wir wieder: Geschmacksrichtung, welche die Proportionen geradezu verpönt, die Stelle aus den Anmerkungen anzuführen, welche A. v. ÖRTINGEN seiner Übersetzung der *Discorsi* von GALILEI beigegeben hat (Ostwalds Klassiker No. 11, S. 131):

„Hier ist es am Orte zu zeigen, wodurch allein bei GALILEI schwerfällige Beweise bedingt sind, während unser Autor sonst sich stets einer gefälligen, klaren Sprache bedient. Diese Schwerfälligkeit tritt überall sofort ein und nur da, wo Proportionen angesetzt werden . . . Die ältere Zeit gestattete nur, gleiche Qualitäten mit einander zu vergleichen, während es eine Errungenschaft späterer Zeit ist, heterogene Gröfsen, also verschiedene Qualitäten auf einander, zu beziehen, sie mit mathematischen Operationen zu verknüpfen und bei Wahrung des „Dimensionsbegriffes“ in Gleichung zu setzen. Auf beiden Seiten einer Gleichung durften damals nur reine Zahlen stehen, wir fordern nur, dafs die physischen Qualitäten oder Dimensionen sich aufheben. Nach angesetzter „Gleichung“ finden wir durch Rechnung ein Resultat, welches dort eine lange Reihe einzelner Schlussfolgerungen beansprucht. Einem jeden Gliede solch einer Reihe, also einer jeden Proportionen, entspricht eine bestimmte Vorstellung physischer Verhältnisse. Man

wird es lehrreich finden, daß Beweise, die im Texte eine ganze Seite einnehmen, heutzutage mit zwei Zeilen abgethan sind, wobei zu bemerken wäre, daß durch jene alte Beweismethode der innere Zusammenhang des Resultates mit den Prämissen keineswegs klarer wird, sondern oft derart verworren, daß Galilei selbst das Empfinden dieses Umstandes mehrmals Herrn Sagredo in den Mund legt . . .

Übrigens sind wir noch heutzutage durchaus Erben unserer Vorzeit. Es herrscht im Gymnasialunterricht der Ansatz nach Proportionen vor. Ein allgemeines Beispiel mag dies erläutern: Man lehrt, y verhalte sich zu y' wie x zu x' . — Statt beider Behauptungen und mindestens neben beiden sollte der Schüler angewiesen werden, jede erkannte Proportion mit: $y = a \cdot x$, sowie die umgekehrte Proportion mit $y = \frac{a}{x}$ anzusetzen. Hier repräsentiert a einen aus den Qualitäten von y und x gebildeten neuen Begriff: $a = \frac{y}{x}$, resp. $a = y \cdot x$. So geringfügig die Frage erscheinen mag, so folgerich ist sie für den Unterricht.“

Ich gestehe sogleich ein, daß ich nicht ganz so weit gehen möchte, wie hier ÖTTINGEN (der übrigens in den Worten „und mindestens neben beiden“ auch schon seine Ablehnung mäfsigt). Richtig ist ja, daß die Darstellungsform in Proportionen uns heute die Lesung älterer Schriften geradezu vergällen kann; ich führe als ein starkes Beispiel aus NEWTON'S *Principia mathematica philosophiae naturalis* den Abschnitt XII „Von den Anziehungskräften sphärischer Körper“, § 113 an, wo der Lehrsatz von der Anziehung der Kugeln auf äussere Punkte an zwei nebeneinander stehenden Figuren, welche gleiche sphärische Kugeln darstellen, bewiesen wird — zwei gleiche Figuren, nur damit in Proportionen gearbeitet werden könne! Und auch im Unterricht wird man nicht erst solche Auswüchse, sondern überhaupt den Gebrauch von Proportionen wie $p_1 : p_2 = m_1 : m_2$, $p_1 : p_2 = g_1 : g_2$, also $p_1 : p_2 = m_1 g_2 : m_2 g_1$ vermeiden, wo man die Gleichung $p = m g$ haben kann. Ich erinnere mich freilich aus meiner eigenen Schulzeit mit Schauder an die verzweifelten Bemühungen der wenigen Kameraden, denen um ein Verstehen des Lehrbuches und des „Vortrages“ überhaupt zu thun war, uns darüber klar zu werden, warum aus den zwei obigen Proportionen gefolgert wird $p_1 : p_2 = m_1 g_1 : m_2 g_2$ und nicht, wie wir durch Multiplizieren der Proportionen Glied für Glied gefunden zu haben glaubten, $p_1^2 : p_2^2 = m_1 g_1 : m_2 g_2$. Ich stelle dieses Beispiel einer künftigen Geschichte des physikalischen Unterrichtes zur Verfügung. Sie wird erst dann die wunden Punkte recht entdeckt haben, wenn sie sich vor allem um diese kleinen Schmerzen der Schüler kümmert.

Ich glaube aber, daß es doch auch Situationen für das Denken des Forschers wie des Schülers giebt, in denen man den Begriff und das Wort „proportional“ (einfach und verkehrt proportional, nach der 1., 2., 3., $\frac{1}{2}$. Potenz u. s. f.) nicht gern wird entbehren wollen. Vor allem in der Geometrie der Ähnlichkeit: die „Gleichheit der Verhältnisse“ ist und bleibt ja doch ein charakteristisches Merkmal und für sie ist eben „Proportion“ der Terminus technicus. Aber auch der so fruchtbare Begriff „mechanisch ähnlicher Vorgänge“ (dank welchen z. B. GALILEI seine Versuche an der schiefen Ebene ohne weiteres auch für die Gesetze des freien Falles beweiskräftig halten durfte) besteht ganz eigentlich in der Gleichheit von Verhältnissen. Ferner: Aus der Gleichung $s = \frac{g}{2} t^2$ ergibt sich als ein rechnerisch zunächst freilich ärmerer Gedanke $s_1 : s_2 = g_1 : g_2$. Aber gerade um diesen, eben doch eine andere Seite der Gröfsenbeziehungen beleuchtenden Gedanken ist es uns zu thun, wenn wir z. B. beim Stofs zweier verschiedener Massen einsehen wollen, daß in dem Masse, als die Massen verschiedene Beschleunigungen erhalten, sie auch während der nämlichen Zeittheilen ebenso sich verhaltende Teilstrecken und im ganzen also ebenfalls jenen Beschleunigungen proportionale Gesamtstrecken zurücklegen. — Ein zweites Beispiel ist der Beweis für den Isochronismus der Sinusschwingungen. — Ich denke also, es sollte im Kampfe gegen die Proportion das *est modus in rebus* nicht ganz vergessen werden.

Der Satz OETTINGENS, „auf beiden Seiten einer Gleichung durften damals nur reine Zahlen stehen“, kommt dem nahe, was PIETZKER auch jetzt wieder empfiehlt. Im Satz

OETTINGENS, „wir fordern nur, daß die physischen Qualitäten oder Dimensionen sich aufheben“, scheint mir auch der Ausdruck „aufheben“ wieder nicht glücklich und wird sich wörtlich wohl nicht halten lassen.

Von sachlicher Wichtigkeit aber und eingehender Überprüfung jedenfalls wert ist es, daß OETTINGEN hier geradezu sagt, „physische Qualitäten oder Dimensionen“. Diese Gleichstellung, bezw. eine solche Interpretation des Dimensionsbegriffes wird mit PIETZKERS prinzipieller Auffassung überhaupt nicht mehr vereinbar zu sein. Und doch scheint mir OETTINGEN mit der Wendung, daß wir verschiedene Qualitäten auf einander beziehen und sie mit mathematischen Operationen verknüpfen, zum mindesten das Problem eines tieferen Verständnisses dafür, was Dimensionen eigentlich seien, wirksam formuliert zu haben.

IV.

Wir stehen hiermit vor demjenigen psychologischen Restproblem, welches ich oben absichtlich hinter die physikalische Erörterung habe zurücktreten lassen. Offen gelassen wurde in obiger Betrachtung ganz und gar die Frage, wie aus den anschaulichen Vorstellungen eines bestimmten Weges und einer bestimmten Zeit die **dritte** neue Vorstellung der Geschwindigkeit eigentlich hervorgehe. Nur psychologische Selbstbeobachtung eines jeden, der in sich wirklich die Geschwindigkeits-Vorstellung des gemeinen Mannes vorfindet — mag er nebenbei auch noch die mathematischen Definitionen $c = s/t$, $v = ds/dt$, „Geschwindigkeit ist Weg durch Zeit“ u. s. f. im Kopfe haben oder nicht — kann auf jene Frage die richtige Antwort liefern. Ich habe in dieser Zeitschrift (*VIII 125 ff.*, sozusagen zur Wahrung der Priorität des mir allerdings wichtig scheinenden Gedankens) angedeutet, daß ich die Vorstellung der Geschwindigkeit für ein spezielles, und zwar für ein sehr gutes Beispiel für diejenige Klasse von Vorstellungsgebieten halte, welche EHRENFELS „Gestaltqualitäten“, MEINONG „fundierte Inhalte“ nannte. — Da ich bereits anderweitig¹¹⁾ auszugsweise Darstellungen von EHRENFELS Theorie gegeben habe, mag hier die kurze Anführung seiner zwei Hauptbeispiele genügen: 1. das der Melodie, welche mehr sein muß als eine bloße Summe der Töne, weil wir die Melodie als die gleiche erkennen trotz beliebigen „Transponierens“, und 2. das Beispiel der Raumbestalten, welche als „Gestalten“ bei weitem mehr sind, als eine bloße Summe, ein Aggregat der einzelnen in der Gestalt unterscheidbaren Örter. — Nicht immer rufen in einem Hörenden die einzelnen Töne den Eindruck des einen melodischen Ganzen hervor (und eben dies ist dann vielleicht der häufigste Fall eines eigentlichen Unmusikalisch-Seins — nicht der der Tontaubheit, der geringen Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen, schlechten Gedächtnisses für absolute und relative Tonhöhen und worin man sonst bei Unmusikalischen den Mangel zuerst zu finden meint). Wer aber die Melodie als solche aufgefaßt hat, in dem haben die einzelnen Töne eben ein Drittes produziert oder hervorgehoben: und dies ist, was zunächst bei Tönen EHRENFELS die Gestaltqualitäten nennt.

Hieran anknüpfend wies MEINONG auf die Analogie hin, daß auch schon bei den allgewöhnlichsten Relationen, z. B. Gleichheit, die Relation selbst als ein drittes zu den Gliedern der Relation hinzukommt, welche insofern für die Relation die „Fundamente“ sind, und im Licht dieser theoretischen Analyse ergab sich für die längst bekannten Relationen, wie für die von EHRENFELS entdeckten Gestaltqualitäten der gemeinschaftliche Name „fundierte Inhalte.“

Wirklich ist es nun mit der Geschwindigkeit wie mit der Melodie. Wir können uns einen Weg zusammen mit der Zeit, binnen welcher er zurückgelegt worden ist, vorstellen und müssen noch nicht die Geschwindigkeitsvorstellung haben. Aber wir werden sie in der Regel haben. (Der Schüler, für den schon s und t nur Zahlen oder gar nur Buchstaben gewesen sind, hat die Geschwindigkeitsvorstellung natürlich nicht — allenfalls wird ihm diejenige, die er gewiß früher immer gehabt hatte, durch ein verkehrtes „Definieren“ schließlichsch noch ausgetrieben; natürlich nur für die Schulstunden — außerhalb der Schulstube sieht

¹¹⁾ Meine „Psychologie“ (1897) und meine „Grundlehren der Psychologie“ § 30.

er nach wie vor geschwinde und langsame Droschken, Uhrzeigerspitzen u. s. f., nur wird er sich nicht beifallen lassen, auf diese seinen „wissenschaftlichen“ Begriff der Geschwindigkeit jemals anzuwenden). — Das Hauptkriterium, ob ein zusammengesetzter Vorstellungsinhalt eine Gestaltsqualität einschliesse oder nicht und was insbesondere an der Vorstellungsexpression der fundierten Inhalte selbst nach Abzug der fundierten Inhalte sei, bildet für EHRENFELS die Ähnlichkeit beim „Transponieren“ (wie man speziell in der Musik sagt, in welche aber der Ausdruck ohnedies auch aus der räumlichen Vorstellung herübergenommen ist). Was trotz des Transponierens der Elemente „dasselbe“ bleibt, ist der fundierte Inhalt. — Diese psychologischen Grundbestimmungen treffen nun aufs vollständigste bei der Geschwindigkeitsvorstellung zu. Haben wir einen Körper s cm binnen t sec oder $2s, 3s, \dots ns$ cm binnen $2t, 3t, \dots nt$ sec sich bewegen sehen, so bleibt unsere Geschwindigkeitsvorstellung „dieselbe“; ganz ebenso wie wir dieselbe Melodie in verschiedenen Tonarten hören und wiedererkennen. (Psychologisch exakter müßte hier überall statt „dieselbe“ stehen „eine ähnliche“; doch habe ich hier den Ausdruck vermieden, um nicht Nebenvorstellungen an geometrische und mechanische Ähnlichkeit zu erwecken.) Eben diese Indifferenz der Geschwindigkeitsvorstellung gegen die absoluten Größen der jeweilig zugrunde liegenden Weg- und Zeitstrecken wird es wohl hauptsächlich sein, welche der Definition „Geschwindigkeit ist das Verhältnis von Weg und Zeit“ zu so zähem Leben verholfen hat, wiewohl doch unzählige Male gegen das Dividieren der „ungleich benannten“ Größen Weg und Zeit protestiert worden ist. „Verhältnis“ ist eben ein sehr allgemeiner Name — weit über das bevorzugte „geometrische Verhältnis“ $a:b$ und das schon viel seltener genannte „arithmetische“ $a-b$ geht er ja auf geradezu alle Relationen des wissenschaftlichen und auch des wirklichen Lebens; und so schließt er ohne empfindlichen Zwang auch noch diejenigen fundierten Inhalte ein, die nicht Relationen sind. Ist diese Analyse des Sprachgefühles im Recht, so kann man gerade im Lichte der neuen Theorie vielleicht finden, dafs bei der anstößigen Formel „Verhältnis von Weg und Zeit“ trotz der arithmetischen Unmöglichkeit etwas sachlich d. h. psychologisch Richtiges vorgeschwebt haben mag.

Hiermit stehen wir denn vor der letzten der von PRIETZKER angeregten prinzipiellen Fragen, nach welcher er seinem Aufsatz den Titel gegeben hat „Die Tragweite der Lehre von den physikalischen Dimensionen“, nämlich, ob es wirklich „eine willkürliche Annahme vorstellt, wenn man als Ausdruck der Abhängigkeit nur die Potenz verwendet, da ja aufer dieser Form noch ganz andere Abhängigkeitsformen denkbar sind“. Ich möchte dem gegenüber darauf hinweisen, dafs es doch wohl ganz bestimmte Gründe haben müsse, dafs es nur zwei Typen physikalischer Dimensionen überhaupt giebt, den multiplikativen und den divisiven Typus. Wir lassen die Fläche, die Arbeit durch die Multiplikationen $f=gh, A=ps$, dagegen die Geschwindigkeit, die Dichte durch die Divisionen $c=s/t, d=m/v$ aus anderen Größen hervorgehen. Alle positiven und negativen ganzen Potenzexponenten folgen aus wiederholten derartigen Operationen, und erst hieraus die gebrochenen Exponenten durch ein zwar eigentümliches, aber wie mir scheint, nicht so prinzipielles Verfahren, wofür das lehrreichste Beispiel die (von PRIETZKER schwerlich mit Recht angefochtene) Einführung der Ladungsmenge auf Grund des Coulombschen Gesetzes bildet, wo nämlich zwei als gleich angenommene Größen nach dem multiplikativen Typus verknüpft sind, was zur Potenzierung und invers zum Radizieren führt. Die Frage wird also sein: Wie sind die Physiker dazu gekommen, ihre Größen nur durch Multiplikation und Division zu verknüpfen? Ich glaube nicht, dafs sich die Frage durch blofs formalistische Erwägungen aus der Welt schaffen läßt. Ich glaube vielmehr, dafs es ganz bestimmte Typen von Gedanken, von Denkformen seien, denen jene beiden Typen von Rechnungsoperationen parallel gehen. Ich muß mich hier beschränken, nur die Aufgabe formuliert zu haben, und nur um die Aufgabe als solche als nicht inhaltsleer erscheinen zu lassen, führe ich als ein Beispiel die Vorstellungsweise an, welche uns zur Formel für die Dichte $d=m/v$ führt. Wer sich auch hier nicht mit einem blofsen Berufen auf die „willkürliche Definition“ beschränken mag, wird den Anfänger bei der Vorstellung festhalten, er möge sich etwa in einer Lade von

bestimmtem Rauminhalt zuerst 1 Sack Wolle und dann nach entsprechendem Zusammen-drücken der zuerst wenig dichten Wolle noch einen 2., 3. Sack Wolle u. s. f. untergebracht denken. Aus dieser anschaulichen Vorstellung werden sich dann die abstrakten der Menge und des Behältnisses, in welchem sie „untergebracht“ sind, als die wesentlichen herausstellen, welche nicht nur im konkreten anschaulichen Beispiele, sondern typisch die Operation des Dividierens geradezu fordern. Dabei können als „Menge“ auftreten Masse, Gewichte, Elektrizitätsmengen u. s. f., als „Behältnisse“ Volumina, Flächen (z. B. bei der Flächendichte einer elektrischen Ladung), Linien (z. B. bei der Längendichte einer Saite, definiert als Masse in der Längeneinheit). Was überall bleibt, und uns m/v , ϵ/a , m/l überhaupt unter den gemeinsamen Begriff und Namen „Dichte“ bringen läßt, ist eben jene Vorstellung des „Unterbringens“ und von ihr gefordert die Operation des Dividierens.

Dieses Beispiel von Dichte im allgemeinen zugegeben, erschließt sich uns auch wohl noch ein Einblick, der um einen Schritt weiter in das Wesen derjenigen speziellen Gestaltqualität eindringt, als die wir oben die „Geschwindigkeit“ erkannten. Auch beim Denken einer Geschwindigkeit denken wir uns den Weg in der Zeit sozusagen „untergebracht“; und ebenso wieder bei der Conzeption des Beschleunigungsbegriffes einen Geschwindigkeitszuwachs in der Zeit untergebracht u. s. f. Wirklich glaube ich, daß so allgemein gefaßt, der Begriff Dichte, wenn nicht alle, so doch sehr viele nach dem divisiven Dimensionstypus geschaffenen physikalischen Größen umfaßt. — Für den multiplikativen Typus ist das Rechteck oder das Paralleloiped vorbildlich (wie ja auch ihre Eignung als Diagramme von Arbeiten u. dgl. praktisch zeigt). — Dem reinen Mathematiker nun möchte es sehr gleichgültig scheinen, ob er die Beziehung $V = Bh$ in dieser multiplikativen Form oder in der divisiven $h = V/B$ vor sich hat. Aber bei aller Definitionsfreiheit dürfte es doch als in einem bedenklichen Sinne „willkürlich“ auffallen, wenn jemand etwa eine Höhe als Quotienten aus Volumen und Fläche vorstellig zu machen versuchte. Ich schliesse aus dieser Beschränkung der „Willkür“ im Definieren, daß jene zwei Typen von Dimensionen eben doch irgendwie schon *in rerum natura* gegründet seien, was keineswegs ausschließt, daß wir zur Vorstellung der so begründeten Größen erst durch eigenartige psychologische Complexionsformen — die freilich ihrer näheren Erforschung noch harren¹²⁾ — gelangen. Diese psychologische Aufgabe ist sicherlich nicht zu lösen ohne genaues Vertrautsein mit dem physikalischen Zusammenhange, dem jene Formeln in jedem speziellen Falle ihrer Anwendung Ausdruck geben. Auch für den Physiker als solchen liegt hier, namentlich wenn es sich um die Bildung zweckmäßiger Termini handelt, noch manche Frage vor. Wir sind so schnell mit der Anwendung der Termini „Grad“, „Intensität“, „Stärke“ im Gegensatz zur „Menge“ bei der Hand: sollte z. B., was wir Stromstärke nennen, nicht vielmehr Strommenge heißen? Giebt es für die Wahl zwischen mehreren instinktiv sich anbietenden Terminis logisch feststellbare Regeln? Wären diejenigen im Recht, welche für die Physik volle Definitionsfreiheit, d. h. Beiseitesetzung aller Rücksichten auf die vorwissenschaftliche Bezeichnungsweise in Anspruch nehmen, so müßte es ja erlaubt sein, auch s/t als Arbeit, ps als Geschwindigkeit zu bezeichnen. Scheint das denn doch zu weit gegangen, so wird jene psychologische Analyse, wie wir es anfangen, „heterogene Größen, also verschiedene Qualitäten auf einander zu beziehen, sie mit mathematischen Operationen zu verknüpfen und bei Wahrung des Dimensionsbegriffes sie in Gleichung zu setzen“, eine dankbare Aufgabe

¹²⁾ Sollte es mir vergönnt sein, meine hierher gehörigen, zum Teil durch die Bedürfnisse des physikalischen Unterrichtes veranlaßten Gedanken zu Papier zu bringen, so würde ich dies thun in Form von etwa sechs Heften „Psychologische und logische Analysen der Leitbegriffe der mathematischen Physik“. Den oben angeregten Gegenstand würden die zwei ersten Hefte zu behandeln haben, als deren Gegenstände ich in Aussicht genommen habe: I. Die Vorstellungen von Geschwindigkeit, Dichte, Intensität; II. Die zwei Typen physikalischer Dimensionen; III. Die Begriffe von Kraft und Masse; IV. Die Begriffe von Arbeit und Energie; V. Die nicht mechanischen Größen der Physik; VI. Die allgemeinen Prinzipien physikalischer Größenbestimmungen.

bleiben. Wie in den soeben nochmals angeführten Worten hat sich OETTINGEN auch in der Behauptung „hier [nämlich in $y = ax$, $y = \frac{a}{x}$] repräsentiert a einen aus den Qualitäten y und x gebildeten neuen Begriff $a = \frac{y}{x}$, resp. $a = yx$ “ für die qualitative Deutung des Dimensionsbegriffes ausgesprochen.

Indem ich ebenfalls für diese Auffassung eintrete, erübrigt mir nur noch die Bemerkung, daß ich PIETZKER nicht ganz Unrecht gebe, wenn er die Bezeichnung „Dimension“ als „wenig glücklich“ bezeichnet. Zum mindesten wird ja das Wort Dimension hier in einem über seinen ursprünglichen stark erweiterten Sinne gebraucht. Was „die drei Dimensionen des Raumes“ sind, wissen wir ja im ganzen sehr gut (unbeschadet der bekannten Spekulationen, die sich auch schon an diesen Begriff geknüpft haben); und dieser klare Begriff kann nur verdunkelt werden, wenn man, wie es oft geschehen ist, bloß um den Begriff einer Funktion mit vier bezw. fünf Variablen zu illustrieren, auch noch die Zeit und die von Punkt zu Punkt wechselnde Dichte mit demselben Namen „Dimension“ bezeichnete, wie jene drei guten alten Raumdimensionen, die vor allem das für sich haben, daß sie unter einander streng gleichartig sind (— trotz der psychologischen Ausnahmstellung der „Tiefendimension“ vor den „Flächendimensionen“). Offenbar wieder ganz anderes hatte man im Sinne, wenn man seit ¹³⁾ FOURIER z. B. von „Dimensionen“ der Geschwindigkeit spricht. Und was ganz speziell die Bezeichnungsweise betrifft, so stehe ich nicht an, mit PIETZKER das Zeichen cm sec^{-1} und ebenso sämtliche übrigen „Dimensionen“ für eine Absurdität zu halten — aber eben nur, wenn man sie buchstäblich lesen wollte, was aber wahrscheinlich den wenigsten überhaupt je einfällt. Bedeutet sec die „wirkliche“ Zeiteinheit und bedeutet der Potenzexponent, daß man jenes „Wirkliche“ potenzieren soll, so ist und bleibt der Gedanke wie die Operation unausführbar. Ohne Zweifel hat aber bei der Wahl des Symbols eine Art Ineinanderschiebung zweier Gedanken stattgefunden: 1. Du sollst durch die Maßzahl dividieren und 2. du sollst in Erinnerung behalten, daß die Maßeinheiten Sekunden sind. Wird der Schüler, wenn zum erstenmale das Dimensionssymbol cm sec^{-1} eingeführt wird, darauf aufmerksam gemacht, daß er sich nicht mehr, freilich auch nicht weniger, bei dem Symbol denken dürfe, so halte ich es auch schon für Schüler unverfänglich. Und deshalb erneuere ich den Vorschlag, bei einigen wenigen Dimensionsbezeichnungen, die das Gedächtnis gewiß nicht belasten, namentlich für Geschwindigkeit und Beschleunigung, dem Schüler die Exponenten-Symbole cm sec^{-1} und cm sec^{-2} nicht zu „schenken“, dagegen statt der complizierten Bezeichnungen, z. B. für die elektrischen und magnetischen Mengeeinheiten $\text{cm}^{1/2} \text{sec}^{-1} \text{g}^{1/2}$ (die immerhin einmal vor den Augen der Schüler entwickelt worden sein mögen) sich für die spätere praktische Anwendung in Rechenaufgaben mit der Angabe der Grundeinheiten in der Form (cm, sec, g) oder z. B. für die Constante des Planetensystems a^3/T^2 nur mit (cm, sec) statt $\text{cm}^3 \text{sec}^{-2}$ zu begnügen, insoweit nicht die noch unmittelbarere Bezeichnung: Ladungs-Einheit, Potential-Einheit u. dgl. genügt.

Kleine Mitteilungen.

Über die Handhabung des verdichteten Sauerstoffs.

Von Prof. Dr. Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a. H.

Eine Stahlflasche mit verdichtetem Sauerstoff sollte vorgeschriebenes Einrichtungsstück des Experimentalunterrichts höherer Schulen sein. Für die Verwendung von Sauerstoff zu Heiz- und Beleuchtungsversuchen bietet der physikalische und chemische Unterricht über Erwarten oft Gelegenheit, worauf schon SCHWALBE in d. Ztschr. IX 60 hingewiesen hat. Mit der Sauerstoffbombe liegt es ähnlich, wie mit einer zweckmäßig aufgestellten Akku-

¹³⁾ Nicht mit Fourier, worauf ich in dieser Zeitschrift XI 77 aufmerksam gemacht habe.
U. XII.

mulatorenbatterie. Auch ein experimentierscheuer Lehrer wird, wenn ihm nur Sauerstoff oder elektrischer Strom auf dem Experimentiertische jederzeit bequem zur Hand sind, sein Demonstrationsprogramm erweitern und damit den naturwissenschaftlichen Unterricht ungemein befruchten.

Ich verwende eine 500 Liter-Flasche mit Elkanschem Sauerstoff bereits 8 Jahre lang in ausgiebiger Weise und habe mir die Handhabung so bequem und zuverlässig wie möglich zu machen gesucht. Die Flasche, welche ihren ständigen Platz in der Nähe des Experimentiertisches hat, ist mit ihrem Fufse in ein quadratisches Brett von 30 cm eingelassen, hauptsächlich um zu verhindern, daß sich die ganze Flasche auf dem Boden dreht, wenn man das Ventil aufdrehen will. Das Handrädchen ist nach Entfernung der Befestigungsmutter von dem Vierkant des Ventils abgenommen und auf einen langen Holzhebel *H* geschraubt, wie aus der Figur (der folgenden Mitteilung) zu erkennen. Dieser Schlüssel hat seinen Platz in einem besonderen Fach des Experimentiertisches, sodafs mißbräuchliches Öffnen des Ventils schwer möglich ist.

Ein Druckreduzierventil, das mehr kostet als die ganze Flasche, ist überflüssig. Auch bezweifele ich, ob man damit solche geringen Drucke, wie sie die meisten Versuche erfordern, sicher und gleichmäfsig einstellen kann. Man bedarf aber einer Vorrichtung, um Spannung und Stärke des von der Flasche kommenden Sauerstoffstroms fortlaufend beobachten zu können. Es dient dazu eine etwa 25 cm hohe stabile Flasche *P* (s. d. Fig.) voll Wasser, in welche der Stiel *O* eines T-Rohrs eintaucht. Der Schenkel *N* wird mit der Bombe, *M* mit dem betreffenden Apparat verbunden. Der Stand des Wassers in *O* zeigt den Druck an, wobei einige übergestreifte Gummiringe deutlich sichtbare Marken abgeben. Bei zu hohem Druck entweicht der Gasüberschuß unten aus *O* und durch ein Luftloch des Stopfens. Beim Zudrücken des Abführungsschlauchs gewinnt man sofort eine Anschauung von der Stromstärke. Ein beachtenswerter Kunstgriff ist noch der, daß der Auslafsschenkel *M* bis auf 2 mm verengt ist. Ohne dieses könnte man gelegentlich, wenn in der Ableitung kein Widerstand wäre, viel Sauerstoff vergeuden, ohne es zu bemerken. Dank der Verengung aber wird immer ein Druck sichtbar, sobald der Gasstrom einsetzt.

Mit dieser Flasche kann man in Verein mit dem langen Hebel den Sauerstoffstrom auf das genaueste regeln und überwachen. Nach der ersten Einstellung des Ventils braucht man weiterhin zum Nachregulieren nur mit einer Hand gegen das Ende des Hebels zu klopfen.

Da ungewollte Verluste bei einer derartigen Anordnung kaum vorkommen können, reicht der Inhalt der Flasche bei normalem Unterrichtsbetrieb jahrelang. Ich zehre noch immer an der ersten Füllung und es sind jetzt noch gegen 100 Liter übrig. Es wurden also durchschnittlich im Jahr 50 Liter für den chemischen und physikalischen Unterricht an unserem Realgymnasium verbraucht. Dabei ist aber in Anschlag zu bringen, daß in den eigentlichen Sauerstoffstunden die Bombe am wenigsten in Anspruch genommen wird, weil man ja die Darstellung des Sauerstoffs zeigen muß und so einen Gasometer voll gewinnt.

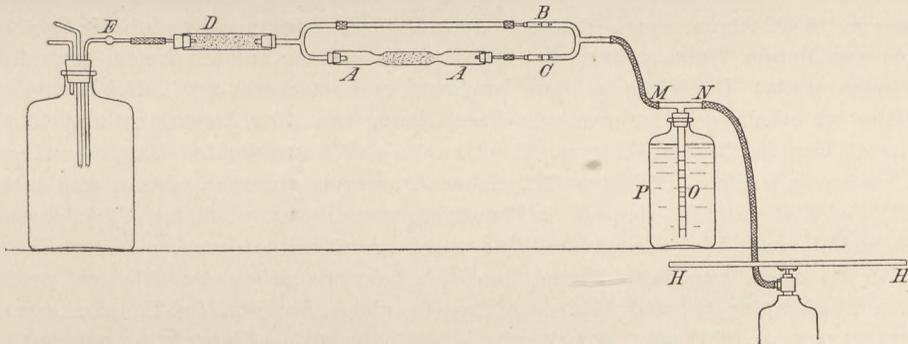
Den Druck in der Bombe bestimmt man alljährlich vor der Klasse, wenn die Aërostatik vorgenommen wird, in folgender Weise. Ein dickwandiges Kapillarrohr von 1–2 mm innerer Weite und 55 cm Länge ist an einem Ende zugeschmolzen, am anderen schlank ausgezogen und auf 5 cm rechtwinklig umgebogen. Ein kurzer Quecksilberfaden sperrt in dem langen Schenkel 50 cm Luft ab. Das verjüngte Endstück wird mit Siegelack überzogen und in die Bohrung des heiß gemachten Nippels geschoben. Wenn nun nach völligem Erkalten das Ventil behutsam geöffnet wird, bewegt sich der Index bis tief in das Manometerrohr hinab und sein Stand wird an einem aufgekitteten kurzen Streifen Millimeterpapier abgelesen. Bei unserem letzten Versuch war beispielsweise der Luftrest 27 mm lang, der Druck betrug also noch 18 Atmosphären. Nach Beendigung der Messung erhitzt man den Nippel und zieht das Rohr heraus, worauf alles wieder in Ordnung ist.

Vorlesungsapparat zur Darstellung der Schwefelsäure aus Schwefelkies.

Von Prof. Dr. Friedrich C. G. Müller, Brandenburg a. H.

Der vom Verfasser vor 9 Jahren in dieser Zeitschrift III 35 beschriebene Apparat zur Darstellung von SO_3 und SO_3H_2 im Unterricht wurde seitdem in einzelnen Teilen noch etwas vereinfacht und verbessert. Die Figur zeigt die ganze Anordnung. Als Brenner dient jetzt ein 2 cm weites böhmisches Rohr *A*, in welchem durch Ausziehen mitten eine gesonderte Abteilung für den Schwefel gebildet ist. Wird mit einem Bunsenbrenner die ganze Abteilung bis zum Schmelzen des Schwefels, darauf die vordere Einschnürung bis zum Glühen erhitzt, so tritt beim Anstellen des Sauerstoffs sofort Zündung ein und die Verbrennung verläuft regelmäÙig und zwar recht genau nach der chemischen Gleichung. Die gebildete SO_2 wird nach Verdrängung der Luft bei Anwendung von Elkan-Sauerstoff bis auf einen winzigen Rest von Wasser verschluckt. Die sonst übliche Verbrennung im Schiffchen wurde aus dem Grunde nicht übernommen, weil dabei Sauerstoff unverzehrt durchschlüpft.

Das für den Apparat charakteristische Gabelrohr mit den eingesetzten Kapillaren *B* und *C* ist das alte geblieben, ebenso das mit Watte gefüllte Rohr *D*. Auch an der durch eine Flasche von 12 Litern Inhalt dargestellten Kammer ist nichts geändert, nur das Einführungsrohr *E* oben schwach nach unten gekrümmt und etwas aufgeblasen ist zum Einbringen von etwa 1 ccm Salpetersäure. Im übrigen sei auf die frühere Abhandlung und die heutige Figur verwiesen.



Eine wichtige andere Neuerung ist die Verwendung von Schwefelkies in dem nämlichen Apparat. Das zu Erbsengröße zerkleinerte Mineral läÙt sich im Sauerstoffstrom ebenso leicht und regelmäÙig entzünden und verbrennen wie reiner Schwefel. Ja es ist, weil es nicht schmilzt, noch bequemer zu benutzen und macht auch das Einziehen des Verbrennungsrohres unnötig. Aber das Verhältnis der Sauerstoffströme ist weniger einfach; es müssen durch *C* 11 Raumteile, durch *B* deren 4 gehen. Wenn nun der mit Kies besetzte Apparat selbstverständlich auch mit dem für reinen Schwefel bestimmten Gabelrohr, also mit einem Überschuss von freiem Sauerstoff gut arbeitet, so ist es doch aus pädagogischen Gründen wünschenswert, das der chemischen Gleichung entsprechende Verhältnis innezuhalten. Dies wird man um so eher thun, als die Anfertigung des entsprechenden Gabelrohres keine Schwierigkeiten bietet. Man zieht aus einem etwas dickwandigen, bleistiftdünnen Rohr, nachdem es in breiter Gebläseflamme gehörig erweicht ist, eine lange Kapillare von etwa 0,3 mm Weite. Den mittleren, gleichmäÙigen Teil zerschneidet man in 25 mm lange Stückchen. Dann formt man aus Wachs Cylinder von etwa 5 mm Dicke und 15 mm Länge, legt um die angewärmte Mantelfläche 11 bzw. 4 beliebig herausgegriffene Röhrechen und bettet sie durch Rollen zwischen Daumen und Zeigefinger gehörig ein. Hierauf legt man um das Ganze einen Wachtring und rollt ihn in Cylinderform, bis er sich in das etwa 10 mm weite Gabelrohr eben einschieben läÙt. Dann bringt man in senkrechter Lage durch vorsichtiges Betupfen des Rohrs mit einem Flämmchen von oben

her den Rand des Wachscylinders zum Schmelzen. Nach dem Erkalten wiederholt man diese Manipulation vom anderen Ende her. So gelingt es, die Wachscylinder, aus denen beiderseits die Kapillaren hervorragen, glatt anzuschmelzen. Zum Schlufs werden die Schenkel mit durchbohrten Korken und Röhrcchen versehen und mit Siegellack gut abgedichtet¹⁾.

Vor oder nach dem Versuche wird das Gabelrohr den Schülern zum Nachzählen der Kapillaren überreicht.

Der ganze Apparat empfiehlt sich, wie ein Blick auf die Figur bestätigt, durch Einfachheit und Übersichtlichkeit. Er liefert für die Minute etwa 1 g reine Schwefelsäure. Es ist gewifs nicht zu unterschätzen, wenn dabei jetzt nicht reiner Schwefel, sondern der Hauptrohstoff der Schwefelsäurefabrikation zur Anwendung kommt: Der Schwefelkies.

Für die Praxis.

Färbeversuche mit Alizarin. Von Dr. E. Löwenhardt in Halle a. S. Alizarin gehört zu den adjektiven Farbstoffen, es liefert also nur mit Metallsalzen Farben. Verwendet wurde zu folgenden Versuchen — die hauptsächlich für die Laboratoriumsübungen bestimmt sind — das am leichtesten erhältliche gelbe, pulverförmige Alizarin. 1. Alizarin auf Wolle. Letztere (gewöhnliche weisse Strickwolle) wird in kochender wässriger Lösung von Alaun und Weinstein $\frac{1}{2}$ Stunde lang, mindestens aber 10 Minuten, „gebeizt“ und dann kurze Zeit in kaltem destillierten Wasser ausgewaschen. Diese Beize enthält auf 100 T. destillierten Wassers je 10 T. Alaun und Weinstein. Darauf färbt man im Alizarinbade, welches auf 100 ccm destillierten Wassers etwa eine Messerspitze Alizarin enthält, indem man allmählich zum Sieden erhitzt. Die Wolle ist dann leuchtend und waschecht rot („Alizarinrot“) gefärbt. Um violett zu erhalten, beizt man mit einer Lösung von 10 g Eisenalaun und 10 g Weinstein in 100 ccm destillierten Wassers. 2. Alizarin auf Baumwolle. Das bei weitem wichtigste Verfahren ist das „Türkischrotölverfahren“, welches ein sehr schönes und echtes Rot ergibt. Im Kleinen läfst sich unter Benutzung von Ölsäure statt des Türkischrotöls der Prozeß in folgender Weise copieren. Man weicht gewöhnlichen weissen Kattun in Ölsäure ein, läfst ihn einen Tag darin liegen, dann die überflüssige Ölsäure ablaufen, preßt noch zwischen Fließpapier ab und setzt den Lappen einige Stunden im Trockenkasten einer Temperatur von ca. 100° aus. Soweit wird derselbe vor dem Unterricht präpariert. Dann beizt („klotzt“) man in dünner, kochender Tanninlösung und darauf ebenso in essigsaurer Thonerde (die käufliche Flüssigkeit mit gleichem Volum destillierten Wassers verdünnt) je 5—10 Min., preßt ab und trocknet im Trockenkasten, was schnell und vollständig in kurzer Zeit geschieht. Darauf folgt 5—10 Min. lang das Fixieren (entsprechend dem „Kubkoten“) durch Kochen in einer 10%igen Lösung von Natriumphosphat, welcher etwas geschabte Kreide zugesetzt ist. Nach kurzem Auswaschen in kaltem Wasser wird endlich durch $\frac{1}{2}$ stündiges Kochen im Alizarinbade ausgefärbt. Letzteres bereitet man, indem man auf 100 ccm Wasser eine kleine Messerspitze Alizarin kochend möglichst vollständig löst und dann einige Tropfen Essigsäure und nicht zu wenig geschabte Kreide zusetzt, sodafs die Flüssigkeit tiefrot erscheint. Noch leuchtender wird die Farbe durch einige Körnchen Zinnchlorür. Dann bringt man sofort das Zeug hinein und wäscht hinterher in destilliertem Wasser aus. Die erhaltene Farbe ist tiefrot und auch in kochendem Wasser unlöslich. — Überall hat man destilliertes Wasser zu nehmen. Die einzelnen Operationen führen sich am besten in Porzellanschälchen aus. Zieht man Bechergläser vor, so braucht man natürlich mehr Flüssigkeit, weil das Zeug stets völlig ausgebreitet und untergetaucht sein mufs.

¹⁾ Das Gabelrohr, wie den ganzen Apparat liefert fertig die Firma Alt, Eberhardt & Jäger in Ilmenau.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Hohlspiegel für objektive Spiegelablesung. In der *E. T. Z. XIX 506, 1898* macht Herr F. F. MARTENS Mitteilungen über einen von Schmidt & Haensch hergestellten Ablesehohlspiegel. Zum Entwerfen eines reellen Bildes einer Lichtquelle auf einer durchsichtigen Skala ist ein Ablesehohlspiegel zweckmäßiger als Sammellinse und Planspiegel. Solche Hohlspiegel wurden bisher nur in der durch Fig. 1 dargestellten Form angewandt. (Die versilberte Fläche ist stark gezeichnet). Billiger und besser herzustellen ist der in Fig. 2 dargestellte Spiegel. Ist n der Brechungsindex des Glases, das für diesen Spiegel gewählt wurde, so ist das $2n$ -fache der Brennweite gleich dem Krümmungsradius der hinteren versilberten Fläche. Als Lichtquelle dient der Faden einer Glühlampe. Die Entfernung des Glühfadens vom Spiegel muß so gewählt werden, daß das auf der Skala entworfene Bild eine geeignete Flächengröße hat. Sollen einzelne Beobachter die Ablesung machen, so stellt man am besten eine Glühlampe von Ω -förmigem Faden und die Skala gleich weit vom Ablesespiegel in einer Entfernung gleich der doppelten Brennweite auf. Für die Ablesung durch viele Beobachter, in einem Lehrzimmer z. B., giebt man zweckmäßig dem Ablesespiegel eine kleine Brennweite, etwa 10 cm, und stellt eine kleine 6 V-Lampe mit einem geraden Faden etwa 10,5 cm vom Spiegel entfernt auf. In diesem einen Falle ist es übrigens ebenso zweckmäßig, einen Ableseplanspiegel zu verwenden und das Licht der kleinen Glühlampe durch eine Sammellinse von etwa 10 cm Brennweite hindurch auf den Spiegel fallen zu lassen. Bei einem Skalenabstand von ungefähr 210 cm ist das Bild des Glühfadens etwa 20mal vergrößert und so hell, daß es von allen Plätzen eines größeren Hörsaales gut zu sehen ist. Bei der Ablesung durch einzelne Beobachter verwendet man in der Regel Skalen, die in Zwischenräumen von 1 oder 2 mm geteilt sind; bei der Ablesung durch viele Beobachter haben die Skalen Zwischenräume von mehreren Centimetern. Befindet sich der Ablesende zwischen Skala und Spiegel, so verwendet man zweckmäßig Skalen, die auf weißem Papier oder besser auf Milchglas geteilt sind; blickt der Ablesende ungefähr in der Richtung nach dem Spiegel auf die Skala, so sind Skalen aus durchsichtigem Papier oder besser Glasskalen mit einer matten Fläche zweckmäßig.

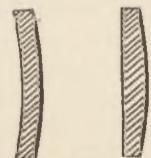


Fig. 1.

Fig. 2.

H.H.-M.

Eine neue Methode zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents geben J. B. BAILLE und C. FERY an (*Comptes rendus CXXVI, 1494; 1898*). Eine metallische Masse in einem magnetischen Drehfeld erhält eine der Geschwindigkeit des Feldes entsprechende Rotation. Bleibt die metallische Masse in dem Felde unbewegt, so wird sie erregt durch ein Kräftepaar, das, wenn die erzeugte Arbeit Null ist, zu starker Erwärmung führt. Durch gleichzeitige Bestimmung der so erhaltenen Wärmemenge und der aus dem Moment des Kräftepaars und der Geschwindigkeit der Rotation bekannten Arbeit erhält man das mechanische Wärmeäquivalent.

Der benutzte Apparat besteht hauptsächlich aus einem Kupfercylinder, der an dem einen Arm einer gedämpften Wage befestigt ist. In dem durchbohrten Cylinder befindet sich ein Thermometer. Der Cylinder liegt in der Achse eines Ringes, der durch eine kleine Wechselstrommaschine Zweiphasenströme enthält. Eine doppelte Hülle von Ebonit, die von einem Strom Wasser von constanter Temperatur durchlaufen wird, verhindert die Strahlung des Ringes auf den Cylinder. Die Wage ist für gewöhnlich im Gleichgewicht, wird aber sofort abgelenkt, wenn der Strom den Ring durchläuft. Das Gewicht, das nötig ist, um das System wieder in die Ruhelage zu bringen, erlaubt das Kräftepaar zu berechnen. Die Geschwindigkeit des Feldes wird gemessen durch die der stromerzeugenden Maschine, welche einen Tourenzähler trägt. Die korrespondierende Wärmemenge ergab sich aus der Temperaturerhöhung des Cylinders während einer sehr kurzen Zeit, in der die Strahlung constant war. Aus der Zeit, die der Cylinder braucht, um sich wieder abzukühlen, erhält

man die Korrektion der Abkühlung. — Aus fünf nur wenig von einander abweichenden Messungen erhielten die Verff. das mechanische Wärmeäquivalent 424,6. *Schk.*

Gewichtszunahme beim Verbrennen einer Kerze. Von M. ROSENFELD. Die von Prof. Gröger zur Ausführung der von M. ROSENFELD im Jahre 1881 in den *Berl. Ber. XIV 2102*, veröffentlichten Versuche construierte Schwimmerwage (*Berl. Ber. XVII 568*) eignet sich auch, um die Gewichtszunahme nach der von V. Meyer beschriebenen Art (*Berl. Ber. IX 1667*) rasch zu zeigen. Die zu diesem Zwecke verwendete Schwimmerwage (Fig. 1) besitzt einen 13 cm langen Hals h , von welchem 1,5 cm in einen 2,5 cm hohen und 4,5 cm breiten Korkpfropfen k hineinragen. Letzterer trägt (Fig. 2) in der Mitte in einer 1 cm breiten und 1 cm tiefen Aushöhlung ein 2 cm hohes und 1 cm breites, unten zugeschmolzenes Glasröhrchen v und ist zu beiden Seiten von diesem mit je einer 8 mm breiten Durchbohrung o, o_1 versehen. Auf diesen Korkpfropfen paßt ein 4,5 cm breiter und 12 cm hoher Glimmerycylinder g , in welchem ein sehr grobmaschiges Drahtnetz d und ein Schutzblech s befestigt sind.

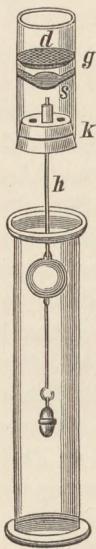


Fig. 1.

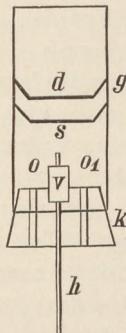


Fig. 2.



Fig. 3.

Das Drahtnetz befindet sich genau in der Hälfte der Höhe des Cylinders und wird darin durch die federnde Wirkung seines allseitig umgebogenen Randes festgehalten, die Fläche des aus Messing hergestellten, sehr dünnen Schutzbleches s (Fig. 3) ist kleiner als der Querschnitt des Glimmerycylinders und wird durch entsprechendes Umbiegen der Querstreifen q, q_1 im Cylinder befestigt. In das Röhrchen v bringt man ein genau passendes, besonders seinen oberen Rand nicht ganz erreichendes Kerzchen mit einem kurz hinausragenden Dochte. — Zur Ausführung des Versuches wird nach der Einbringung einer entsprechenden Menge von Schrot in den Korb der Schwimmerwage der Glimmerycylinder aufgesetzt, und auf das Drahtnetz werden soviel erbsengroße Stücke Ätznatron gebracht, daß ein sehr kleiner Teil des Halses der Wage gerade in das Wasser reicht; sodann wird der Cylinder abgenommen, die Kerze angezündet und der Cylinder wieder aufgesetzt. Das Ätznatron muß gleichmäßig auf dem Drahtnetze verteilt sein und besonders gut an den Wänden des Glimmerycylinders anliegen. Nach fünf Minuten Brenndauer der Kerze sinkt die Wage etwa um 5 cm; der Versuch wird hierauf unterbrochen.

Die Schwimmerwage ist durch den Mechaniker Paul Böhme in Brünn zu beziehen. (*Ztschr. f. d. Realschulwesen. Wien, VI. Heft 1898.*) *O.*

2. Forschungen und Ergebnisse.

Versuche mit Cohären. Die von Branly entdeckte Einwirkung elektrischer Schwingungen auf den Widerstand von Metallpulvern kann, wie AUERBACH (*Wied. Ann. 64, 611; 1898*) zeigt, auch durch Schallschwingungen veranlaßt werden. Die Versuche wurden entweder mit Metallpulvern oder mit einem in einer Röhre befindlichen Aggregat von Schräubchen oder auch nur mit zwei Kugeln angestellt, die sich mehr oder weniger lose berührten und an die die Stromfortleitungsdrähte angelötet waren. In jedem Falle zeigte sich eine kolossale Verminderung des Widerstandes, sobald eine Stimmgabel angeschlagen und die Schallschwingung mittels der Resonanz des Beobachtungstisches der Kontaktstelle zugeführt wurde. Durch Klopfen oder schwache Erschütterung des Experimentiertisches trat der frühere hohe Widerstand ein. Die Verminderung des Kontaktwiderstandes durch kräftig angeschlagene Stimmgabeln ist von derselben Größenordnung wie die durch 20 cm entfernt stehende, durch 6 Akkumulatoren, Induktorium von 15 cm Funkenlänge und Righischen Funkengeber erzeugten elektrischen Schwingungen. Je größer der Anfangswiderstand, in um so höherem Maße wird der Widerstand herabgemindert. Der größte Teil der Wirkung (bis 99%) fällt hierbei auf den ersten Ton, bezw. den ersten Funken.

Die Wirkungsweise der Schallschwingungen ist eine rein mechanische, bei der die Adhäsion wahrscheinlich mitwirkt. Die elektrische Wirkung ist daher wohl auch mechanischer Natur. Statt Stimmgabeln konnten auch Orgelpfeifen genommen werden; diese wirkten sogar durch die Luft hindurch. Auch regelmäßiges Klopfen auf den Tisch hatte ähnlichen Erfolg.

Zu denselben Ergebnissen wie Auerbach gelangte O. LEPPIN (*Wied. Ann.* 65, 885; 1898). Dieser brachte den Cohärer in einem parabolischen Hertzschens Spiegel an; lautes Hineinrufen in den Spiegel ergab schon einen deutlich sichtbaren Ausschlag am Galvanometer, der bei Benutzung eines Sprachrohrs aus 5–6 m Entfernung erzielt wurde. Eine Stimmgabel war nur in der Nähe wirksam. Von 20 Labialpfeifen gab nur eine eine Wirkung; diese aber selbst bei 20 m Entfernung. In einer bestimmten Entfernung versagte die Wirkung der Pfeife, ebenso in der nahezu doppelten und dreifachen Entfernung, während sie dazwischen wirksam war. Es scheint also zur Einwirkung auf den Cohärer eine bestimmte Wellenlänge erforderlich zu sein, deren Knotenpunkte sich an den nicht wirksamen Stellen befinden. Durch ein in den Stromkreis des Cohärsers eingeschaltetes Telephon, welches sich außerhalb der direkten Hörweite befand, konnte man die Töne der Labialpfeifen, namentlich die hohen, deutlich wahrnehmen.

LEPPIN gelang es ferner, auch einen Einfluss von Wärme und Licht auf den Widerstand des Cohärsers nachzuweisen (vergl. *diese Ztschr.* XI 174). Eine in den Stromkreis eingeschaltete Glühlampe begann bei Einwirkung des Tageslichtes auf den Cohärer zu leuchten und erlosch nach Erschütterung. Am Galvanometer liefs sich erkennen, ob die Sonne hell schien oder durch eine Wolke verdeckt wurde. Die Beleuchtung mit künstlichen Lichtquellen ergab noch sehr ungleiche Resultate; die Untersuchungen können daher noch nicht als abgeschlossen gelten.

Mit Hilfe des Mikroskops untersuchte L. ARONS (*Wied. Ann.* 65, 567; 1898) die Wirkung des Cohärsers. Er brachte auf einem auf Spiegelglas festgeklebten Stanniolstreifen einen feinen Schnitt an und streute hierauf eine Spur Metallpulver; dann folgte ein Tröpfchen Canadabalsam und das Deckgläschen des Mikroskops. Das so hergestellte Präparat zeigte den Widerstand ∞ ; unter der Einwirkung elektrischer Schwingungen erhielt man sofort Vollkontakt, und unter dem Mikroskop wurden heftige Bewegungen der Metallteilchen und ein lebhaftes Funkenspiel beobachtet. Zwischen den einzelnen Metallteilen bildeten sich Brücken, die sowohl durch Klopfen als auch durch neue starke Schwingungen zerstört werden konnten. Bei längerer Benutzung desselben Präparats wurde es unempfindlicher, und die mikroskopische Beobachtung zeigte, dass die Flüssigkeit dann von Gasblasen durchsetzt war, die aber nach einiger Zeit wieder verschwanden. Ein Stanniolpräparat mit besonders feinem Einschnitt wurde ohne Metallpulver elektrischen Schwingungen ausgesetzt. Es zeigte sich ein feines Funkenspiel zwischen den Rändern, und der Widerstand ging von ∞ auf 10^7 Ohm herab. Der Zwischenraum war mit einem feinen braunen Überzug bedeckt, der wohl aus zerstäubtem und oxydiertem Stanniol bestand. Hier hatten also rein elektrische Vorgänge eine Brückenbildung veranlasst.

Den Einfluss leitender Körper zwischen Cohärer und Funkenstrecke untersucht H. VEILLON (*Verh. d. naturf. Ges. in Basel*, XII 126; *Natw. Rundsch.* XIII 470). Als Cohärer diente eine Glasröhre von 10 cm Länge und 1 cm Durchmesser, in die zwei mit dicken Drähten verbundene Messingscheibchen hineinragten; der Zwischenraum zwischen diesen war zur Hälfte mit Bronze oder Rotgufs gefüllt. Der Cohärer stand in einem Kasten von Zinkblech; war dieser ganz geschlossen, so konnte eine Wirkung elektrischer Wellen nur beobachtet werden, wenn die Funkenstrecke nicht mehr als 20 cm von der Vorderwand des Kastens entfernt war. Wurde die Vorderwand des Kastens entfernt und durch zwei vertikale über einander greifende Halbwände ersetzt, so reagierte der Cohärer auf eine 5 m entfernte Funkenstrecke wie ohne Kasten; die Wirkung hörte erst auf, wenn die Halbwände zusammengelötet wurden. (Funkenstrecke und Cohärer standen immer horizontal.) Standen die Halbwände dagegen horizontal, so schützten sie wie die ganze Wand. Wurde in der Richtung vom Cohärer zur Funkenstrecke in dem Kasten eine 10–14 cm weite Öffnung

gemacht, so war die Wirkung natürlich vorhanden; doch hörte sie sofort auf, wenn man in die Öffnung ein Rohr aus Zinkblech von gleichem Durchmesser steckte. Ein Blechschirm mit einer Öffnung in der Mitte änderte nichts an der Wirkung, die aber auch hier sofort aufhörte, wenn die Öffnung auf der dem Cohärer zugewandten Seite ein Blechrohr enthielt. Zwei durchlöchernte Schirme zwischen Funkenstrecke und Cohärer vernichteten ebenfalls stets dann die Wirkung, wenn man beide Öffnungen durch ein Rohr verband. Wurde bei dieser Anordnung ein dritter, nicht durchlöchernter Schirm in 5–10 cm Entfernung vor die Vorderwand des Kastens gestellt, so wurde der Cohärer wieder leitend. Dasselbe trat ein, wenn der dritte Schirm horizontal in der Verbindungslinie zwischen Cohärer und Funkenstrecke stand; stellte man ihn aber vertikal in diese Verbindungslinie, so hörte die Wirkung wieder auf. Ein geradliniger Leiter in Form eines Messingstabes von 1 m Länge hatte denselben Einfluss wie der dritte Blechschirm.

Einige Beobachtungen an „Frittröhren“ teilt E. DORN mit (*Wied. Ann.* 66, 146; 1898). Er führt auf Grund der sehr ausführlich beschriebenen Versuche aus, dass der elektrische Strom beim Durchgang durch eine „Frittröhre“ das hauptsächlichste Hindernis an den schlecht leitenden Oberflächenschichten auf den Metallspänen findet. Bei Platin wurde durch Evakuieren der Röhre unter gleichzeitiger Erhitzung der Widerstand so weit verringert, dass elektrische Wellen gar nicht mehr wirkten; Verf. ist daher geneigt, auch der Gasschicht an der Oberfläche einen den Contact hindernden Einfluss zuzuschreiben. Der hohe Widerstand der mit Aluminium gefüllten Röhren dagegen zeigte sich gegen Evakuieren und Erwärmen unempfindlich. Hier muss eine schlecht leitende Schicht durch Einwirkung der elektrischen Wellen erst durchbrochen werden; und DORN ist der Ansicht, dass die Auffassung von Lodge, wonach eine Art „elektrischen Lötens“ eintritt, allein ausreichend sei. Bei Nickel, Eisen, Kupfer, Zink nimmt der Widerstand mit dem Evakuieren und Erhitzen ab. Es tritt hierbei wohl eine Schrumpfung und ein Zerreißen der Oberflächenschicht, die den Widerstand veranlasst, ein. Wasserstoff und trockene Kohlensäure erhöhen den Widerstand wenig, während atmosphärische Luft die Oberflächenschichten wiederherstellt und den Widerstand auf einen hohen Wert bringt.

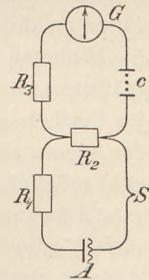
Andere interessante Versuche mit dem Cohärer beschreibt E. ASCHKINASS (*Wied. Ann.* 66, 284; 1898). Bereits Branly hatte gefunden, dass es Substanzen giebt, die unter dem Einfluss elektrischer Schwingungen eine Widerstands-Vergrößerung erfahren; regelmäßig zeigte sich dieses bei Bleisuperoxyd. ASCHKINASS konnte das bestätigen. Ein mit Bleisuperoxyd gefülltes Glasröhrchen, das einen Widerstand von 10–100 Ohm besaß, erhielt durch Einwirkung elektrischer Schwingungen stets eine Zunahme des Widerstandes, die bei geringer Einwirkung nur einige Ohm betrug, bei stärkerer aber die Leitung ganz unterbrach. Auch hier wurde durch Erschütterung der frühere Widerstand wieder hergestellt. Eine ähnliche Umkehrung der Cohärerwirkung zeigte Kupfersulfid, wenn auch mit geringerer Empfindlichkeit.

Die Versuchsanordnung von Arons wiederholt ASCHKINASS mit der Modifikation, dass er zwei Nähnadeln mit ihren Spitzen einander gegenüberstellt und sie in das Gesichtsfeld eines Mikroskops bringt. Durch kräftige Schwingungen eines Lecherschen Erregers wurde zwischen den Spitzen ein lebhaftes Farbenspiel hervorgerufen. Die Funken wurden selbst mit bloßem Auge sichtbar, wenn man die eine Nadel mit einer Drahtspule von größerer Windungszahl verband. Verf. fand aber keinen Zusammenhang zwischen Funkenbildung und Widerstandsänderung. Oft zeigten sich Funken ohne Widerstandsänderung, während diese bei schwachen Erregungen eintrat, ohne dass ein Funken wahrgenommen werden konnte.

Versuche darüber, ob die Cohärererscheinungen etwa durch chemische Vorgänge veranlasst sein könnten, führten zu keinem Ergebnis. Oxydierte Metallspäne reagierten im wesentlichen ebenso wie ganz reine. Ebenso schienen — im Gegensatz zu den Beobachtungen Dorns — die an der Oberfläche des Cohäriers absorbierten Gasschichten keinen Einfluss auszuüben; bei stärkster Evakuierung des Glasröhrchens reagierte dasselbe in unveränderter Weise.

Zur Untersuchung der Wärmewirkung wurde das die Metallspäne enthaltende Röhren U-förmig gebogen und in ein zu erhitzendes Wasserbad gebracht. Befand sich dieses längere Zeit auf Siedetemperatur, so funktionierte der Cohärer unverändert. Dasselbe Resultat ergab eine länger dauernde Erwärmung auf 200° durch einen direkt untergehaltenen Bunsenbrenner. War dagegen der Widerstand durch elektrische Wellen verringert, so bewirkte Erwärmung dasselbe wie Erschütterung: die Herstellung des ursprünglichen Zustandes. Wurde der Cohärer während einer allmählich vor sich gehenden Erwärmung erregt, so nahm sein Widerstand spontan ohne äußere Beeinflussung den ursprünglichen Wert an, sobald die Erregung aufhörte. Eine Abkühlung des Cohäriers bis auf -80° bewirkte niemals eine Veränderung des Widerstandes, während diese bei demselben Cohärer schon durch eine Temperaturerhöhung um nur 2° eintrat. Genügte eine Erwärmung von t_0° auf t_2° noch nicht zur Rückführung des alten Widerstandes, so brauchte man den Cohärer nur auf eine unter t_0° liegende Temperatur t_1° abzukühlen und jetzt auf t_2° zu erwärmen, und der ursprüngliche Widerstand war hergestellt. Je größer der Unterschied $t_2 - t_1$, um so stärker ist die Wirkung. Bei einem Versuche war $t_0 = 16^{\circ}$, $t_2 = 17^{\circ}$, $t_1 = 12^{\circ}$. Bei starker Abkühlung trat der ursprüngliche Zustand wieder ein, sobald das Kältebad entfernt wurde.

Eine eigentümliche Erscheinung zeigte eine Änderung der Spannung an den Enden des Cohäriers. ASCHKINASS benutzte die in der nebenstehenden Figur skizzierte Versuchsanordnung. A ist ein Akkumulator, S ein Stromschlüssel, c der Cohärer, G das Galvanometer, R_1 bis R_3 Rheostatenwiderstände. Letztere wurden zunächst so groß gemacht, daß die Spannung an den Cohärerenden sehr klein war; das Galvanometer gab dann bei Stromschluß — da der Cohärerwiderstand unendlich groß war — keinen Ausschlag. Jetzt wurden nach Öffnung des Schlüssels R_1 und R_2 so verändert, daß jene Spannung einen hohen Wert (bis 2 Volt) erreichte. Bei Stromschluß gab jetzt das Galvanometer einen Ausschlag, der anzeigte, daß der Cohärerwiderstand sehr klein geworden war. Wurde nun wieder die niedrige Spannung hergestellt, so blieb die Leitfähigkeit erhalten. Der hohe Anfangswiderstand konnte hierbei durch leichte Erschütterung oder Erwärmung wiederhergestellt werden; doch war dies nie zu erreichen, so lange die hohe Spannung herrschte. Verf. ermittelte nun durch Variation von R_1 und R_2 die kleinste Spannung, bei der die Widerstandsänderung auftritt. Diese „kritische Spannung“ betrug in vielen Fällen etwa 0,2 Volt, konnte aber auch kleiner oder bedeutend größer sein. Sie schien um so kleiner zu sein, je empfindlicher der Cohärer war. Der Maximalwert der Spannung, bei dem durch Erschütterung eine Rückkehr zum Anfangswiderstand zu erzielen war, betrug etwa die Hälfte der kritischen Spannung.



Aus den beschriebenen Versuchen folgt, daß ein hochempfindlicher Cohärer nur dann zu brauchen ist, wenn vor Eintritt der Erregung an seinen Enden eine niedrige Potentialdifferenz besteht. Hat man durch allmähliche Vergrößerung von R_2 die kritische Spannung möglichst genau getroffen, so geht die Widerstandsverminderung sehr langsam und allmählich vor sich; der Prozeß ist oft erst in einer Minute ganz abgelaufen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß hierbei die von Jaumann und Warburg studierte „Verspätung“ der Entladung (s. diese Zeitschr. IX 246; X 253) eine Rolle spielt.

Eine Einwirkung akustischer Wellen konnte ASCHKINASS nur bei sehr empfindlichen Cohäriern wahrnehmen. — Eine befriedigende Erklärung des so verwickelten Cohärerphänomens scheint Verf. erst dann möglich, wenn wir eine durchgearbeitete Theorie der Elektrizitätsleitung in Metallen besitzen.

Schk.

Der neue Planet Witt (D Q). Eine hochinteressante und bedeutsame Entdeckung ist am 13. August vorigen Jahres dem Astronomen der Berliner Urania, Herrn G. Witt, im Verfolg seiner photographischen Nachforschungen nach kleinen Planeten geglückt. — Bekanntlich wurde die Photographie des Himmels mit Hilfe lichtstarker Linsen von kurzer Brennweite vor einigen Jahren zuerst von Prof Max Wolf, dem jetzigen Direktor des astrophysikalischen Observatoriums in Heidelberg, in den Dienst der Entdeckung von Planetoiden gestellt, die

auf der photographischen Platte bei mehrstündiger Belichtungszeit natürlich einen Strich erzeugen und darum auf diesem Wege leicht von den zahllosen Fixsternen entsprechender Helligkeit unterschieden werden können. Die Entdeckungen des bis dahin unübertroffenen Planetenjähgers Palisa wurden daher seit einigen Jahren durch entsprechend zahlreiche Funde Wolfs abgelöst, mit dem bald der nach gleicher Methode arbeitende Nizzaer Astronom Charlier wetteiferte. Seit kürzerer Frist ist auch Witt auf den Plan getreten; aber fast schien es, daß auch diese neu erschlossene Quelle der Entdeckungen zu versiegen drohe, denn innerhalb zweier Jahre glückte Witt nur eine einzige Planetenentdeckung. Da zeigte sich wieder einmal, wie verfrüht es gewesen wäre, schon jetzt in dem Eifer der Anwendung jener verheißungsvollen Methode zu erlahmen. Bei Gelegenheit der Aufsuchung des seit 1889 verschollenen Planeten (185) Eunike erfolgte neben der Auffindung des vermißten Gestirns in der Nähe von β Aquarii jener neue Fund, der zur Zeit die aktuellste Neuigkeit der Astronomie darstellt¹⁾.

Die Länge des von dem neuen Objekt auf der Platte erzeugten Striches liefs sofort erkennen, daß es sich um einen erdnahen, interessanten Himmelskörper handle. Als bald angestellte Mikrometerbeobachtungen stellten die planetarische Natur des Gestirns fest, das einem Fixstern 10. bis 11. Größe glich, und am 2. September bereits konnte der verdiente Planetenbahnrechner Herr Berberich nach der Gaußschen Methode eine Bahn bestimmen, die trotz aller durch die Kürze des beobachteten Bahnstückes bedingten Unsicherheit die überraschende Thatsache erkennen liefs, daß der größte Teil der neuen Planetenbahn innerhalb der Marsbahn liegt und der Planet sonach der nächste Nachbar der Erde ist, wenn wir von unserem Monde absehen. Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 1,46 Erdbahnhalfmesser (gegen 1,52 bei Mars). Infolge der großen Excentricität (0,23), die diejenige des Merkur noch übertrifft, kann sich aber der Planet Witt der Erde bis auf rund $2\frac{1}{2}$ Millionen Meilen nähern. Zur Zeit der Entdeckung war der Abstand ein wesentlich größerer und man muß erwarten, daß das Objekt, wenn die Opposition einmal mit der Zeit des Perihels zusammenfallen wird, etwa die Helligkeit eines Sterns sechster Größe erreichen, also einem scharfen, unbewaffneten Auge sichtbar werden wird. Es ist demnach auch sehr wohl möglich, daß der Planet schon einmal in älterer Zeit beobachtet worden ist, ohne daß seine Bewegung erkannt wurde²⁾. Daß gerade die Planetenjäger ihn nicht früher bei einer solchen günstigeren Gelegenheit ertappt haben, ist nach Berberich dadurch zu erklären, daß das Gestirn bei der ohnehin nicht unbeträchtlichen Neigung von 11° , dann eben wegen seiner großen Erdnähe in ziemlich hoher Breite stehen muß, fernab von den in der Nähe der Ekliptik gelegenen Jagdgründen der Planetenentdecker. Dementsprechend ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß der Planet Witt vielleicht einer besonderen, erdnahen Planetoidengruppe angehören mag, deren übrige Mitglieder ebenfalls aus dem angeführten Grunde noch nicht bemerkt worden sind.

Die hohe Bedeutung der Entdeckung für die astronomische Wissenschaft beruht, ganz abgesehen von dem Interesse, das der nahe Planet an sich bietet, auf zwei Umständen. Erstens werden die Störungen des zwischen Mars und Erde sich bewegenden, die Marsbahn sogar kreuzenden Körpers hochinteressante Aufschlüsse über das Massenverhältnis dieser Hauptplaneten gewähren und in mancherlei Hinsicht befruchtend auf die theoretische Mechanik einwirken; zweitens aber wird der Planet Witt als klassisches Objekt zur genauen Bestimmung der Sonnenparallaxe und damit aller Dimensionen im Sonnensystem dienen. Schon 1872 hatte Galle dargethan, daß sich die kleinen Planeten zur Bestimmung dieser Fundamentalconstanten der Astronomie deswegen besonders gut eignen, weil sie im Fernrohr als Punkte erscheinen und daher eine viel genauere Pointierung ermöglichen, als sich bei

¹⁾ Nach erfolgter Veröffentlichung der Entdeckung stellte sich übrigens heraus, daß dasselbe Objekt in derselben Nacht schon auch von Charlier in Nizza photographiert worden ist, der jedenfalls ebenso den Planeten (185) gesucht hat.

²⁾ Selbstverständlich würde die Feststellung einer solchen älteren Beobachtung für die genauere Ermittlung der Bahn vom höchsten Nutzen sein.

einer ausgedehnteren Scheibe, wie derjenigen des Mars, erzielen läßt. Bereits die im Jahre 1873 an der Flora ausgeführten Messungen zeigten die Überlegenheit der Galleschen Methode sogar gegenüber den weit hinter den Erwartungen zurückgebliebenen, mit großen Kosten beobachteten Venusdurchgängen. Um wieviel günstiger werden sich nun die Chancen bei dem neuen Planeten stellen, der das fixsternartige Aussehen mit größter Erdnähe verbindet! Wir dürfen uns sicherlich der Hoffnung hingeben, daß mit seiner Hilfe mindestens eine weitere Dezimalstelle der Sonnenparallaxe sichergestellt werden dürfte, ein Gewinn, den jeder Verehrer astronomischer Genauigkeit vollauf zu würdigen wissen wird.

Der Planet hat am 22. Dezember 1898 den Namen Eros erhalten.

F. Kbr.

Die neuen Gase der Atmosphäre: Krypton, Neon, Metargon, Xenon, Etherion (?); Helium, Argon. Nach der Entdeckung des Argons durch Lord Rayleigh und William Ramsay (ds. Ztschr. VIII 219) und der Auffindung des terrestrischen Heliums durch W. Ramsay (ds. Ztschr. IX 34) hat der letztgenannte Forscher mit Erfolg nach weiteren Bestandteilen der Atmosphäre gesucht und über die Ergebnisse seiner bisherigen noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen bereits im Juni 1898 vor der Royal Society vorläufige Mitteilungen gegeben. Da die angekündigten ergänzenden Mitteilungen über verschiedene, besonders das Spektrum der neuen Körper betreffende Punkte zu lange auf sich warten lassen, erscheint es angezeigt, auf die vorläufigen Mitteilungen zurückzukommen; hinzugefügt sind einige Veränderungen und Ergänzungen nach dem Vortrage, den Prof. RAMSAY am 19. Dzbr. 1898 in der Deutschen Chemischen Gesellschaft hielt.

Krypton. W. RAMSAY und sein Assistent M. TRAVERS ließen, um etwa vorhandene, schwerer flüchtige Gase zu erhalten, 750 ccm flüssiger Luft bis auf 10 ccm langsam sich verflüchtigen. Das aus dem Rest entstehende Gas wurde den üblichen, schon beim Argon angewandten Reinigungsmethoden unterworfen. Es verblieben danach 26,2 ccm eines Gases, das noch schwach das Argonspektrum, im übrigen aber Linien zeigte, die auf ein neues Gas deuteten. Das Spektrum, das noch nicht vollständig vom Argonspektrum losgelöst werden konnte, ist charakterisiert durch zwei sehr glänzende Linien, von denen die eine ihrer Lage nach mit der Heliumlinie D_3 fast identisch ist und mit ihr an Helligkeit wetteifert. Messungen mit einem Gitter von 14 438 Linien auf den Zoll ergaben die folgenden Zahlen: $D_1 = 5895,0$; $D_2 = 5889,0$; $D_3 = 5875,9$; $D_4 = 5866,65$, letztere mit einer Korrektur von $+ 1,7$ für das Vakuum; alle 4 Linien waren gleichzeitig im Gesichtsfeld. Ferner ist vorhanden eine grüne Linie, an Helligkeit der grünen Heliumlinie vergleichbar, von der Wellenlänge 5566,3, und eine etwas schwächer grüne mit der Zahl 5557,3. Um festzustellen, welche Linien dem Argonspektrum und welche dem neuen Gas zugehören, wurden beide Spektren gleichzeitig mit dem Gitter untersucht; die Linien, die im Argonspektrum fehlten oder nur sehr schwach waren, wurden dem neuen Gase zugeschrieben. Gemäß der geringen Helligkeit der Linien haben die nachstehenden Messungen nicht mehr den Grad von Genauigkeit wie die bereits mitgeteilten, doch dürften die drei ersten Stellen hinreichend genau sein:

| | |
|---------------|-------------------------------|
| Violett . . . | 4317; 4487; 4461; 4671. |
| Blau | 4736; 4807; 4830; 4834; 4909. |
| Grün | 5557,3; 5566,3. |
| Gelb | 5829; 5866,5. |
| Orange . . . | 6011. |

Das genauere Spektrum wird seinerzeit von E. Baly publiziert werden. — Die Dichte wurde durch direkte Wägung annähernd bestimmt. Die in eine Kugel von 32,321 ccm Kapazität eingeschlossene Gasmenge wog bei 521,85 mm Druck und 15,95° C. 0,04213 g; dies führt zu einer Dichte von 22,47 (Sauerstoff = 16); eine zweite Bestimmung gab, nachdem vier Stunden lang Funken bei Gegenwart von Sauerstoff und Natron durch das Gas gingen, 22,51. Die Bestimmung des Verhältnisses der spezifischen Wärmen nach der üblichen Methode aus der Wellenlänge des Schalles ergab, daß das neue Gas gleich dem Argon und Helium einatomig sei. Hiernach kann geschlossen werden, daß die Atmosphäre ein bisher unbekanntes Gas enthält, das ein besonderes Spektrum besitzt, schwerer ist als Argon und

weniger flüchtig als Stickstoff, Sauerstoff und Argon und das als einatomig und daher als Element anzusehen ist. Für dasselbe wird der Name „Krypton = Kr“ vorgeschlagen. (*Nature*, vol. 58, 9. Juni 1898, S. 127.)

Neon und Metargon, die „Begleiter des Argons“. Bald nach der Auffindung des Heliums suchte W. RAMSAY nach einem weiteren Element mit der Dichte 10 und dem Atomgewicht 20, für das im System der Elemente eine Lücke ist. Er vermutete es im Helium, von dem auch eine Art Doppelnatur constatirt schien (ds. Ztschr. IX 35). Doch führte ein mehrmonatiger Trennungsversuch mittelst Diffusion zu keinerlei Resultat, nur ein wenig Argon wurde gefunden. Es wurde nunmehr versucht, dasselbe aus den ersten Fraktionen verflüssigten Argons zu erhalten. RAMSAY und TRAVERS hatten sich von diesem Gase eine größere Menge, etwa 18 Liter, hergestellt. Unter Benutzung der von Dr. Hampson zur Verfügung gestellten Hilfsmittel zur Erzeugung flüssiger Luft, war es ein Leichtes, das Argon zu verflüssigen, indem man die flüssige Luft bei vermindertem Druck sieden liefs. Mittels eines Zweiweghahnes wurde das Argon in eine kleine Kugel geleitet, die durch flüssige Luft abgekühlt wurde. Der Zweiweghahn war andererseits mit Quecksilber-Gasbehältern und mit einer Toeplerschen Pumpe verbunden, mit der jeder Teil des Apparates vollständig evakuiert werden konnte. Gleichzeitig mit der allmählichen Verflüssigung des Argons schied sich eine beträchtliche Menge eines weissen festen Körpers ab. Nachdem 13 oder 14 Liter des gasförmigen Argons verflüssigt waren, wurde der Hahn geschlossen und die Temperatur noch einige Minuten lang niedrig gehalten, um einen Gleichgewichtszustand zwischen Flüssigkeit und Dampf herzustellen. Inzwischen wurden die verbindenden Röhren evakuiert und dann 2 Gasfraktionen, jede etwa 50 bis 60 ccm, entnommen. Diese Fraktionen (*a*) könnten, falls Argon kein einheitliches Gas wäre, den leichteren Bestandteil enthalten. Man liefs nun den Druck steigen und das meiste Argon abdestillieren; danach wurde die Kugel mit der Toeplerschen Pumpe verbunden und so lange evakuiert, bis alle Flüssigkeit entfernt war. Hierauf wurde die Kugel mit den Quecksilbergasbehältern verbunden; der feste Körper verflüchtigte sich sehr langsam und wurde wiederum in zwei Fraktionen (*b*) gesammelt, jede von etwa 70 bis 80 ccm. — Die erste Fraktion (*a*) wurde mit Sauerstoff gemischt, und man liefs über Natron elektrische Funken hindurchschlagen. Das Spektrum des Gasrestes zeigte etliche helle rote Linien, darunter eine besonders glänzende, sowie eine glänzende gelbe Linie, während die grünen und blauen Linien zwar zahlreich, aber sehr schwach waren. Die Wellenlänge der gelben Linie wurde von E. BALY zu 5849,6 bestimmt. Sie ist also nicht identisch mit der des Natriums ($D_1 = 5895,0$; $D_2 = 5889,0$) oder Heliums ($D_3 = 5875,9$) oder Kryptons ($D_4 = 5866,5$). Die Dichte des neuen Gases, welches „Neon = Ne“ heißen soll, wurde zu 14,67 bestimmt. Um das Neon im periodischen System unterzubringen, ist jedoch eine Dichte von 10 oder 11 erforderlich. Da keines der neuen Gase eine chemische Verbindung eingeht, so wandte RAMSAY neuerdings eine andere Methode der Trennung an: die verschiedene Löslichkeit der Gase in flüssigem Sauerstoff. Es gelang so besonders das Neon von Helium wie von Argon zu trennen und wirklich ein „gereinigtes Neon“ von der Dichte 10,04 oder in einem zweiten Versuch 10,19 zu gewinnen. — Die aus dem festen Körper gewonnene Gasfraktion (*b*) zeigte in der Vakuumröhre ein sehr verwickeltes Spektrum, verschieden von dem des Argons, das ihm nur im allgemeinen Charakter ähnelte. Bei geringer Dispersion schien es ein Bandenspektrum zu sein, aber mit einem Gitter erschienen durch das ganze Spektrum einzelne helle Linien etwa in gleichen Abständen, während der Zwischenraum von etlichen matten, aber wohl begrenzten Linien erfüllt war. Die sehr schwachen roten Linien wurden nicht gemessen; in der ersten grünen Bande waren drei helle Linien mit den Wellenlängen 5632,5; 5583,0; 5537,0; in der zweiten grünen Bande zwei helle Linien 5163,0; 5126,5, letztere glänzend; in der ersten blauen Bande zwei helle Linien 4733,5; 4711,5; in der zweiten blauen Bande erste helle Linie 4604,5; die dritte blaue Bande (erster Ordnung) 4314,0; die vierte blaue Bande (zweiter Ordnung) 4213,5; die fünfte blaue Bande (erster Ordnung) ungefähr 3878; das rote Argonlinienpaar war schwach im Spektrum sichtbar. Die Dichte des Gases wurde zu 19,87 bestimmt, sie weicht also nicht merklich von der des Argons ab; eine zweite

Bestimmung nach Behandlung mit Funken gab kein verschiedenes Resultat. Die Bestimmung des Verhältnisses der spezifischen Wärmen ergab, daß das Gas gleichfalls einatomig sei. Insofern sich das Gas von Argon sowohl durch sein Spektrum als auch durch sein Verhalten bei niederen Temperaturen unterscheidet, muß es als ein Element betrachtet werden, für das der Name „Metargon“ vorgeschlagen wird. Es scheint sich zum Argon ähnlich wie Nickel zum Kobalt zu verhalten, die auch annähernd dasselbe Atomgewicht, aber verschiedene Eigenschaften zeigen (*Nature*, vol. 58, 23. Juni 1898, S. 182).

Zu dem soeben charakterisierten Spektrum des Metargons machte Prof. A. SCHUSTER die bemerkenswerte Mitteilung (*Nature*, vol. 58, 30. Juni 1898, S. 199), daß dasselbe eine merkwürdige Ähnlichkeit mit dem gewöhnlichen Kohlenstoffspektrum habe, daß alle oben angegebenen Linien, bis auf 3 unter den letzten, fast genau mit den Kohlenstofflinien zusammenfallen, während diese drei wiederum nahezu mit bekannten Banden des Cyanspektrums übereinstimmen. Es sei kein Fall bekannt, daß zwei verschiedene Elemente so nahe gleiche Spektren haben, wie es bei Metargon und Kohlenstoff zuzutreffen scheint. — Hierauf antworteten W. RAMSAY, M. TRAVERS und E. BALY (*Nature*, vol. 58, 14. Juli 1898, S. 245), daß Prof. SCHUSTER auf den ersten Blick im Recht zu sein scheine, daß aber die nachfolgenden Thatsachen, die Ergebnisse einer nochmaligen Untersuchung, zu einer Vertagung des Urteils nötigen dürften: Es wurde eine Metargonprobe mit der doppelten Menge Sauerstoff gemischt und einmal 2 Stunden, ein anderes Mal 6 Stunden lang bei Gegenwart von Natron einem kräftigen, durch Einschaltung einer Leydener Flasche verstärkten Funkenstrom ausgesetzt; es trat keine Volumverminderung ein, und das Spektrum zeigte sich unverändert. Ferner wurde ein künstliches Gemisch von etwa gleichen Volumen Argon und Kohlenoxyd mit Sauerstoff versetzt und der Wirkung von Funken ausgesetzt; es explodierte im Innern, und es wurden weiter eine Viertelstunde lang Funken über Natron hindurchgeschickt. Brachte man dann das Gas nach Entfernung des Sauerstoffs in die Vakuumröhre, so zeigten sich keine Kohlenoxydlinien oder -banden, sondern das Spektrum des reinen Argons. Ferner seien die Banden im Grün des Metargons ausnehmend glänzend, und das Spektrum habe keineswegs den Charakter eines untergeordneten. Auch in anderen Fällen, z. B. bei den Gasen, die das Helium enthielten, sei es erforderlich und immer leicht möglich gewesen, Kohlenstoffverbindungen zu entfernen, und zwar dadurch, daß man die Stromstärke so weit anwachsen ließe, daß die Aluminiumpole schmolzen; beim Metargon indessen führe dies zu nichts. Die genannten Forscher geben gern zu, daß das Gas noch einer weiteren Untersuchung bedürfe, bleiben aber bei der Ansicht, daß es die Charaktere eines selbständigen chemischen Körpers besitze.

Xenon. Die Anwendung der erwähnten Methoden führte schließlicly zur Auffindung noch eines weiteren Bestandteiles der Atmosphäre, des schwersten der neuen Gase, des „Xenon's = X“. Dasselbe ist noch am wenigsten untersucht; es zeigt ein besonderes Spektrum mit der Eigentümlichkeit, daß bei Änderung der Spannung durch Einschalten einer Leydener Flasche plötzlich gewisse Kohlenstofflinien auftreten — wie denn überhaupt das Spektrum der neuen Gase, sofern sie in Vakuumröhren durch einen Funkenstrom leuchtend gemacht werden, eigenartige Farbenwandlungen zeigt, sobald eine Leydener Flasche eingeschaltet wird. Die Dichte des Xenons wurde zu 32,5 bestimmt; sie steigert sich vielleicht noch auf etwa 40 mit dem entsprechenden Atomgewicht von etwa 82, wofür dann im System ein Platz vorhanden wäre. Xenon ist nur aus großen Mengen flüssiger Luft zu gewinnen, fast gar nicht aus Argon.

Helium. Über die Verflüssigung des Heliumgases durch J. Dewar wurde bereits berichtet (ds. Ztschr. XI 185). Über das Vorhandensein von Helium in der Atmosphäre wurden schon sehr bald nach der Auffindung des Gases bestimmte Vermutungen aufgestellt, u. a. von Kayser (ds. Ztschr. IX 35), die neuerdings mehrfach bestätigt werden (*Nature*, vol. 58, 13. Okt. 1898, S. 570). Besonders wurde Helium, neben Argon, in Emanationen und in Quellen, z. B. im Mineralwasser von Bath in England, nachgewiesen. E. BALY teilte mit, daß er bei einer Prüfung von Photographieen zum Spektrum des Neons das Vorhandensein von sechs der Hauptlinien des

Heliums feststellen konnte, wonach die Gegenwart dieses Gases in der Atmosphäre außer Frage gestellt sei; der Betrag an Helium im Neon könne allerdings nicht abgeschätzt werden. Die grüne Linie (Wellenlänge 5016) war die hellste. — Auch CROOKES stellte das Helium als Bestandteil der Atmosphäre fest. Bei Gelegenheit der Untersuchung der flüchtigeren Bestandteile verflüssigter Luft, die ihm durch J. Dewar übersandt worden war, hatte er keine Schwierigkeit, darin die Heliumlinien zu sehen. In einer weiteren Heliumprobe konnte er ferner die Gegenwart von Neon feststellen. CROOKES teilt mit, daß er hiermit nur Beobachtungen bestätige, die auch J. DEWAR laut dem die Proben begleitenden Schreiben bereits gemacht hatte. — Auch in einem Meteoriten (von sieben untersuchten) wurde von RAMSAY ein Gehalt von Helium und Argon festgestellt.

Argon. Neuerdings ist es RAMSAY gelungen, das Argon besonders rein und von constanter Dichte herzustellen. Die Dichte betrug nach den letzten Bestimmungen für rohes Argon 19,94, für das gereinigte 19,96. — Das Vorkommen in Emanationen und in Meteoriten wurde bereits oben erwähnt. — Über die Stellung des Argons, Heliums und Kryptons im periodischen System der Elemente machte W. CROOKES am 9. Juni 1898 der Roy. Soc. nähere Mitteilungen. CROOKES entwirft ein räumliches Schema der Elemente, welchem er nicht die sonst vorgeschlagene Zickzacklinie oder Spirale, sondern eine 8 förmige, in mehreren Windungen sich allmählich senkende Kurve zu grunde legt. Er gelangt so zu einer senkrecht verlaufenden, neutralen Linie und spricht die Vermutung aus, daß hier die chemisch inaktiven Elemente Helium, Argon und Krypton ihre Stelle finden. Für das nachträglich bekannt gewordene Neon ist eine neutrale Stelle zwischen Fluor und Natrium vorhanden, während das Metargon, falls das Atomgewicht 40 zutrifft, an der dritten neutralen Stelle mit dem Argon zusammenstehen würde. Wir müssen uns versagen, auf die interessanten Ausführungen in diesem Zusammenhange näher einzugehen. (*Ztschr. f. anorg. Chem.* XVIII, 1, 8. Okt. 98, S. 72.) Auch RAMSAY nimmt eine besondere „Heliumreihe“ an, mit den untereinanderstehenden Gliedern Helium, Neon, Argon nebst Krypton, Xenon.

Etherion (?). Es mag vorweg bemerkt werden, daß die folgende aus Amerika kommende Nachricht von einem neuen Gase Etherion sich infolge der Einwände von W. Crookes und E. Dorn wahrscheinlich als hinfällig erweisen wird. Am 23. August 1898 machte Ch. F. BRUSH in der American Assoc. for the advanc. of Science zu Boston etwa die nachstehenden Mitteilungen: Mit Versuchen über das Wärmeleitungsvermögen der Gase bei vermindertem Drucke beschäftigt, fand er, daß die Wärmeleitung, während sie im allgemeinen mit fallendem Drucke abnahm, bei sehr geringen Drucken plötzlich sich auffällig steigerte, sobald das zu den Untersuchungen dienende Glasgefäß erhitzt wurde. Es wurde beobachtet, daß sich unter diesen Bedingungen ein Gas entwickelte, das beim Abkühlen wieder absorbiert wurde. Da dasselbe offenbar aus dem Glas stammte, wurde der Versuch so abgeändert, daß feines Glaspulver der Erhitzung im Vakuum unterworfen wurde. Das sich hieraus entwickelnde Gas leitete bei 0,000 036 Atmosphäre Druck die Wärme bereits ebenso gut wie Wasserstoff, bei noch stärker vermindertem Drucke nahm das Leitungsvermögen schnell zu und war bei 0,000 000 38 Atmosphären 27 mal größer als für Wasserstoff. Beim Abkühlen wurde das Gas wieder vom Glaspulver absorbiert. Statt Glaspulver erwies sich auch als sehr geeignet feiner Quarzsand. Das Gas konnte durch wiederholtes Evakuieren nicht ganz aus dem Glaspulver entfernt werden, andererseits vermochte das letztere, sobald es wieder mit der Luft in Berührung gekommen war, größere Massen des Gases im Vakuum abzugeben, selbst ohne Erhitzen. Verschiedene andere Substanzen wurden gleichfalls untersucht und enthielten fast alle das neue Gas. Trockenmittel wurden bei der Operation nicht verwendet, „da beide, Phosphorpentoxyd und Natronkalk, das neue Gas absorbieren“. Aus weiteren Versuchen wurde dann gefolgert, daß das Gas die Wärme 100 mal schneller leite als Wasserstoff, und hieraus unter der weiteren Annahme, daß die Wärmeleitfähigkeit und die Molekülgeschwindigkeit in direkter Beziehung stehen, die enorme Molekülgeschwindigkeit von 557 100 — d. i. das 100 fache der Molekülgeschwindigkeit des Wasserstoffs, die für 0° 5571 Fufs ist — abgeleitet. Hieran wird endlich der kühne Schluss ge-

knüpft, daß das Gas, dessen Vorhandensein in der Atmosphäre nicht zu bezweifeln sei, wahrscheinlich auch den Raum über derselben, d. h. den ganzen Himmelsraum erfülle — kurz, dem Gase werden die Eigenschaften des hypothetischen Lichtäthers vindiziert und ihm daher der Name „Etherion = Et“ beigelegt. (*Chem. News*, 1898, 21. Oct., vol. 78, S. 197.)

Hierzu macht nun W. CROOKES (*Chem. News* 1898, 4. Nov., vol. 78, No. 2032) ausführlichere Mitteilungen aus seinen früheren bis ins Jahr 1873 zurückgreifenden Arbeiten, die sich auf dieselben Themata, die Wärmeleitung von Gasen, auch von Wasserdampf, bei niederen Drucken sowie die Gewinnung von Wasserdampf und Kohlensäure aus erhitztem Glase beziehen, und gelangt nach allem zu der mit gewissem Vorbehalt ausgesprochenen Ansicht, daß das neue Gas Etherion nichts anderes als Wasserdampf sei. Er wird hierin besonders bestärkt durch die Angaben BRUSH'S, daß das neue Gas sowohl von Phosphorperoxyd und Natronkalk wie auch wieder von dem erkaltenden Glaspulver selbst, aus welchem es durch Erhitzen ausgetrieben wurde, absorbiert werde. — In einer von Prof. Kohlrausch der Physik. Gesellschaft zu Berlin am 2. Dezember 1898 vorgelegten Mitteilung weist Prof. DORN (Halle) auf verschiedene Fehlerquellen hin, warum die Drucke bei BRUSH'S Messungen zu gering ausfielen, z. B. auf das Bestreichen des M'Leodschen Manometers mit wässriger Phosphorsäure, die nachher eintrocknete. E. DORN kommt gleichfalls zu dem Schlusse, daß die Beweisführung BRUSH'S nicht annehmbar sei, ehe nicht der Nachweis erbracht werde, daß der Einfluss von Wasserdampf eliminiert sei. O.

3. Geschichte.

Über zwei Stellen in Platons Timäus und im Hauptwerk des Copernicus. Von Prof. Dr. THEODOR HÄBLER. (*Pr. Abh. der Fürsten- und Landesschule in Grimma*, 1898. Pr. No. 563.)

Im ersten Teil der Abhandlung erörtert HÄBLER die Stelle in Platons Timäus (S. 32B) wo auseinandergesetzt wird, daß zwischen die Elemente Feuer und Erde zwei andere, Luft und Wasser, eingeschaltet seien, weil Körper niemals durch ein, sondern immer durch zwei Mittelglieder verbunden seien. Gemeint sind, wie der Zusammenhang ergibt, zwei mittlere Proportionalen zwischen den Endgliedern. Die Stelle hat den Erklärern viel Mühe gemacht. Der Verfasser weist nun nach, daß die am nächsten liegende Auffassung, die in der Stelle eine Beziehung zum delischen Problem der Würfelverdopplung erkennt, auch die größte Wahrscheinlichkeit für sich habe, obwohl sie gerade von allen den Forschern, die sich am eingehendsten mit der Stelle beschäftigt haben, nicht herangezogen ist. Bei dem vorwiegend mathematischen Charakter der Frage begnügen wir uns mit diesem kurzen Hinweis auf den Inhalt der scharfsinnig durchgeführten Untersuchung.

Im zweiten Teil behandelt HÄBLER die Frage: „Hat Copernicus die elliptische Gestalt der Planetenbahnen geahnt?“ In einer Handschrift des copernicanischen Hauptwerkes findet sich (im 4. Kap. des 3. Buches) eine durchstrichene Stelle: „Estque hic obiter animadvertendum, quod, si circuli *hg* et *ef* fuerint inaequales manentibus caeteris condicionibus, non rectam lineam sed conicam sine cylindricam sectionem describent, quam ellipsim vocant mathematici; sed de his alias.“ Aus dieser in der Thorner Säkular-Ausgabe abgedruckten Bemerkung hat man schliesen wollen, daß Copernicus die elliptische Gestalt der Planetenbahnen geahnt habe; so urteilt u. a. auch Prowe in seiner Biographie des Copernicus. HÄBLER zeigt, daß die Stelle sich nur auf die Librationen des Himmelspols bezieht. Copernicus liefs diese periodische Bewegung zunächst im Durchmesser eines Kreises vor sich gehen, und hoffte für den Fall, daß die Theorie so noch nicht genügend mit den Erscheinungen übereinstimme, durch die elliptische Bewegung seinem Ziele näher zu kommen; er verzichtete später auf die Einführung der Ellipse, aber selbst wenn er sie für den vorliegenden Fall benutzt hätte, braucht er darum noch keineswegs die Planetenbahnen als Ellipsen erkannt zu haben. Für die Planetenbahnen war die Ellipse schon deshalb nicht brauchbar, weil sich der Himmelspol in der von Copernicus a. a. O. erwähnten Ellipse in den beiden Endpunkten der großen Achse mit derselben Geschwindigkeit bewegt, während der Planet im Perihel die größte, im Aphel die kleinste Geschwindigkeit hat. Fer-

ner liefs sich bei Copernicus auf keinen Fall die excentrische Kreisbahn in die richtige elliptische Bahn überführen, da die Bahn des Planeten nach Copernicus zum Teil außerhalb des Kreises liegt, der die Apsidenlinie zum Durchmesser hat, während sie in Wahrheit innerhalb dieses Kreises gelegen ist. Schon Kepler hat auf diesen Unterschied aufmerksam gemacht. Am schwersten wiegt aber endlich der Grund, der aus dem Wesen des Copernicanischen Denkens selbst hergenommen ist: Copernicus strebte danach, alle Bewegungserscheinungen am Himmel aus gleichförmigen Kreisbewegungen herzuleiten, ihm mußte es deshalb völlig fern liegen, elliptische Bahnen mit ungleichförmiger Bewegung einzuführen. Dieser Schritt blieb Kepler vorbehalten. Wie erstaunlich auch ohne dies die Leistung des Copernicus war, darauf weist der Verfasser noch in einigen Schlufsausführungen hin, in denen er die neueren, aus der Relativität der Bewegung hergenommenen Bedenken gegen die absolute Gültigkeit der copernicanischen Lehre bespricht. Die Bedenken hätten nur Gewicht, wenn man die Fixsterne nicht als Bezugskörper gelten lasse; aber wir seien thatsächlich gezwungen, in Ermangelung eines anderen Bezugskörpers die Fixsterne als Bezugssystem zu benutzen; ein Coordinatensystem, das gegen die Fixsterne festgelegt sei, bezeichne vorläufig die Grenze, bis zu der unsere empirische Erkenntnis bei dem Suchen nach einem Fundamentalbezugskörper vordringen könne. „Copernicus kannte weder die Verkürzung des Sekundenpendels am Äquator und die Abplattung der Erde, noch die östliche Abweichung fallender Körper, noch das Foucaultsche Pendel, weder die Aberration des Fixsternlichtes noch die Parallaxe eines Fixsternes. . . . das alles wufste Copernicus noch nicht und hatte also genau genommen keine Berechtigung, dem heliocentrischen Standpunkt vor dem geocentrischen den Vorzug zu geben — um so bewundernswerter ist es, daß er das richtige sicher erkannt hat. Es wird mit Recht darauf hingewiesen, daß in den Naturwissenschaften die Fülle der Beobachtungen gewaltsam zur Annahme einer Lehre drängt, ehe der entscheidende Beweis geliefert werden kann, man braucht nur an den Kampf zwischen der Emissions- und der Undulationstheorie des Lichtes zu denken. Als das Hauptverdienst des Copernicus sei übrigens nicht die Erkenntnis anzusehen, daß die Erde sich um die Sonne bewege, sondern vielmehr, daß er die ganze Astronomie auf die neue Anschauung gründete und gleichsam einen neuen Almagest an die Stelle des ptolemäischen setzte.

P.

4. Unterricht und Methode.

Die physikalischen Dimensionen. Zur Frage der Einführung der physikalischen Dimensionen in den Schulunterricht hat K. WEISE (Halle a. S.) in Leipzig einen Vortrag gehalten (vgl. d. Zeitschr. XI 197), der in den *Unterrichtsblättern für Mathematik und Naturwissenschaften 1898 No. 4* veröffentlicht ist. Der Vortrag erörtert, wie bereits in d. Zeitschr. erwähnt, die Vorteile der Dimensionsformeln und verweilt unter Anknüpfung an ein Czogler'sches Beispiel besonders bei der Möglichkeit, mit Hülfe der Dimensionsbeziehungen unbekanntes Gesetze aufzufinden: Es werde als bekannt vorausgesetzt, infolge experimenteller Feststellung, daß die Geschwindigkeit von Transversalwellen in Saiten nur abhängen von der spannenden Kraft, von der Länge und der Masse der Saite; dann läßt sich eine Gleichung aufstellen, die auf der einen Seite die Geschwindigkeit der Wellen enthält, also von der Dimension $L M^0 T^{-1}$ ist, während auf der andern Seite unbekanntes Potenzen der spannenden Kraft, der Länge und der Masse stehen. Die Gleichung wird also die Form haben

$$L M_0 T^{-1} = (L M T^{-2})^x \cdot L^y \cdot M^z,$$

woraus sich leicht ergibt $x = 1/2$, $y = 1/2$, $z = -1/2$, somit das Gesetz, daß die Geschwindigkeit der Wellen in Saiten der Quadratwurzel aus der spannenden Kraft und der Länge der Saite direkt, der Quadratwurzel aus der Masse der Saite umgekehrt proportional ist.

Der Verfasser mißt jedoch einer derartigen Verwendung der Dimensionen für den Schulunterricht keinen besonderen Wert bei, auch die Prüfung der Richtigkeit einer Gleichung mit Hülfe der Dimensionen sei für die Schule von untergeordneter Bedeutung. Und die übrigen Vorzüge der Dimensionen — die Möglichkeit einer mechanischen Umrechnung

aus einem Maßsystem in ein anderes, die leichte Erkennbarkeit des angewandten Maßsystems, die Einsicht in den Zusammenhang zwischen den einzelnen Maßeinheiten — seien gleichfalls nicht der Art, daß dadurch die Einführung der Dimensionen in die Schule gerechtfertigt erscheine, während es allerdings ratsam sei, alle Größen im CGS.-System auszudrücken. Auch schließt sich der Verfasser im Prinzip dem von Höfler in d. Zeitschr. (XI 75) gemachten Vorschlage an, diese Wahl der Einheiten durch Beifügung von (cm, sec., g) zum Ausdruck zu bringen. Die Einführung der Dimensionen in den Unterricht bedeute dagegen eine nicht unerhebliche Vermehrung des Unterrichtsstoffes. Bei dem abstrakten Charakter der Dimensionsformeln würden vielfache Übungen nötig sein, bis diese Formeln für den Schüler wirkliches Leben erhalten; und da schon jetzt der physikalische Lehrstoff nur mit Mühe bewältigt werden könne, so werde man sich entschließen müssen, von der Neueinführung eines Gegenstandes von so geringem Wert für den Unterricht abzusehen.

In einem Aufsatz in derselben Nummer der Unterrichtsblätter erörtert F. PIETZKER „die Tragweite der Lehre von den physikalischen Dimensionen“. Indem wir auf die in Höflers Aufsatz (dieses Heft S. 14) enthaltenen Anführungen verweisen, beschränken wir uns an dieser Stelle auf eine kurze Wiedergabe des von PIETZKER entwickelten Gedankenganges. Die vorher mitgeteilte Ableitung nach Czogler veranlaßt ihn zum Widerspruch dagegen, daß man durch Benutzung der Dimensionsformeln neue Gesetze auffinden könne. Es liege eine rein äußerliche Herleitung vor, bei der die inneren Gründe des Zusammenhanges, nämlich die Elastizitätsverhältnisse, völlig außer Betracht geblieben wären. Die genauere Kritik dieser Ableitung wird auf die von Höfler im Wortlaut (d. Heft S. 15) mitgeteilten Darlegungen gestützt. Man habe es in allen physikalischen Gleichungen nicht mit den Größen selbst, sondern mit ihren Verhältnissen zu thun; eine Gleichung von der Art der Czoglerschen müsse eigentlich in der Form geschrieben werden

$$\frac{A}{\alpha} = \left(\frac{B}{\beta}\right)^x \cdot \left(\frac{C}{\gamma}\right)^y \cdot \left(\frac{D}{\delta}\right)^z,$$

worin überall nur gleichartige Größen zu einander ins Verhältnis gesetzt, und die Operationen des Potenzierens und Multiplizierens nur an „reinen Zahlen“ vollzogen seien. Die Buchstaben L, M, T in Czoglers Gleichung bedeuteten dementsprechend nichts anderes als Längenverhältnisse, Massenverhältnisse und Zeitverhältnisse. Man vgl. nun die Anführung in d. Heft S. 15, die mit den Worten schließt: „Man ist also nicht berechtigt, die Gleichung in drei Gleichungen zu zerfallen, es ist eine einheitliche Gleichung, aus der man über die drei in ihr auftretenden unbekanntenen Größen $x y z$ garnichts Bestimmtes erfahren kann.“

Im Zusammenhange mit der eben angedeuteten Auffassung unterzieht der Verfasser dann noch ein Beispiel aus der Elektrizitätslehre der Kritik. Die Elektrizitätsmenge E besitzt im elektrostatischen System die Dimension $M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}$, im elektromagnetischen die Dimension $L^{1/2} M^{1/2}$. Der Verfasser bemerkt dazu: „ E ist keine Elektrizitätsmenge, sondern ein Elektrizitätsmengenverhältnis, und bleibt dies auch, nachdem die zweite zum Vergleich dienende Elektrizitätsmenge zur Einheit gewählt worden ist. E ist also eine reine Zahl, die wohl über das Verhältnis zweier Elektrizitätsmengen unter sich, niemals aber über die Beziehung einer Elektrizitätsmenge zu den mechanischen Fundamentalgrößen (Länge, Masse, Zeit) Aufschluß geben kann.“ Aus den vorher angeführten Dimensionen der nach verschiedenen Systemen gemessenen Elektrizitätsmengen wird bekanntlich gefolgert, daß ihr Quotient die Dimension einer Geschwindigkeit habe, und es wird daran weiter die Behauptung geknüpft, daß dieser Quotient wirklich eine Geschwindigkeit sei, deren Größe man nach verschiedenen Methoden ungefähr gleich der der Lichtgeschwindigkeit gefunden zu haben glaubt. Der Verfasser macht nun geltend, daß bei allen diesen Methoden die Größen, auf die man abzielt, durch die theoretischen Definitionen eingeführt und dadurch implicite das, was man beweisen will, im Beweisverfahren schon benutzt werde; man könne also die Übereinstimmung in dem Resultate dieser Methoden nicht als Bestätigung ihrer Richtigkeit ansehen. Daß der Quotient die Dimension $L:T$ besitzt, heiße weiter nichts, als daß er bei anderweiter Wahl der Einheiten der Länge und der Zeit einen anderen Zahlenwert erhalte; wolle man jenen Quotienten

als eine Geschwindigkeit ansehen, so müsse man auch den galvanischen Leitungswiderstand, der dieselbe Dimension hat, als eine Geschwindigkeit bezeichnen, was im Ernst noch niemand behauptet habe.

Der Verfasser führt dann näher aus, daß die von ihm bekämpfte Auffassung auch an einem inneren Widerspruch leide. Die Stromstärke wird im elektromagnetischen Mafß durch die Formel $i = rk/2\pi p$ dargestellt, worin k eine mechanische Kraft, r den Radius des Stromkreises, p die Polstärke des in der Mitte befindlichen Magneten bedeutet; daraus ergibt sich für die Stromstärke die Dimension $L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$. Wenn nun andererseits die Stromstärke gleich dem Verhältnis der durch den Querschnitt fließenden Elektrizitätsmenge zu der dazu verwendeten Zeit, also $i = d\varepsilon/dt$ gesetzt wird, so kann man aus beiden Gleichungen für die „Elektrizitätsmenge im elektromagnetischen Mafße“ in der That die Dimension $L^{1/2} M^{1/2}$ ableiten. Die zweite der hierbei benutzten Gleichungen ist aber nach PIETZKERS Ansicht eine reine Hypothese, und nichts als der Ausdruck einer ganz äußerlichen und rohen Analogie zu dem Begriff der Stromstärke bei fließendem Wasser. Und auch wenn man diese Annahme gelten lasse, komme man auf einen unlösbaren Widerspruch. Denn die strömend gedachte Elektrizitätsmenge sei doch an sich dieselbe, mit der man es im Fall der Ruhe, in der Elektrostatik, zu thun habe. (So sei auch bei der gebrauchten Analogie das strömende Wasser an sich nicht verschieden von dem ruhenden, und wenn man die Geschwindigkeit durch den Quotienten von Länge und Zeit definiere, verstehe man unter Länge nichts anderes, als was man sonst mit diesem Wort bezeichnet.) Es könne demnach über die strömend gedachte Elektrizitätsmenge keine andere Aussage möglich sein als über die ruhende Elektrizität. Die beiden Einheiten der Elektrizitätsmenge könnten sich demnach nur durch einen reinen Zahlenfaktor, nicht durch einen Geschwindigkeitsfaktor unterscheiden. Und überdies könne für diese Einheiten bei den für sie geltenden Definitionen ein festes Verhältnis garnicht herauskommen. Denn bei der elektromagnetischen Einheit der Stromstärke spiele der Radius des Stromkreises eine wesentliche Rolle, also übe die Wahl der Längeneinheit auf die Größe des Trägers der elektromagnetischen Wirkung einen Einfluß aus, zu dem bei der elektrostatischen kein Analogon existiere. Diese Abhängigkeit der Größe des Wirkungsträgers von der Längeneinheit sei durchaus nicht etwa eine der strömenden Elektrizität an sich zukommende Eigenschaft, sondern beruhe auf einer völlig willkürlichen Festsetzung, die allein dem theoretischen System der Dimensionslehre zuliebe getroffen sei. An sich bestehe gar kein Hindernis, auch der Definition der elektromagnetischen Einheit einen von der Längeneinheit unabhängigen Wirkungsträger von irgend welcher von vornherein willkürlich festgesetzten Größe zu grunde zu legen, und entsprechend bei Reduktion der Stromstärke auf die Elektrizitätsmengen mit der Zeit zu verfahren. Dann würden die einander entsprechenden Größen auf beiden Wirkungsgebieten sich nur durch Zahlenfaktoren unterscheiden.

Die vorgebrachten Bedenken sind, wie der Verfasser selbst bemerkt, wesentlich logischer Art; sie seien aber um so gewichtiger, als die Gefahr nahe liege, daß infolge der glänzenden Errungenschaften der experimentierenden Elektrik der Wert der damit verknüpften Formeltechnik überschätzt werde. Es bleibe zu beachten, „daß die Formel den Sachverhalt sehr wohl ausdrücken, aber nicht ersetzen kann, daß sie nützlich ist, so lange man in ihr nichts weiter als das Mittel sieht, dem Sachverhalt die für die weitere Verwertung brauchbare äußere Fassung zu geben, daß sie aber den Fortschritt der Erkenntnis geradezu schädigt, wenn man dieser ihrer formellen Bedeutung einen materiellen Inhalt unberechtigter Weise unterlegt“.

Wir enthalten uns an dieser Stelle des kritischen Eingehens, da von anderen Seiten der Inhalt der sehr beachtenswerten Ausführungen noch näher beleuchtet werden wird. Nur hinsichtlich der Elektrizitätsmessung nach elektrostatischem und elektromagnetischem Mafße sei folgendes bemerkt: Es handelt sich hier in der That nicht bloß um verschiedene Mafßeinheiten, sondern um verschiedene Begriffe, die verschieden definiert sind, und demgemäß auch in den Dimensionen sich unterscheiden dürfen. Man müßte streng genommen von elektrostatischer und elektromagnetischer Elektrizitätsmenge sprechen. Die erste ist als ruhend,

die andere als bewegt vorzustellen. Dafs dies einen qualitativen Unterschied bedeutet, sieht man leicht ein, wenn man Ernst damit macht, Geschwindigkeit als einen „Zustand“ aufzufassen. Thatsächlich zeigt sich der Unterschied darin, dafs nur die bewegte Elektrizität auf einen Magnetpol wirkt. Eine elektromagnetische Elektrizitätsmenge erhält man also, wenn man eine gewisse elektrostatische Elektrizitätsmenge während einer gewissen Zeit durch eine gewisse Länge bewegt vorstellt. Als „elektromagnetische Einheit“ könnte man hiernach diejenige wählen, die man erhält, wenn die „elektrostatische Einheit“ in 1 Sek. 1 cm zurücklegt. Die gebräuchliche elektromagnetische Einheit ist aber, wie bekannt, $3 \cdot 10^{10}$ mal so grofs, der Quotient dieser letzteren in der elektrostatischen Einheit also gleich $3 \cdot 10^{10} \text{ cm sec}^{-1}$ oder $3 \cdot 10^8 \text{ m. sec}^{-1}$, d. i. der Geschwindigkeit des Lichtes. Die elektromagnetische Einheit entsteht also, wenn die elektrostatische sich mit der Geschwindigkeit des Lichtes bewegt. Die Berechtigung dafür, hierin mehr als eine zufällige Zahlenübereinstimmung zu erblicken, liegt in dem von Maxwell geführten Nachweis, dafs bei Einführung der elektrostatischen Einheit in die Grundgleichungen der elektrischen bezw. magnetischen Verschiebungen eben dieser Quotient sich als die Geschwindigkeit der elektrischen bezw. magnetischen Wellen erweist.

P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Lichtelektrische Telegraphie. Die Marconische Funkentelegraphie ist nicht im stande, elektrische Strahlen nur nach einer bestimmten Richtung des Raumes sehr weit zu senden. Bringt man den Sender in einem metallischen Hohlspiegel an, so kann man den elektrischen Strahlen eine bestimmte Richtung etwa auf eine Entfernung von 50 m geben. Zur Überwindung von kilometerlangen Strecken aber sind lange Fangdrähte erforderlich, die die Verwendung eines Hohlspiegels ausschliessen, die telegraphischen Zeichen nach allen Richtungen des Raumes aussenden und Unberufenen ein Mitlesen der Funken-Nachrichten gestatten. Es ist bis jetzt nicht gelungen, diesen Übelstand durch Abstimmung der Empfangsdrähte auf eine bestimmte Wellenlänge zu beseitigen. Lichtstrahlen jedoch vermag man jetzt auf einfache und vollkommene Weise recht weit zu senden. Der grofse Scheinwerfer der Elektrizitäts-A.-G. vormals Schuckert & Co. zu Nürnberg, der auf der Weltausstellung zu Chicago aufgestellt war, enthielt ein Bogenlicht, das bei 150 A. und 60 V. eine Leuchtkraft von etwa 47000 N.-K. lieferte, die der Reflektor auf etwa 194000000 N.-K. steigerte, sodafs die Wirkung des Scheinwerfers zu Milwaukee, das 128 km von Chicago entfernt ist, noch beobachtet werden konnte (*E.T.Z. XIV 681, 1893*). Diese Umstände veranlafsten Herrn Prof. KARL ZICKLER zu Brünn, die Zeichen bei der Telegraphie ohne Draht durch Lichtstrahlen statt durch elektrische Strahlen so zu übertragen, dafs Unberufene die gegebenen Zeichen an dem Lichtkegel selbst in der Nacht nicht ablesen können, und mithin das Nachrichten-Geheimnis gewahrt bleibt (*E.T.Z. XIX 474 u. 487*). Er ging dabei von der Beobachtung von H. HERTZ (*Ges. Werke II 69*) aus, dafs ultraviolette Strahlen elektrische Entladungen auslösen. Diese lichtelektrische Erscheinung benutzte er zur Telegraphie ohne Draht. Er sandte an dem Aufgabort mit einem Bogenlichte in Zwischenzeiten, die den Morsezeichen entsprachen, ultraviolette Strahlen in der Richtung des Empfangsortes aus. Diese lösten dort in den gleichen Zwischenzeiten elektrische Funken aus. Diese Zeichen konnten dann durch die schwachen elektrischen Wellen, die sie erregten, mittels einer Frittröhre oder durch die Funkenströme selbst auf eine elektrische Klingel, ein Telephon oder einen Morseschreiber übertragen werden. Da nur die unsichtbaren ultravioletten Strahlen die lichtelektrische Wirkung hervorrufen, so können Unberufene die mit dem ausgesandten Strahlenkegel gegebenen Zeichen nicht ablesen. ZICKLER bediente sich bei seinen Versuchen folgender Vorrichtungen:

An der Sendestelle befindet sich als Strahlenerzeuger (Fig. 1) ein starkes elektrisches Bogenlicht *L*, das wie bei den Scheinwerfern in einem in wagerechter und lotrechter Ebene drehbaren Gehäuse *G* eingeschlossen ist. Die aus der Öffnung *O* austretenden Lichtstrahlen werden durch zweckmäfsige Einstellung des Gehäuses in der Richtung der Empfangsstelle ausgesandt. Um möglichst vielen Strahlen diese Richtung zu geben, wendet man bei gröfse-

ren Entfernungen Hohlspiegel und Bergkrystall-Linsen an. Der Verschluss V der Ausstrahlungs-Öffnung erfolgt durch eine oder mehrere Glasplatten, die wie bei den Verschlüssen der photographischen Apparate auf pneumatischem Wege rasch vor die Öffnung geschoben oder von ihr entfernt werden können. Die sichtbaren Strahlen durchdringen den Glasverschluss, die wirksamen unsichtbaren ultravioletten Strahlen hingegen werden durch das Glas ausgelöscht, es kann mithin keine lichtelektrische Wirkung an der Empfangsstelle erfolgen, diese tritt erst beim Öffnen des Verschlusses ein. Durch kürzeres oder längeres Offenlassen des Verschlusses können kürzere oder längere ultraviolette Lichtblitze, die den Punkten und Strichen der Morseschrift entsprechen, ausgesandt werden. Da hierbei nur die ultravioletten Strahlen abgeblendet werden, die sichtbaren Strahlen aber ungehindert austreten, so bleibt die Zeichengebung einem Beobachter des Strahlenkegels verborgen, da dessen Stärkeänderung mit dem Auge nicht erkennbar ist.

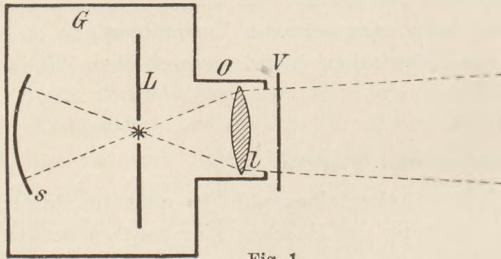


Fig. 1.

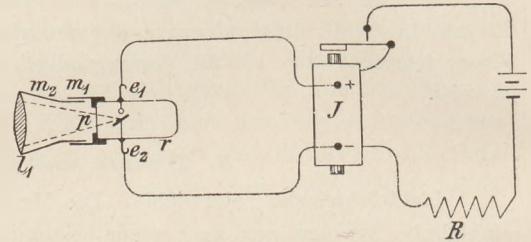


Fig. 2.

Der Strahlenempfänger (Fig. 2) besteht aus einem röhrenförmigen Glasgefäße r , das an der vorderen Seite mit einer planparallelen Quarzplatte p luftdicht verschlossen ist. An zwei gegenüberliegenden Stellen des Gefäßes sind je eine Elektrode eingeschmolzen. Die eine Elektrode e_1 endigt in eine wenige Millimeter dicke Kugel; die andere Elektrode e_2 bildet eine kleine kreisförmige Scheibe, deren Ebene gegen die Gefäßachse geneigt ist. Beide etwa 10 mm von einander entfernte Elektroden sind mit Platinblechen belegt. An dem Glasgefäß, das mit verdünnter Luft oder einem verdünnten Gase gefüllt ist, sitzt ein Metallrohr m_1 , in dem ein zweites mit einer Quarzlinse l_1 versehenes Rohr m_2 durch einen Schraubetrieb verschiebbar ist, so daß man die von der Sendestelle kommenden Strahlen durch Verschiebung der Linse auf der Elektrode e_2 in einem schwachen und kleinen elliptischen Lichtfleck vereinigen kann. Die Elektroden sind mit der Sekundärwicklung eines kleinen Induktionsapparates leitend so verbunden, daß e_1 Anode und e_2 Kathode wird. In den primären Stromkreis des Induktors, das nur eine Schlagweite von 1 bis 2 cm zu haben braucht, ist ein Regulierwiderstand R eingeschaltet. Dieser wird so eingestellt, daß die Spannung an den Elektroden zur Bildung von Funken eben noch nicht ausreicht. Sobald dann durch Öffnen des Glasverschlusses am Sender die ultravioletten Strahlen des Bogenlichts die Kathode des Empfängers treffen, erfolgt durch ihre lichtelektrische Wirkung eine Auslösung der Funken zwischen den Elektroden, die aber sofort aufhören, sobald der Glasverschluss den Austritt dieser wirksamen Strahlen verhindert. Ein den Morsezeichen entsprechendes Öffnen und Schließen des Senders bewirkt also am Empfänger Funkenübergänge in entsprechenden kürzeren oder längeren Zwischenzeiten. Die auftretenden Funken erzeugen in dem Raume um den Empfänger schwache elektrische Wellen, die auf eine Frittröhre wirken und dadurch wie bei der Marconischen Funkentelegraphie eine Übertragung der Zeichen auf eine elektrische Klingel oder einen Morseschreiber ermöglichen. An Stelle des Fritters kann man zur Zeichenübertragung auch ein in den Funkenstrom des Sekundärkreises eingeschaltetes Relais benutzen. Sollen die Zeichen nur hörbar gemacht werden, so genügt es, ein Telephon in den Funkenstromkreis einzuschalten.

ZICKLER begann seine Versuche im Laboratorium mit der Entfernung von 2 m und endigte mit einer Zeichengebung auf eine Entfernung von 200 m. Er beabsichtigt, Versuche auf größere Entfernungen auszuführen, sobald ihm ein leistungsfähigerer Scheinwerfer zur Verfügung steht.

H. H.-M.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die elektrischen Kräfte. Darlegung und genauere Betrachtung der von hervorragenden Physikern entwickelten mathematischen Theorien. Von Dr. Karl Neumann, Professor der Mathematik an der Universität Leipzig. Zweiter Teil: Über die von Hermann von Helmholtz in seinen älteren und in seinen neueren Arbeiten angestellten Untersuchungen. Leipzig, B. G. Teubner. 1898. XXX und 462 S. M. 14.

Der Verf. hat ausführliche und mühevoll mathematische Untersuchungen im Anschluß an die ältere und die neuere Helmholtzsche Theorie der elektrischen Erscheinungen angestellt. Er rechtfertigt den Umstand, daß Helmholtz nacheinander zwei ganz verschiedene Standpunkte für die Betrachtung gewählt hat, aus der Thatsache, daß die elektrischen Vorgänge sowohl zur Gravitation, zur Elastizität und zur Kapillarität wie zur Wärme in engster Beziehung stehen, weshalb man sie einerseits mit jenen nach den Newtonschen Prinzipien, aber auch andererseits mit dieser nach den Prinzipien von Fourier zu einem einheitlichen Ganzen zu verbinden berechtigt sei.

Die Hauptergebnisse der Untersuchung vom ersten Standpunkte aus sind folgende. Für die elektromotorische Kraft, die von einem in Bewegung begriffenen Leiterelement in einem Punkte eines anderen, sich davon unabhängig bewegenden Elementes induziert wird, erhält man ein überaus compliziertes Gesetz, worin eine gewisse Constante k vorkommt. Das Gesetz wird aber einfach, sobald $k = -1$ ist, was auch zwei andere sehr plausible Annahmen fordern, nämlich erstens, daß ein völlig constant bleibendes Stromelement in einem Punkte eines Körpers keine elektromotorische Kraft induziert, wenn die relative Lage des Punktes zu ihm dauernd dieselbe bleibt, und zweitens, daß die ponderomotorischen und die elektromotorischen Wirkungen elektrischer Stromelemente vollständig bestimmt sind durch die Werte, die ihre Strömungskomponenten zu Anfang des gewählten Zeitelementes besitzen, und durch die Zunahmen dieser Werte während desselben Zeitelementes. Im Gegensatz dazu führt das unabgekürzte elektromotorische Elementargesetz in Anwendung auf einen von einem isolierenden Medium umgebenen homogenen Konduktor, auf den von außen her keine elektrischen Kräfte wirken, zu den älteren Helmholtzschen Differentialgleichungen, in denen dieselbe Constante k enthalten ist, aber gleich Null oder positiv sein muß, weil sonst die auf dem Konduktor vorhandene elektrische Ladung in der Ruhe sich in labilem Gleichgewichte befände. Der Widerspruch ist nur lösbar, wenn man die Differentialgleichungen für unvollständig ansieht, sofern unter der Einwirkung elektromotorischer Kräfte auch in dem isolierenden Medium elektrische Vorgänge entstehen, die zu berücksichtigen sind. Auf das ponderomotorische Elementargesetz ist k ohne Einfluß, und man erhält die bekannte Formel von Ampère.

Von dem zweiten Standpunkte aus sieht Helmholtz die elektrischen und magnetischen Vorgänge als bedingt durch elektrische und magnetische Zustandscomponenten an, die in derselben Weise weiter nicht erklärt und von den Zuständen in der unmittelbaren Umgebung abhängig gedacht werden wie bei Fourier die Temperatur. Auf sie und ihre Änderungen bezieht sich die den ponderomotorischen, elektrischen und magnetischen Vorgängen der Materie und des Äthers gemeinsame, analog dem Potential für die Componenten ponderomotorischer Kräfte in der Mechanik verstandene Funktion, mit der dann das entsprechend verallgemeinerte Prinzip der kleinsten Wirkung formuliert wird. Die wichtigsten Resultate, die Neumann auf dieser Grundlage ableitet, betreffen die ruhende Elektrizität, den Magnetismus und die gegenseitigen Wirkungen bewegter, in sich zurücklaufender elektrischer Ströme. Für die Elektrostatik ergibt sich vollkommene Übereinstimmung mit der Poissonschen Theorie. Für die magnetisierenden Eigenschaften elektrischer Ströme und die damit zusammenhängenden ponderomotorischen Wirkungen trifft dies nicht zu, wobei jedoch zu beachten ist, daß auch der Einklang der Poissonschen Theorie mit der Erfahrung nicht feststeht. Endlich führt die Betrachtung bewegter elektrischer Ströme zu denselben Folgerungen wie die Theorie von F. Neumann, wenn man den Magnetisierungscoefficienten überall als constant ansehen darf und die elektrischen Zustandscomponenten bei unveränderlicher relativer Lage des Körpers zum Koordinatensystem nur verschwindend wenig sich ändern.

Der zweite Teil der Neumannschen Untersuchungen hat zur Zeit wohl mehr Interesse als der erste. Neumann selbst fühlt sich von den betreffenden grundlegenden Vorstellungen wenig befriedigt, besonders, was den Begriff der elektrischen und magnetischen Zustandscomponenten und das Minimalprinzip angeht. Trotzdem verwahrt er sich dagegen, den älteren Standpunkt für besser zu halten, da man von ihm aus ebenso wenig zu völlig genügenden Schlüssen gelangt. Er meint, beide Wege seien noch eine Weile weiter zu verfolgen. Doch wird auch dabei wahrscheinlich die jüngere

Helmholtzsche Theorie bevorzugt werden, — vielleicht nicht ohne erhebliche Anregungen aus den Neumannschen Untersuchungen zu empfangen.

Paul Gerber, Stargard.

Die moderne Entwicklung der elektrischen Prinzipien. Fünf Vorträge von Prof. Dr. Ferd. Rosenberger. Leipzig, Joh. Ambr. Barth. 1898. 170 S. M. 3.

Der Verf. behandelt seinen Gegenstand ebenso eingehend wie allgemein verständlich. Besonders regt er teils durch seine eigenen erkenntniskritischen Bemerkungen, teils dadurch, daß er die am entscheidendsten wirksam gewesenenen Forscher mit charakteristischen Gedankenwendungen selbstredend einführt, zu weiterem Nachdenken an. Der Leser überschaut am Ende nicht bloß klar den Entwicklungsgang der elektrischen Theorien, sondern sieht auch überall deutlich ihren Zusammenhang mit den allgemeinen physikalischen Vorstellungen. Wer das Buch mit den Augen des Lehrers liest, kann zugleich manches Methodische für den Unterricht daraus ableiten. Geschichtlich am schärfsten tritt der Gegensatz zwischen Newton und Faraday hervor. Beachtenswert ist der Nachweis, daß schon die Entdeckung Ørstedts die Abwendung von dem Newtonschen Kraftbegriff einleitet, daß die elektrodynamische Theorie von Ampère nur einen unvollkommenen Compromiß mit jenem Begriff herstellt, und daß dieselbe Zeit, die fast überall Newtonsche Fernkräfte zu suchen trachtete, doch durch einen ihrer Hauptvertreter, durch Gauss, sich gezwungen sah, ein allgemeines Maßsystem bloß auf Raum, Zeit und Masse zu gründen. Faraday folgte; und Rosenberger hat seine Persönlichkeit, die Art, wie seine Leistungen aufgenommen wurden, und die Verbindung zwischen seinen Entdeckungen und seinen theoretischen Anschauungen sehr gut gekennzeichnet. An die Besprechung der Maxwell'schen und der Hertz'schen Arbeiten schließt sich eine in der Billigung vielleicht zu weitgehende Mitteilung der Hypothesen von Lodge. Der letzte Vortrag behandelt die fundamentalen Grenzbegriffe der Physik und unterscheidet eine dynamische, eine energetische und eine kinetische Betrachtung. Allen dreien spricht der Verf. je nach dem Stande unserer Kenntnisse Berechtigung zu, und er sieht die kinetische Betrachtung als die am tiefsten eindringende an. Mit Unrecht; denn der Verzicht auf die Newtonsche Fernkraft und auf die Auffassung der Energie als Substanz zwingt nicht, nun alles in Bewegung bestehend zu denken.

Paul Gerber, Stargard.

Die physikalischen Erscheinungen und Kräfte, ihre Erkenntnis und Verwertung im praktischen Leben. Von Prof. Dr. L. Grunmach. Sonderabdruck aus dem „Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien“. Leipzig, Otto Spamer, 1898. VII u. S. 193—618.

Das Buch der Erfindungen ist ein alter lieber Bekannter, der zu dem eisernen Bestand der Bücherschätze in guten deutschen Bürgerhäusern gehört, und hat mehr Anregung und Wissen verbreitet und mehr zur Hebung der Gewerbe beigetragen, als man gemeinhin vermutet. Der vorliegende Abschnitt des zweiten Bandes, der außerdem noch die Mechanik und die Kraftmaschinen enthält, hat nicht nur den Zweck, die wichtigsten und merkwürdigsten physikalischen Erfindungen nebeneinanderzustellen, sondern will auch einen geordneten Überblick über die Thatsachen und Lehren der Physik geben. Dabei werden im wesentlichen zwei Verfahren eingeschlagen: Bisweilen wird von einer gegebenen Erfindung ausgegangen und deren Theorie so weit entwickelt, daß die hauptsächlichsten physikalischen Sätze ihre Erklärung finden; zuweilen wird an der Hand der Geschichte die Entwicklung grundlegender wissenschaftlicher Begriffe verfolgt und deren Bedeutung durch die Übereinstimmung mit der Wirklichkeit oder durch die davon gemachten Anwendungen dargethan. — Herr Prof. Grunmach hat es mit großem Geschick verstanden, bei der Neubearbeitung die möglichste wissenschaftliche Strenge mit einer leicht verständlichen Darstellung zu verbinden und den Leser selbst mit den neuesten Errungenschaften in angenehmer und doch gründlicher Form bekannt zu machen. Manche klingende Redensart hat er in der neuen Ausgabe ausgemerzt und dafür ernste und sachliche Erörterungen eingeschaltet, die dem heutigen Geschmack und Bedürfnis entsprechen. Ein besonderes Gewicht hat er auf die Beschreibung der neuesten Apparate gelegt. Großes Lob verdient vor allem der wertvolle Abschnitt über Instrumente und Apparate zur Messung der drei Fundamenteinheiten. Das Buch ist nicht nur Lehrern, die die Anwendungen der Physik im Unterricht berücksichtigen wollen, sondern vor allem zur Anschaffung für Schülerbibliotheken sehr zu empfehlen.

H. H.-M.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, elementar dargestellt. Von W. Ostwald. 2. vermehrte Auflage. Leipzig, W. Engelmann. 1897. X und 200 S. Geb. 5,80 M.

Schon im Jahrgang IV S. 104 dieser Zeitschrift ist das originelle Werk besprochen worden, es genügt, hier auf das Erscheinen der zweiten Auflage hinzuweisen, — ein Zeichen, daß diese Darstellung der analytischen Chemie unter Berücksichtigung der neuen Lehren großen Anklang gefunden hat. Bereits die erste Auflage ist in andere Sprachen übersetzt.

Schw.

Traité de Chimie, der Revue des Deux Mondes im Auszuge entnommen und mit Anmerkungen für den Schulgebrauch herausgegeben von Dr. K. Sachs. Vorauszugeschickt ist als Einleitung: Histoire abrégée de la chimie. Anhang: Vokabular der seltneren, besonders der wissenschaftlichen Ausdrücke. Berlin. 1898. Gärtners Verlag. 103 S.

In den Plänen von 1892 ist vorgesehen, daß an den Oberrealschulen (und auch an Realgymnasien) naturwissenschaftliche und technische Gegenstände für die französische und englische Lektüre herangezogen werden, denn es wird Berücksichtigung des Wortschatzes nach der technischen und kommerziellen Seite hin, sowie Einführung in die Elemente der wissenschaftlichen und technischen Terminologie verlangt. Man kann zweifelhaft sein, ob es richtig ist, diese Aufgabe in die Hand der Sprachlehrer zu legen, da die naturwissenschaftlichen Lehrer vielfach dieser Aufgabe gewachsen sind und den Stoff besser beherrschen als die Herren, die denselben nie wissenschaftlich kennen gelernt haben. Das vorliegende Werk läßt diesen Zweifel nicht ungerechtfertigt erscheinen, sowohl durch die Einleitung (entlehnt einem encyclopädischen Werke) als durch die Anmerkungen, gegen die mannigfache Einwendungen erhoben werden können. Auch würde es besser gewesen sein, zuerst englische Schriftsteller zu nehmen, da die englischen Ausdrücke für Wissenschaft und Technik wichtiger als die französischen sind.

Der Inhalt ist: Einleitung; Histoire abrégée de la chimie; I. Berthelot, Un chapitre de l'histoire des sciences (Rev. d. Deux Mondes, 1893); II. Berthelot, La découverte de l'alcool et la distillation (ebend. 1892); III. Fleury, L'Aluminium (zwischen 1889—93 verfaßt, R. d. d. M. 1893 I/III). Dazu kommen sachliche Anmerkungen, alphabetisches Wörterverzeichnis und Register zu den Anmerkungen. Schw.

Grundzüge der Elektrochemie. Von Walther Löb. Mit 43 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig, J. J. Weber. 1897. 140 S. M. 3.

In der jüngsten Zeit ist eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Büchern erschienen, welche sich die Aufgabe stellen, einen Einblick in die Forschungen auf elektrochemischem Gebiet zu geben, und es muß als eine insbesondere für den Lernenden erfreuliche Thatsache hervorgehoben werden, daß keines von diesen Büchern — soweit sie dem Verf. bekannt geworden sind — das andere überflüssig macht, denn jedes besitzt seinen besonderen Charakter und sucht seinen Zweck in anderer Weise zu erfüllen, sei es in der ausführlichen Darstellungsweise eines Handbuchs, sei es in weniger umfangreicher Weise durch mathematische Entwicklung und Formulierung der Gesetze, oder durch eine mehr populäre Sprache, wie sie in einem an ein größeres Publikum gerichteten Vortrag üblich ist, oder durch geschickt ausgewählte Vorlesungsversuche, an welche sich die theoretischen Erörterungen anschließen.

In dem vorliegenden Buche, welches den 162. Band von Webers illustrierten Katechismen bildet, entwickelt der Verf. ausführlicher, als es sonst in inhaltlich verwandten Büchern gleichen Umfangs zu geschehen pflegt, die Grundvorstellungen der Elektrochemie, namentlich (unter Benutzung des absoluten Maßsystems) die elektrischen Maße (Stromstärke und -menge, Potential, Kapazität, Widerstand) und beschreibt, was sonst nicht, oder doch weitaus nicht in gleicher Ausführlichkeit geschieht, im Anschluß daran die Instrumente, welche bei der Bestimmung dieser Werte benutzt werden (Voltmeter, Tangenten-, Sinusbussole, die technischen Ampèremeter u. s. w.), sowie die Versuchsanordnungen, welche sich für die Ausführung der Messungen als die brauchbarsten erwiesen haben. Als Ergänzung bringt der Anhang die speziellen Versuchsanordnungen bei elektrolytischen Versuchen, die Bestimmung einzelner Potentialsprünge unter Benutzung der Ostwaldschen Normalelektrode und eine Anzahl von Constanten und Formeln. Dankbar anzuerkennen ist es, daß der Verf. neben den erprobten älteren Untersuchungsmethoden auch solche neueren Datums für die Zwecke seines Buches nutzbar gemacht hat, wie die Methode zur Bestimmung des inneren Widerstandes galvanischer Elemente mittels zweier in 2 Zweige einer Wheatstoneschen Brücke geschalteter Condensatoren, über welche Nernst und Haagen zuerst 1896 Mitteilung machten, während die ausführliche Abhandlung erst 1897, also gleichzeitig mit dem Buche selbst, erschienen ist.

Dem eigentlich elektrochemischen Teile liegt die gewöhnliche, in der Natur der Sache selbst begründete Disposition zu Grunde. An die Theorie der Lösungen schließt sich die Erörterung des osmotischen Drucks und der elektrolytischen Dissociation sowie die Definition der Ionen an, deren Wanderung im folgenden Kapitel im Zusammenhang mit der elektrischen Leitungsfähigkeit besprochen wird. Dann folgt die Entwicklung der Nernstschen Formel für die Berechnung der elektromotorischen Kraft zwischen einem Metall und einem Elektrolyt, deren Anwendung auf Concentrations- und chemische Ketten im nächsten Kapitel gezeigt wird. Die galvanische Polarisierung wird nur kurz, ausführlich werden dagegen die Primär- und Sekundärelemente besprochen. Die Darstellung der

wichtigsten elektrolytischen Vorgänge, ihre Anwendung zur quantitativen Analyse, zur Gewinnung von Elementen sowie von naorganischen und organischen Verbindungen bilden den Inhalt des letzten Kapitels.

Der Inhalt des Buches ist, wie aus dieser Übersicht hervorgeht, sehr reichhaltig; trotzdem ist es dem Verf. vortrefflich gelungen, bei aller Knappheit der Darstellung diese deutlich und durchsichtig zu gestalten, sodass, wer sich einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Elektrochemie verschaffen will, das Buch nicht unbefriedigt aus der Hand legen wird. *H. Böttger.*

Hilfsbuch für chemische Praktikanten. Von B. Philips. Mit 263 in den Text gedruckten Holzschnitten. Stuttgart. 1897. F. Enke. 330 S.

Der Verf. beabsichtigt in diesem Buche, dem Studierenden der Chemie bei der Ausführung von Operationen behilflich zu sein, die nicht einem speziellen chemischen Arbeitsgebiet, wie z. B. der quantitativen Analyse, angehören, sondern in der täglichen chemischen Praxis an ihn herantreten. So beschreibt er eingehend Einrichtung und Gebrauch der Wage und giebt eine Theorie dieses Instrumentes, ferner die verschiedenen Arten von constanten Gasentwicklungsapparaten und Gasometern, Trockenschranken, Thermostaten, die Trennung der Gemische fester und flüssiger Stoffe, die Bestimmung des spezifischen Gewichtes fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe, die Bestimmung optischer Eigenschaften, die verschiedenen Methoden der Destillation und der Siedepunktsbestimmung, die Methoden zur Ermittlung des Molekulargewichtes u. a. In dem Buche ist eine reiche Menge Stoff vereinigt und nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet; dem Referenten will es jedoch scheinen, als ob der Verf. in dem Streben nach Vollständigkeit mehr geboten hätte, als zur Erreichung des von ihm beabsichtigten Zieles zweckdienlich ist. Auf den Anfänger wirkt die Vielheit der Apparate, die ihm in dem Buche entgegentritt, verwirrend; und der Verf. hätte vielleicht, statt beispielsweise die verschiedenen Formen der Thermostaten anzuführen, seinen Zweck besser erreicht, wenn er nur eine Art, von deren Brauchbarkeit er sich durch eigene Anwendung überzeugt hatte, angegeben und ihre Anwendung eingehend geschildert hätte. Immerhin wird das Buch auch in der vorliegenden Form von Nutzen sein; denn wer vieles bringt, wird manchem etwas bringen. Fehler sind dem Referenten bei der Durchsicht nicht aufgefallen, nur in der Zeichnung des Soxhletschen Extraktionsapparates (S. 101), bei welchem doch zumeist Äther angewendet wird (cf. Text auf S. 102), wäre zweckmäßiger die Flamme des Bunsenschen Brenners fortgelassen worden. Man vermeidet Flammen auf dem Arbeitstisch, wenn man mit Äther arbeitet. *H. Böttger.*

Das Fernobjektiv im Porträt-, Architektur- und Landschaftsfache. Von Hans Schmidt, München. Berlin, Gustav Schmidt, 1898. VIII u. 120 S. 3,60 M.

Das Buch enthält zunächst eine kurze Einführung in die Optik, in welcher die Wirkung der Convexlinsen, der Konkavlinsen und der Combination zweier Linsen und zwar vorwiegend in geometrischer Weise dargestellt ist. Daran schließt sich eine Beschreibung der Objektive. Indem die Beziehungen zwischen Brennweite, Gegenstandsweite und Bildgröße erörtert werden, wird der Zweck, die Einrichtung und die perspektivische Wirkung der Teleobjektive dargelegt. Von Fernobjektiven werden die von Steinheil, Voigtländer und Zeiss eingehend beschrieben. In den folgenden, die Anwendung des Fernobjektivs betreffenden Kapiteln wird auch auf die Fabrikate anderer Firmen, z. B. der von Görz Bezug genommen. Die Anwendung selbst wird besprochen nach den Gesichtspunkten der Architektur-, Porträt- und Landschaftsaufnahme. In jedem Falle werden die geeignetsten Linsencombinationen aufgeführt. Der letzte Teil behandelt das praktische Arbeiten mit Fernobjektiven, die Einrichtung der Kamera, das Aufstellen des Apparates, das Einstellen, die Abblendung, die Exposition, die Entwicklung und das Kopieren. Zehn Tafeln veranschaulichen, was durch Fernobjektive zu erreichen ist. Das Buch orientiert in vorzüglicher Weise über diesen interessanten und wichtigen Teil der photographischen Technik. *R. Heyne.*

Einleitung in die Photochemie. Eine Einführung in das Studium der Chemie und Photochemie. Von Siegfried Friedländer. Weimar, K. Schwier, 1898. XII u. 200 S. 6 M.

Das Buch soll als Vorschule zum Studium der eigentlichen Fachwerke dienen. Es soll Berufs- oder Liebhaberphotographen, die noch keine Gelegenheit gehabt haben, sich mit chemischen Studien zu befassen, mit den Grundlehren der Chemie so weit vertraut machen, dass sie rein wissenschaftliche chemische und photographische Fachwerke mit Erfolg lesen können. Dass dieses erreicht wird, erscheint zweifelhaft. Auswahl und Behandlung des Stoffes entsprechen zu wenig dem im Titel angedeuteten Zwecke des Buches. Vor allem kommt die Photochemie darin wesentlich zu kurz. Von den 200 Seiten des Buches befassen sich 14 Seiten mit photochemischen Dingen. Dieser Knappheit auf der einen Seite steht andererseits eine von dem Anfänger wahrscheinlich nicht anerkannte Ausführlichkeit gegenüber. Dahin gehört die über 6 Seiten sich erstreckende Tabelle der Äthanderivate, die weiter nichts als die Namen, die Constitutions- und die Molekularformeln enthält, und ebenso

die eine Seite umfassende Aufzählung der homologen Reihe des Methans und Ähnliches. Auch sind die über die Zahl 50 hinausgehenden figurlichen Darstellungen der Constitutionsformeln des Benzols und seiner Derivate, von denen einzelne mehr als eine halbe Seite einnehmen, angesichts des Zweckes des Buches des Guten etwas zu viel. Mehr Inhalt, weniger Form wäre zu wünschen. Auch auf manches andere würde man gern verzichten, z. B. auf die Gebietsauseinandersetzung zwischen der Botanik, Zoologie und der Chemie, auf manche geschichtliche Notiz wie *πρώτη οὐσία* und *ὁμοιομερεια*, auf die Erörterungen über die Leichengifte, über die Fortpflanzung des Schalles u. s. w. zu gunsten von eingehenderen Erörterungen über die Hauptgesetze der Chemie. Dazu ist die Darstellung besonders mit Rücksicht auf die Anfänger nicht immer genau und klar genug. Dahin gehört die Definition eines physikalischen Vorganges als einer rein äusserlichen Veränderung eines Naturkörpers, ferner der Versuch, die Absorption des Lichtes in den Fraunhoferschen Linien durch eine ausführliche Beschreibung der akustischen Resonanz zu erklären. Die Herstellung von Schwefeleisen aus pulverisiertem Schwefel und Eisen zeigt nicht die stoffliche Veränderung des Schwefels und des Eisens, sondern des Gemenges aus beiden. Und wenn im Anschluss an die Besprechung der physiologischen Bedeutung des Kohlensäureanhydrids gesagt wird: „Interessant ist es, dass die Zerlegung des Kohlensäureanhydrids durch die Pflanzen nur im Lichte geschieht und dass die Pflanzen im Dunkeln ebensogut wie die Tiere Sauerstoff einatmen“, so könnte jemand glauben, es solle damit gesagt werden, dass die Pflanzen nur im Dunkeln Sauerstoff einatmen, während sie dieses zu jeder Zeit, auch im Lichte thun. — Die äufsere Ausstattung des Buches ist sehr gut. R. Heyne.

Über die zunehmende Bedeutung der anorganischen Chemie. Vortrag, gehalten auf der 70. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Düsseldorf. Von J. H. van't Hoff. Hamburg und Leipzig, L. Vofs, 1898. 15 S. M. 0,60.

Das Buch faßt in geistvoller Weise die Gründe zusammen, warum seit einer Reihe von Jahren, trotz der enormen Bearbeitung des organischen Gebietes, ein noch ansteigendes Prävalieren der anorganischen Chemie stattfindet. Da einerseits über den Vortrag in diesem Heft bereits etwas ausführlicher berichtet wird (S. 53) und andererseits jedem, der Interesse an der Fortentwicklung der anorganischen Chemie nimmt, die Anschaffung des Heftchens dringend anzuraten ist, so mag hier dieser kurze Hinweis genügen. O.

Kurzes Lehrbuch der Chemie. Von Dr. J. Krafft, Prof. a. d. Universität Heidelberg. I. Anorganische Chemie. Mit zahlreichen Holzschnitten und einer Spektraltafel. 3. verm. u. verb. Auflage. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1898. XII u. 500 S. M. 9,00. — II. Organische Chemie. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten. 2. verm. u. verb. Auflage. 1897. XII u. 742 S. M. 15,00.

Der systematischen Anordnung des Stoffes in der Anorganischen Chemie liegt das periodische System zu Grunde — das als die theoretisch wichtigste Errungenschaft der letzten Dezennien und das grösste Forschungsproblem für eine absehbare Zukunft gekennzeichnet wird —, jedoch sind die Gruppen nicht einfach der wissenschaftlichen Reihe nach abgehandelt, sondern es sind an manchen Stellen Abweichungen eingetreten, so dass gewisse Untergruppen äusserlich weit von einander getrennt sind, z. B. diejenige des Lithiums und Natriums von der des Kaliums, Rubidiums und Cäsiums. Als Grund hierfür giebt der Verfasser an, dass für ihn der Gesichtspunkt maßgebend gewesen sei, „das Interesse an den Details des Gegenstandes bis zuletzt rege zu halten“ (S. 130). Hierzu kommt noch, dass dem Ganzen eine Art Vorkursus von ausgesprochen methodischer Natur vorangeht, auf den nachher noch zurückzukommen ist. Wir haben also hier die vom Standpunkt des Unterrichtes an höheren Schulen als erfreulich zu bezeichnende Erscheinung — der man neuerdings vereinzelt auch in anderen, ebenfalls für das eigentliche Studium bestimmten Lehrbüchern begegnet —, dass nicht ausschliesslich das wissenschaftliche System, vielleicht noch durchsetzt mit geschichtlichen Bemerkungen und Ausblicken auf die Technik, abgehandelt wird, sondern dass auch die Frage berücksichtigt wird, ob wohl der behandelte Stoff in der gegebenen Form auch unmittelbar zur Aufnahme geeignet sei — kurz, dass einem Autor nicht blofs die Wissenschaft, sondern auch der Leser vor Augen steht. Man wird nicht fehlgehen, wenn man derartige Bestrebungen wenigstens teilweise auf Reflexe zurückführt, die von der Methodik, wie sie sich gegenwärtig aus dem Unterricht der höheren Schulen heraus immer greifbarer gestaltet, ausgehen. Jedenfalls kann auch auf diesem Gebiet eine Wechselwirkung zwischen Hochschulunterricht und Schulunterricht für beide Teile nur vorteilhaft wirken.

Was den erwähnten Vorkursus (S. 10—130) betrifft, so werden hier die vier sog. Organogene O, H, N, C als Ausgangskörper benutzt, um welche die zur Erlangung des ersten Überblickes notwendigen Grundbegriffe und Gesetze, gleichwie um einen festen Kern, herumgruppiert werden. Dieser Abschnitt ist von besonderem methodischen Wert, wenn auch nicht ohne weitere Modifikation für den

ersten Anfangsunterricht geeignet — wofür er ja auch nicht bestimmt ist. Er soll jedoch denen, welche auch im Schulunterricht den rein systematischen, höchstens im Anfang ein paar einführende Versuche aufweisenden Weg bevorzugen, besonders empfohlen werden als ein Beispiel für die Vorteile methodischen Vorgehens. Der Vorkursus schließt ab mit einer eingehenden Diskussion des periodischen Systems der Elemente. Übrigens geht ihm noch eine „Einleitung“ (S. 1—10) voraus, in der die ersten Begriffe der chemischen Verbindung, der Zeichensprache u. s. w. übermittelt werden. — In der systematischen Darstellung findet die Technik eine ziemlich weitgehende, durch treffliche Abbildungen unterstützte Berücksichtigung. Nur wenige Einzelheiten seien bemerkt; der skeptische Standpunkt gegenüber der Erzeugung künstlicher Diamanten (S. 92) ist wohl in Anbetracht der letzten Moissan'schen Publikationen nicht mehr nötig. Bei Gelegenheit des Ozons (S. 15) steht van Marun statt van Marum. Der Atmungsprozess wird (S. 6) als „eine in der Lunge stattfindende Verbrennung durch den Luftsauerstoff“ bezeichnet — eine noch öfters anzutreffende irrtümliche Auffassung, welche nicht berücksichtigt, daß die eigentliche Oxydation nebst entsprechender Wärmeentwicklung sich in den Geweben des ganzen Körpers vollzieht, während in den Capillaren der Lungenbläschen nur die durch den Blutkreislauf herbeigeschafften Verbrennungsprodukte Kohlensäure und Wasserdampf zur Abscheidung gelangen und das Beladen der Blutkörperchen mit neuem Luftsauerstoff stattfindet.

Die Organische Chemie stellt dem Umfange nach den Hauptteil des ganzen Lehrbuches dar und ist auch nach dem ursprünglichen Plane des Verfassers die Hauptsache gewesen, die durch den anorganischen Teil — der allerdings zuerst erschien — nur ergänzt wurde. Das Charakteristische des organischen Teiles besteht darin, daß hier aus der Lehre vom tetraedrischen Kohlenstoffatom, zum ersten Male in größerem Umfange, die Consequenzen für die allgemeine Systematik der organischen Verbindungen gezogen sind. Auf Grund eigener Betrachtungen, nach denen schon für die Tricarbonide wie Propan und Propylalkohol eine beginnende Ringbildung angenommen wird, — sowie unter Verwertung der von v. Baeyer zunächst nur zur Erklärung der Explosivität der Acetylenverbindungen aufgestellten „Theorie der Ringschließung und der doppelten Bindung“ (Ber. d. deutsch. Ch. Ges. 18, 2277; 1885) — dringt der Verfasser zur Anschauung von einem einheitlichen Systeme aller Kohlenstoffverbindungen vor, das, mit dem Methan CH_4 beginnend, sich durch die lange Reihe der sog. pyrogenetischen Kohlenwasserstoffe (Äthylen C_2H_4 , Acetylen C_2H_2 , Benzol C_6H_6 , Naphthalin $C_{10}H_8$, Anthracen $C_{14}H_{10}$ u. s. w.) schließlichs bis zum höchstcondensierten Produkt, dem elementaren Kohlenstoff selbst, fortsetzt. Damit fällt die Scheidewand, welche bisher vornehmlich zwischen den Fettkörpern und den aromatischen Verbindungen bestand. Für die Verbindung dieser beiden Klassen werden noch die verschiedenen Übergänge — wie z. B. die Benzolbildung durch Aneinanderlagern von drei Acetylenmolekülen — sowie die weiteren Arbeiten v. Baeyers und Wallachs herangezogen. Die im Lehrbuch durchgeführte bzw. beibehaltene Trennung des Stoffes in: I. Aliphatische Verbindungen oder Fettkörper, II. Hydrocyklische Verbindungen (unter welchem Namen der Verfasser die bald hydroaromatische, bald alicyclische genannten Verbindungen zusammenfaßt), III. Aromatische Verbindungen oder Benzolderivate, IV. Heterocyklische Verbindungen — ist demnach mehr eine äußerliche. Der Darstellung des Systems geht eine längere Einleitung voraus, in der außer den angedeuteten theoretischen Betrachtungen zunächst die üblichen vorbereitenden Begriffe, die Untersuchungsmethoden u. a. gegeben werden. Weiterhin wird noch die Bedeutung des Kohlenstoffs im periodischen System besprochen, wobei aus seiner eigentümlichen centralen Stellung inmitten der übrigen Elemente sowohl seine fast ausnahmslos constante Valenz wie auch der Umstand erklärt wird, daß die Kohlenstoffatome eine stärkere Anziehung zu einander besitzen, wie die Atome irgend eines anderen Elementes. Hier wäre vielleicht auch der Ort gewesen, der von H. Moissan näher untersuchten Erscheinung der Polymerisation des elementaren Kohlenstoffs unter dem Einfluß der Wärme (Ann. de ch. et de ph. 1896, t. VIII p. 289) zu gedenken. Die systematische Darstellung der Verbindungen selbst (S. 65—714), die bei aller Reichhaltigkeit und speziellem Detail sich durch Klarheit und Übersichtlichkeit auszeichnet, ist gleichfalls noch von theoretischen Erörterungen durchsetzt, in denen auch das Historische nicht vernachlässigt ist, während eingestreute Litteraturnachweise an geeigneter Stelle den Contact mit den Originalarbeiten herstellen. — Beide Bücher bedürfen einer weiteren Empfehlung nicht mehr.

O. Ohmann.

Swoboda-Mayers Naturlehre für Bürgerschulen. Bearbeitet von J. M. Hinterwaldner, Schulrat und Prof. Dr. K. Rosenberg. Erste Stufe. 13. Aufl. Wien 1898, A. Hölder. IV und 116 S. Preis 54 Kr.

In ähnlicher Weise wie in Netoliczkas Physik und Chemie (d. Ztschr. XI 194) ist auch in der Swoboda-Mayerschen Naturlehre der Lehrstoff, gemäß den für die österreichischen Bürgerschulen geltende Bestimmungen, in drei concentrischen Stufen bearbeitet, von denen hier die erste vorliegt. Das

Buch bringt die Elemente der physikalischen Disziplinen in recht klarer Ausdrucksweise und enthält ferner einen chemischen Abschnitt, in dem die wichtigsten Nichtmetalle behandelt sind. Mit dem alten Brauch, im Anfang die „allgemeinen Eigenschaften der Körper“ so weit auszudehnen, dass man bis zur Molekularhypothese vordringt, ist hier leider noch nicht gebrochen. Dies führt zu allerhand Unzweckmäßigkeiten, besonders bei der „Teilbarkeit“, „Undurchdringlichkeit“ und der leidigen „Porosität“. Abgesehen hiervon ist das Buch sehr sorgfältig durchgearbeitet und entwickelt die Hauptsätze klar und anschaulich.

O.

Experimentierbuch für den Elementarunterricht in der Naturlehre. Von Prof. Dr. Karl Rosenberg in Wien. Erster Teil. Mit 61 in den Text gedruckten Figuren. Wien 1898, A. Hölder, Universitäts-Buchhandlung. VI u. 110 S.

Erst vor kurzem konnten wir an dieser Stelle auf ein kleineres Experimentierbuch für den chemischen Unterricht empfehlend hinweisen (M. Rosenfeld-Teschen, d. Zeitschr. X 267); hier liegt ein ähnliches, aber umfangreicheres Unternehmen vor, das vor allem dem ersten physikalischen Unterricht die experimentelle Grundlage liefern soll. Das Buch ist zwar den Bedürfnissen der österreichischen Bürgerschule, im besonderen der oben angezeigten Swoboda-Mayerschen Naturlehre angepafst, kann aber durchaus auch für den ersten Unterricht auf anderen höheren Schulen verwendet werden, da die grundlegenden Versuche, die hier besondere Berücksichtigung finden, doch allenthalben dieselben sind. Es zerfällt in einen allgemeinen Teil (S. 1—33), in dem das Lehrzimmer, Gerätschaften, Materialien, das Zusammenstellen und die Anfertigung physikalischer und chemischer Apparate, ferner die praktischen Handgriffe und Fertigkeiten, z. B. die Behandlung des Glases, das Löten der Metalle u. a. behandelt sind, — und in einen speziellen Teil, der die ersten Versuche aus allen physikalischen Disziplinen (S. 33—81) sowie aus der Chemie (S. 81—103) enthält. Das Buch kann nicht nur mit zur Vorbereitung der physikalischen Lehrstunde, zumal für den einführenden Unterricht, dienen, sondern auch mit Vorteil bei Schülerübungen Verwendung finden. Insbesondere mag man es auch strebsamen Schülern für häusliche Experimentierübungen zur Anschaffung empfehlen. — Einige Rezepte zur Herstellung von Dingen, die man auch käuflich haben kann (z. B. Sprengkohle, S. 18), könnten fehlen, es könnten dafür lieber bei verschiedenen Dingen noch mehr die Bezugsquellen und auch der Preis angegeben sein — ein nicht unwesentlicher Faktor in einem Buch, das unmittelbar für die Praxis bestimmt ist. Die Figuren sind bei aller Einfachheit sehr klar und instruktiv. Für einige Abschnitte, z. B. die „Behandlung des Glases“, wäre eine noch stärkere Heranziehung solcher Figuren zu wünschen, da hierdurch nicht nur das Verständnis, sondern auch die Gewinnung der Fertigkeit selbst, sehr unterstützt wird; dafür kann noch meistens an Text gespart werden. Möge das Buch, das ganz aus der Praxis hervorgegangen ist, und das von neuem Zeugnis dafür ablegt, welchen außerordentlichen Ernst und Eifer man im deutschen Österreich der Fortentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts widmet, die verdiente Aufnahme finden, und mögen ihm die beiden für die höheren Stufen der Bürgerschule bestimmten Teile recht bald nachfolgen.

O. Ohmann.

Programm-Abhandlungen.

Graphische Darstellung elektrischer Wechselströme. Von Paul Bott. Jahresbericht des Leibniz-Gymnasiums zu Berlin. Ostern 1898. Progr. No. 60.

Nachdem der Verf. auseinandergesetzt hat, dass die bei der idealen Wechselstrommaschine und mit Annäherung auch die bei der praktischen Wechselstrommaschine auftretenden elektrischen Größen sich durch Sinusformeln darstellen lassen, beschreibt er die graphische Darstellung dieser Formeln sowie der Kirchhoffschen Sätze. In einem dritten Abschnitt folgt nun die ausführliche Besprechung von sieben Aufgaben, von denen z. B. die 6. lautet: „Es sei ein unverzweigter Stromkreis gegeben. In denselben wird ein Wechselstromerzeuger eingeschaltet, welcher die E.M.K. e besitzt und eine Selbstinduktion entfaltet, deren Koeffizient den Wert L hat. Aufser der Gröfse L sei noch der Widerstand w des Kreises und der Strom $i = J \sin \frac{2\pi t}{T}$ bekannt. Es handelt sich darum, die Gröfse e graphisch darzustellen.“

Was die Abhandlung bringt, ist hiernach ersichtlich. Die Darstellung ist präzise und klar. Abgesehen von kleineren Ungenauigkeiten (z. B. ist der Satz auf Seite 9: „Die Gröfse J , welche das Maximum von i angiebt, ist nicht zu beobachten“, doch nicht richtig) möchten wir bedauern, dass der Verfasser seiner Abhandlung keine Figuren beigegeben hat. Er führt hierfür den Grund an, dass „die Diagramme so einfacher Natur sind, dass der Leser sie mit Leichtigkeit selbst entwerfen

kann“. Es hat dieser Mangel jedoch zur Folge, daß viel mehr analytische Beweise gegeben sind, als sonst nötig gewesen wären. Gerade bei einem für Anfänger bestimmten Buche über die graphische Methode hätte die geometrische Betrachtungsweise im Vordergrund stehen sollen. *Sp.*

Ordnung der Prüfung für das Lehramt an höheren Schulen in Preußen.

Die im Jahre 1898 erschienene neue Prüfungsordnung enthält für Physik und Chemie folgende Forderungen:

Für Physik, a) für die zweite Stufe: Kenntnis der wichtigeren Erscheinungen und Gesetze aus dem ganzen Gebiete dieser Wissenschaft sowie die Befähigung, diese Gesetze mathematisch zu begründen, soweit es ohne Anwendung der höheren Mathematik möglich ist; Bekanntschaft mit den für den Schulunterricht erforderlichen physikalischen Instrumenten und Übung in ihrer Handhabung. — b) Für die erste Stufe überdies: Genauere Kenntnis der Experimentalphysik und ihrer Anwendungen; Bekanntschaft mit den grundlegenden Untersuchungen auf einem der wichtigeren Gebiete der theoretischen Physik und eine allgemeine Übersicht über deren Gesamtgebiet.

Für Chemie nebst Mineralogie, a) für die zweite Stufe: Kenntnis der Gesetze der chemischen Verbindungen und der wichtigsten Theorien über ihre Constitution; Bekanntschaft mit Darstellung, Eigenschaften und anorganischen Verbindungen der wichtigeren Elemente, mit ihrer Bedeutung im Haushalte der Natur und mit dem Wichtigsten aus der chemischen Technologie; Übung im Experimentieren; dazu Bekanntschaft mit den am häufigsten vorkommenden Mineralien hinsichtlich ihrer Krystallform, ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften und ihrer praktischen Bewertung, sowie mit den wichtigsten Gebirgsarten und geologischen Formationen, besonders Deutschlands. — b) Für die erste Stufe überdies: Eingehendere Bekanntschaft mit der anorganischen Chemie und mit denjenigen Verbindungen auf dem Gebiete der organischen Chemie, welche für die Physiologie oder für die Technik von hervorragender Bedeutung sind, sowie Kenntnis der wichtigsten chemischen Theorien und Methoden. Fertigkeit in der qualitativen und genügende Übung in der quantitativen Analyse mit Einschluss der organischen Elementaranalyse.

Über den Nachweis praktischer Fertigkeiten enthält die neue Prüfungsordnung noch die besondere Bestimmung (§ 30): Die Bekanntschaft mit den wichtigsten physikalischen Instrumenten und ihrer Handhabung ist durch die Ausführung einiger leichterer Versuche, die Übung in chemischen Arbeiten durch die Ausführung einer Analyse nachzuweisen, soweit nicht durch amtliche Zeugnisse der ausreichende Nachweis hierüber erbracht ist.

Für das Bestehen der Prüfung ist erforderlich, daß mindestens in einem Fach die Lehrbefähigung für die erste Stufe und noch in zwei Fächern für die zweite Stufe nachgewiesen wird; dabei müssen stets folgende Verbindungen von Fächern eingehalten werden: Reine Mathematik und Physik, Chemie (nebst Mineralogie) und Physik, oder anstatt der letzteren Botanik und Zoologie. Vorbedingung für das Zeugnis „gut bestanden“ oder „mit Auszeichnung bestanden“ ist, daß in mindestens zwei Fächern die Lehrbefähigung für die erste Stufe nachgewiesen wird.

Ohne auf die Einzelheiten der Prüfungsordnung einzugehen, geben wir der Hoffnung Ausdruck, daß der in den Lehrplänen geforderte Nachweis experimenteller Befähigung einen günstigen Einfluss auf die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts ausüben wird. *P.*

Versammlungen und Vereine.

70. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Düsseldorf vom 19.—24. September 1898.

I. Allgemeine Sitzungen.

In der ersten allgemeinen Sitzung sprach Herr FELIX KLEIN, Göttingen, über „Universität und technische Hochschule“. Er betonte zunächst, daß in letzter Zeit sich immer mehr das Bedürfnis herausgestellt hat, zwischen der mächtig emporblühenden Ingenieurwissenschaft und der älteren Disciplin der abstrakten Mathematik ein gegenseitiges Verständnis anzubahnen. Nach einem Überblick über die Entwicklung der beiden Lehranstalten in den zwei letzten Jahrzehnten — eine Entwicklung, die zu einem lebhaften Streite über die Abgrenzung der Lehraufgabe beider Anstalten Veranlassung gab — verlangte der Vortragende einerseits die Förderung der mittleren technischen Fachschulen durch den Staat und andererseits die Möglichkeit, daß wenigstens eine kleine Zahl technischer Hochschüler zu selbständigen wissenschaftlichen Forschern ausgebildet werden könne. In dieser Voraussetzung trat auch er für eine Weiterentwicklung der technischen Hochschulen nach oben hin ein. Es soll nicht die Hochschule schlechtweg für die Praxis vorbereiten, ebensowenig wie die

Universität nur die reine Wissenschaft lehren soll, vielmehr sollen beide durch wissenschaftliche Studien die Grundlage für die spätere höhere Berufsthätigkeit schaffen. Demgegenüber fordert der Redner aber auch, daß die Universitäten sich in den kommenden Dezentennien nach der modernen Seite hin weiterentwickeln unter voller wissenschaftlicher Berücksichtigung aller Momente, die in dem hochgesteigerten Leben der Neuzeit als maßgebend hervortreten. Eine geeignete Grundlage hierfür ist jetzt schon in den Seminarien, den Praktika und den Ferienkursen gelegt. Bei der Ausführung dieser Ideen werden wir gewiß auf Schwierigkeiten stoßen, doch kommt es einstweilen darauf an, den Versuch zu machen. In Göttingen ist seit einigen Jahren die Verwirklichung des Programms schon in Angriff genommen durch Gründung eines vorzüglichen physikalischen Laboratoriums. Die Initiative hierzu ist nicht von staatlicher, sondern von privater Seite ausgegangen, nämlich von einer Anzahl hervorragender Ingenieure und erstklassiger Firmen, die die erforderlichen Mittel dazu liefern und die Leiter mit fachmännischem Rate unterstützen.

In derselben Sitzung sprach Herr INTZE-Aachen „Über den Zweck, die erforderlichen Vorarbeiten und die Bauausführung von Thalsperren im Gebirge sowie über deren Bedeutung im wirtschaftlichen Leben der Gebirgsbewohner.“ An der Hand zahlreicher Karten und Tabellen wies der Vortragende den Zusammenhang der zerstörenden Wasserkatastrophen mit den Niederschlagsmengen nach. Um die Schwankungen der letzteren zu regeln, wurde man zur Erbauung großer Sammelbecken gezwungen, welche das überschüssige Wasser aufnehmen, um es in trockenen Zeiten nutzbringend zu verwenden. Einen wirksamen Anstoß erhielt diese Idee durch die elektrische Ausstellung zu Frankfurt a. M., bei welcher es gelang, 75 % der durch Wasserkraft gewonnenen Leistung 177 km weit fortzuleiten. Seit jener Zeit sind allein in der Rheingegend 14 Sammelbecken errichtet bezw. im Bau begriffen. Das größte derselben ist dasjenige im Roerthale in der Eifel. Solche Thalsperren schaffen nicht allein eine gleichmäßige, leicht ausnutzbare Betriebskraft, sondern vermindern auch die Verunreinigungen und die Gefahr des Vereisens der Wasserläufe; sie verhindern die durch Hochwasserabfluß veranlaßten Schäden, fördern Fischzucht, Wasser- und Eissport und dienen auch sozialen Zwecken, indem sie dem Zuzug der Arbeiter aus den Gebirgsgegenden in die großen Städte entgegenwirken.

In der zweiten allgemeinen Sitzung berichtete Herr VAN 'T HOFF (Charlottenburg) „Über die zunehmende Bedeutung der anorganischen Chemie“. Der Vortragende umschrieb zunächst das Wesen von anorganischer und organischer Chemie dahin, daß ersterer wesentlich die einfachere Aufgabe, Abbau bis zu den Elementen, zufalle, letzterer das verwickelte umgekehrte Problem. Erstere feiere dementsprechend ihre größten Triumphe bei Neuentdeckung von Elementen, letztere bei der Synthese von stets mehr komplizierten Verbindungen. Erstere finde in dem sämtliche Elemente umfassenden periodischen System ihr höchstes Resultat, letztere in der räumlich ausgebildeten Configurationsformel als Bild der Zusammensetzung. Der Entwicklungsgang der Gesamtchemie sei dementsprechend dadurch charakterisiert, daß neue Grundauffassungen zunächst im einfachen anorganischen Gebiet aufblühen und erst später die organische Chemie umgestalten. So ging es in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts; das fundamentale Gewichtsgesetz führte zunächst auf anorganischem Gebiete zur Molekularauffassung und Atomistik, während erst später dessen Anwendung auf organischem Gebiete zur Valenz- und Strukturlehre, schließlicly zur Stereochemie führte. Eben jetzt sei die anorganische Chemie wieder im Aufblühen begriffen. Einerseits sei eine Reihe von glücklichen Entdeckungen von fundamentaler Bedeutung zu erwähnen, die beweisen, wie wenig abgearbeitet das anorganische Gebiet ist, u. a. nicht weniger als sechs neue höchst merkwürdige Elemente: Argon, Helium, Metargon, Stern, Krypton, Xion, andererseits sei es die Anwendung der Elektrizität als Heizquelle und als Trennungsmittel: die leichte Darstellung von Carborundum, Calciumkarbid, Aluminium, Chrom und den seltenen Metallen wird als Beispiel angeführt.

Dann aber trete als sehr wesentliches Moment hinzu: die Neubelebung der Chemie durch Anschluß an die Physik, speziell an die Wärmelehre, welche jetzt in erster Linie der anorganischen Chemie zu Gute komme, ebenso wie anfangs dieses Jahrhunderts die Einführung des Gewichtsgesetzes.

II. Mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht.

Die Sitzungen der Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht erfreuten sich in diesem Jahre eines so regen Zuspruches, wie man es nach den Erfahrungen der letzten Jahre (vergl. diese Zeitschr. X. 52 und 320) kaum erwartet hatte. Der in den 16 angekündigten Vorträgen enthaltene Stoff bot in der That eine solche Fülle von Anregung, daß die Teilnehmer, deren Zahl nahezu 100 erreichte, mit voller Befriedigung auf die Düsseldorfer Versammlung zurückblicken. Mehrfach wurde der Wunsch ausgesprochen, daß das der Unterrichts-Abteilung entgegengebrachte Interesse ein so reges bleiben möge, da hier am besten der überaus notwendige Zusammen-

hang zwischen Hochschule und Mittelschule gewahrt werden könne. Um dieses Ziel zu erreichen, erscheint ein engerer Anschluß des Vereines zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften an die Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte dringend geboten, und so wurde denn auch auf Antrag von Herrn Richter (Wandsbek) an den Verein das Ersuchen gerichtet, für die nächste in München tagende Versammlung die Vorbereitung für die Unterrichts-Abteilung zu übernehmen.

In der ersten Sitzung wies Herr SCHWALBE (Berlin) in seinem Vortrage „Über Lehrbücher anderer Länder“ darauf hin, daß die Lehrbuchfrage bei uns einer baldigen Regelung bedarf, und daß es zu diesem Zweck wünschenswert sei, daß die Behörde die bis jetzt benutzten Lehrbücher, namentlich die physikalischen, wieder einmal zusammenstelle. Er besprach sodann die ihm bekannt gewordenen Lehrbücher (Österreichs, Frankreichs, Englands und Amerikas und die Art und Weise, wie in diesen Ländern neue Bücher eingeführt werden können. Die an den Vortrag sich anschließende Diskussion bewies überzeugend die Unhaltbarkeit der jetzt üblichen preussischen Methode. Jetzt erst recht sei die Einführung eines Buches von den Bemühungen des Buchhändlers abhängig, der die nötigen 4 Lehranstalten zusammenbringen müsse. Wünschenswert sei auch die Errichtung einer Centrale, wo jeder die verschiedenen Lehrbücher vergleichen könne, ohne vorher die beteiligten Verlagshandlungen zur Einsendung aufzufordern.

In der zweiten Sitzung sprach Herr BAUMANN (Göttingen) über das Thema „Gymnasium und Realgymnasium verglichen nach ihrem Bildungswerte und mit Rücksichtnahme auf die Überbürdungsfrage.“ Der Redner macht darauf aufmerksam, daß die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer neben der in den Lehrplänen betonten Anleitung zum folgerichtigen Denken auch eine ethische Aufgabe haben, da sie die Grundlage der Technik im weitesten Sinne (dazu gehören auch Schrift, Zahlensystem etc.) bilden und zur Lösung der sozialen Frage beitragen, die sich ja nicht allein auf die materielle, sondern auch auf die ästhetische und intellektuelle Hebung des Volkes beziehe. Hierdurch erscheint das Realgymnasium dem Gymnasium weit überlegen, welches mehr eine logisch-rhetorische Schulung anstrebe. Auch die Ausbeutung des Geschichtsunterrichtes im ethisch-sozialen Sinne hänge auf das engste mit der Entwicklung der Technik zusammen. Als Korrektiv der die Phantasie erregenden poetischen Lektüre sei das Studium der alten Sprachen allerdings notwendig; aber zwei seien zu viel und Griechisch lasse sich auch leicht entbehren, da es unserem Geiste so nahe verwandt ist. Zum Schlusse trat der Redner noch für Gründung von höheren Schulen ohne fremdsprachlichen Unterricht ein, da es manche Schüler von hoher Begabung giebt, die doch nun einmal kein Sprachtalent und Sprachgedächtnis besitzen. Er sprach die Hoffnung aus, daß die öffentliche Meinung sich der Sache bemächtige, da auf pädagogischem Gebiet eine Erprobung neuer Gedanken in unbehördlicher Weise gerade so notwendig sei wie sonst.

Im Anschlusse hieran sprach Herr Dahn (Braunschweig) über das Thema: „Durch welche Änderungen in der Organisation unserer höheren Schulen läßt sich die geistige Überbürdung beseitigen?“ Der Redner constatirte zunächst auf Grund von statistischen Erhebungen das Überhandnehmen von Nervenkrankheiten bei den Lehrern höherer Lehranstalten. Als Gründe der ihnen zu Grunde liegenden Überbürdung führt er an: übermäßige Korrekturlast, die neuen Lehrpläne, welche vieles Neue einführen, ohne das Alte abzuschaffen, die kleinen deutschen Ausarbeitungen, die Abschlußprüfung, die gerade das Gegenteile erreiche von dem, was sie bewirken solle, die Einführung alter und neuer Kultur in einer und derselben Anstalt, das damit zusammenhängende Berechtigungsmonopol. In der Diskussion finden die Ausführungen des Redners teils lebhaft Zustimmung, teils Widerspruch. Herr Dr. med. Griesbach bestätigte aus seiner ärztlichen Praxis die über die Lehrerkrankungen gemachten Angaben.

Die dritte Sitzung brachte einige kleinere Vorträge. Herr Püning (Münster i. W.) sprach über „Die Behandlung des Potentials in der Schule“. Er vertrat die Ansicht, daß weder die mathematische Behandlungsweise Holtzmüllers noch die in der vorliegenden Zeitschrift vertretene experimentelle Herleitung des Potentials zu empfehlen sei. Da der Vortragende beabsichtigt, über das von ihm behandelte Thema demnächst einen ausführlichen Aufsatz zu veröffentlichen, so sehen wir an dieser Stelle von einem eingehenderen Referat ab.

Herr SCHWALBE (Berlin) sprach sodann über „Die Methodik des Experiments“. Nach einigen Erörterungen allgemeiner Natur über Methode überhaupt wies Redner nach, wie das Experiment früher vernachlässigt wurde, sich weiter entwickelte und vielleicht jetzt schon übertrieben werde. Vielfach würde mehr Wert gelegt auf Vorführung wertvoller und complizierter Apparate als auf die richtige logische Vorbereitung und Einführung in ein Experiment und auf die praktische Ausnutzung desselben. Im einzelnen führte Redner dies aus an einer methodischen Behandlung des Stechhebers, die in dieser Zeitschrift von ihm eingehender dargelegt werden wird.

Sodann sprach Herr THOMAE (Elberfeld) über den „Gebrauch von Projektionsphotogrammen im botanischen Unterricht“. Die Benutzung von mikroskopischen Präparaten in den Mittelschulen scheidet bekanntlich vielfach an dem geringen Maf von Übung, welches die Schüler im Sehen auf der Unterstufe und Mittelstufe besitzen, und auch an dem Umstande, dafs trotz alles Zeitaufwandes doch noch keine Gewähr geboten werden kann, dafs der Schüler auch wirklich sieht, was er sehen soll. Auch die Tafelwerke bieten, abgesehen von ihrem hohen Preise, hierfür keinen Ersatz, da sie zu sehr schematisieren, und die geringen Dimensionen derselben meist das Sehen sehr erschweren. Allen diesen Übelständen helfen die Projektionsphotogramme ab. Bei ihnen läfst sich die Vergrößerung beliebig steigern, sie zeigen in photographischer Genauigkeit die Objekte selbst und können in jedem Kabinett mit Auerlicht oder, wo keine Gasleitung vorhanden ist, selbst mit Acetylenlicht demonstriert werden. Am Schlusse seines Vortrages führte Herr THOMAE eine grofse Zahl von Photogrammen vor, welche er selbst mit einem Zeiss'schen Mikroskope und einer kleinen Fuess'schen Kamera aufgenommen hatte.

In einer Gesamtsitzung der naturwissenschaftlichen Sektionen sprach Herr KROHN von der Gute Hoffnung-Hütte in Sterkrade „Über die Entwicklungsgeschichte eiserner Brücken und den Bau der neuen Rheinbrücke bei Düsseldorf“. Der Bau eiserner Brücken war, wie der Redner in fesselndem Vortrage ausführte, durch die Fortschritte auf zwei von einander unabhängigen Gebieten bedingt, auf dem der Eisenhüttenkunde und dem der theoretischen Baumechanik. Beide entwickelten sich von der ältesten Zeit an neben einander weiter, und parallel mit ihnen steigerten sich gleichzeitig die Anforderungen, die der Verkehr an den Brückenbau stellte. Anfangs benutzte man Gufseisen (z. B. bei der schon 120 Jahre stehenden 31 m langen Brücke über den Severn) später Schmiedeeisen und schliesslich nach Erfindung des Bessemer-Prozesses Stahl. Als erste Stahlbrücke wurde in Deutschland die Drehbrücke über den Magdeburger Hafen in Hamburg gebaut. Ihr folgten die grofsen Weichselbrücken bei Dirschau und Fordon, die Aarebrücke zu Bern (117 m Spannweite), dann die Thalbrücke bei Müngsten (170 m Spannweite und 107 m Höhe über der Thalsole) und schliesslich die beiden nach den Plänen des Vortragenden gebauten Rheinbrücken bei Bonn und Düsseldorf. Die für die einzelnen Entwicklungsperioden des Brückenbaues charakteristischen Brücken führte der Redner in vortrefflich gelungenen Projektionsbildern vor. Namentlich den Düsseldorfer Brückenbau, der am nächsten Tage einer Besichtigung unterzogen wurde, schilderte der Redner in eingehendster Weise in Wort und Bild.

Sodann sprach Herr PIETZKER (Nordhausen) über „Philosophie und Naturwissenschaft“. In seinen einleitenden Worten constatierte der Redner mit Freuden, dafs in der Wissenschaft der Gegensatz zwischen den im Titel genannten Disciplinen immer mehr verschwinde, dafs beide immer mehr sich gegenseitig unterstützen und fördern. Dagegen sei es zu bedauern, dafs auf der Hoch- und Mittelschule die Naturwissenschaften noch immer nicht als Bildungsfach gewürdigt würden. Um sich auch in dieser Beziehung Geltung zu verschaffen, müfste der naturwissenschaftliche Unterricht von einem philosophischen Hauche durchdrungen werden. Nachdem die sogenannte philosophische Propädeutik mit Recht bei Seite geschafft, sei gerade der naturwissenschaftliche Unterricht berufen, die hierdurch entstandene Lücke wieder auszufüllen; denn kaum ein anderer Unterrichtszweig biete so viele Anlässe, bei denen der Schüler sich die Elemente philosophischen Denkens aneignen könne. Besonderen Wert legte der Redner auch auf eine correkte Sprache und auf richtigen Gebrauch der Formeln, vor deren Überschätzung man sich hüten müsse. Um die erwünschte Verbindung zwischen Naturwissenschaft und Philosophie herzustellen, dürfe der Lehrer es sich auch nicht versagen, auf die Fragen der Erkenntnislehre, den Darwinismus, die vierte Dimension etc. einzugehen, wobei allerdings immer darauf hinzuweisen sei, dafs unsere heutige Weltauffassung noch keine absolut richtige sei.

Es folgten zwei Vorträge über schulhygienische Fragen. Zunächst sprach Herr KRÄPELIN (Heidelberg) über „Die Messung der geistigen Leistungsfähigkeit und Ermüdbarkeit“. Der Redner gab einige Erklärungen über die Methoden, die es ermöglichen, die geistige Leistungsfähigkeit zu messen und zahlenmässig festzustellen. Er erwähnte dabei die Methode der Raumschwelle mit Hilfe des Ästhesiometers (zwei Zirkelspitzen), die ergographische Methode (zur Messung der Muskelstärke), das Ebbinghaus'sche Verfahren (Ergänzung fehlender Buchstaben etc.) und vor allem die von ihm selbst angewandte Methode, wonach die Anzahl und Güte von gleichartigen Einzelleistungen auf geistigem Gebiete, z. B. die Menge gelernter Zahlen und gelöster Rechenaufgaben, die Ausdauer beim Schreiben etc., ein Maf für die geistige Leistung bilden. Sodann zeigte er, dafs die Leistungsfähigkeit eine Funktion vieler Variablen ist, z. B. der Übung, Gewöhnung, Anregung, Ablenkung und Ermüdung, und dafs letztere vor allem die Leistungsfähigkeit beeinflusst. Dem Redner ist es gelungen, die einzelnen Variablen isoliert zu verfolgen und namentlich den Einfluss der

Ermüdung auf die geistige Leistungsfähigkeit zu kontrollieren. Dem Resultate haftet jedoch, wie KRÄPELIN selbst hervorhebt, eine große Unsicherheit an, da die Ermüdung und ihre Wirkung nicht allein von der Individualität des Einzelnen, sondern auch von überaus zahlreichen äußeren Einwirkungen beeinflusst wird. Schlüsse hieraus für die Schulhygiene zu ziehen wäre demnach verfrüht.

Diese Schlüsse zog Herr Griesbach (Mülhausen-Basel), indem er auf Grund seiner eigenen mit Hilfe des Ästhesiometers angestellten Versuche die Überlastung der Schüler mit Arbeitsstoff, die Abschlussprüfung, den Nachmittagsunterricht und den frühen Schulbeginn am Morgen scharf verurteilte.

Herr Dr. med. Schmid-Monnard (Halle a. d. Saale) referierte schließlich über „Entstehung und Verhütung nervöser Zustände auf höheren Schulen“. Er sprach aus, daß auf den höheren Schulen die Nervosität eine enorme Verbreitung gewonnen, daß in einzelnen Fällen seine Untersuchungen 60% Nervöse und außerdem 20% schlaflose Kinder nachgewiesen haben. Veranlassung hierzu seien die körperliche Minderwertigkeit der in die Schule aufgenommenen Kinder, Verzärtelung, falsche Ernährung (Alkohol), die Überbürdung mit Arbeitspensen, die lange Arbeitszeit und die unzweckmäßige Verteilung der Arbeit über den ganzen Tag. Sehr ungünstig wirke der Nachmittagsunterricht. Der Grund zu den verkehrten Lehrplänen liege darin, daß in den Schulbehörden nur Juristen und Altphilologen vom reinsten Wasser säßen und keine Hygieniker. Der Vortragende schlägt vor: Einführung einer 8stündigen Arbeitszeit, ärztliche Auswahl der in die Schule eintretenden Kinder unter 7 Jahren, Wegfall der Abschlussprüfung, des Nachmittagsunterrichts und des einseitigen Zwischenexamens. Die Ausführungen des Redners werden von mehreren Seiten als übertrieben charakterisiert und namentlich von Herrn Direktor Schotten (Halle) als unbegründet zurückgewiesen, da sie sich auf Erhebungen stützten, welche Schmid-Monnard bei Schülern ohne Mithilfe der Schule bzw. Eltern angestellt habe.

In gemeinsamer Sitzung mit der ersten Sektion für Mathematik und Astronomie ergriff Herr F. KLEIN (Göttingen) das Wort zur Fortsetzung der in Braunschweig begonnenen Debatte über „den mathematischen Hochschulunterricht“. Redner vertrat die Anschauung, daß man auch im Hochschulunterricht mehr, als es bisher geschehen, von der Anschauung ausgehen müsse und warnte vor einer einseitigen Arithmetisierung der Mathematik. Heute gelte es, auch unter Nicht-Mathematikern, also unter den Physikern, Lehramtskandidaten und Technikern wieder das Interesse an mathematischer Spekulation neu zu beleben. Aber auch für den theoretischen Mathematiker könne das Studium durch eine anschauliche Behandlung nur gewinnen, da sich die Kraft, die Mathematik geometrisch anzuschauen, bei einer einseitigen analytischen Erziehung leicht abstumpfe. Redner verlangt, daß auf den Universitäten zwar volle Lehrfreiheit und Freiheit in der Methode, aber keine Gleichgültigkeit gegen methodische Verarbeitung herrsche.

Herr SCHOTTEN (Halle) wies sodann auf die aus früheren Jahrhunderten stammenden Vorlesungsverzeichnisse der Universität Halle hin, in welchen jährlich Vorlesungen über Elementar-Mathematik wiederkehren. Derartige Vorlesungen, wie auch solche über Geschichte der Mathematik seien auch heutigentags unbedingt zu verlangen.

Herr PIETZKER (Nordhausen) vertrat in seinem Vortrage „Die Behandlung des Imaginären in der Schule“ die Anschauung Dührings, daß eine imaginäre Lösung keine Lösung sei, sondern nur andeute, daß eine entsprechende Aufgabe existiere, welche lösbar ist, und deren reelle Lösungen jenen imaginären Resultaten ebenfalls entsprechen. Gegen diese Auffassung machte sich mehrfacher Widerspruch geltend.

III. Abteilungen für Physik, Meteorologie und für Chemie.

In der ersten Sitzung sprach QUINCKE (Heidelberg) über Bewegung und Anordnung kleiner Teilchen, welche in Flüssigkeiten schweben. Redner behandelte die Erscheinung, daß Sägespäne, welche man in ruhendes Wasser einführt, chemische Niederschläge, in Wasser aufsteigende Gasblasen etc. sich stets in Kugelflächen anordnen. Hiermit in engem Zusammenhang stehen auch gewisse periodische Bewegungserscheinungen, welche man in Flüssigkeiten häufig beobachtet. So bewegt sich ein Öltröpfchen, auf dem man eine Sodalösung sich ausbreiten läßt, beständig auf und nieder; in einer zuckerhaltigen Lösung von Silberoxyd-Ammoniak setzen sich die Silberteilchen auf dem Boden, den Wänden und an der Oberfläche ab. Redner erklärte diese Erscheinungen durch Veränderungen in der Oberflächenspannung, welche durch die Belichtung verursacht werden. — Ritter von GETTLER (Prag) über elektrische Schwingungen. — PIETZKER (Nordhausen) zur Lehre von den physikalischen Dimensionen. — NEESEN (Berlin) über die Wirkung eines magnetischen Kraftfeldes auf elektrische Entladungen im luftverdünnten Raume. Die Versuche des Vortragenden scheinen das von Melani aufgestellte Gesetz, wonach im luftverdünnten Raume die Übereinstimmung der Richtung magnetischer

Kraftlinien mit der Richtung der Stromlinien die Entladung erleichtern soll, zu widerlegen. Insbesondere bestätigte es sich nicht, daß das Kathodenlicht sich in der Richtung der durch die Kathoden gehenden magnetischen Kraftlinien einstellte. — MÜLLER-ERZBACH (Bremen) über die Adsorption von gasförmigen Stoffen durch feste. Aus zahlreichen Beobachtungen, welche bezüglich der Adsorption von Gasen durch feste Körper angestellt wurden, glaubt der Vortragende den Schluss ziehen zu müssen, daß wenigstens ein Teil des adsorbierten Gases nicht allein mechanisch an den festen Körper gebunden ist, sondern als ein Bestandteil einer halb vollendeten chemischen Verbindung zu betrachten ist.

In der zweiten Sitzung wurden folgende Vorträge gehalten: P. POLIS (Aachen) über die Strömungen in der Luft in den Cyklonen und Anticyklonen. — W. KÖNIG (Frankfurt) über elektrische Schwingungen. Zur Messung der Schwingungsdauer langsamer elektrischer Entladungen, welche dadurch entstehen, daß man die Pole des Induktors mit den Belegen einer Leydener Flasche verbindet, bedient sich der Redner der Lichtenberg'schen Staubfiguren, indem er eine mit dem Condensator verbundene Platte auf eine Centrifugalmaschine aufsetzt und auf diese Weise die zusammengesetzten Figuren so auseinanderzieht, daß die oscillatorische Natur der Entladungen erkennbar wird. — GRUNMACH (Berlin) experimentelle Bestimmung von Capillaritätsconstanten durch Messung der Wellenlänge von Oberflächenwellen. — VOIGT (Göttingen) über den Zusammenhang zwischen dem Zeemanschen und dem Faradayschen Phänomen. — W. D. COOLIDGE (Leipzig) eine neue Methode zur Demonstration der elektrischen Drahtwellen. Durch gewisse Modifikationen des Lecherschen Verfahrens gelingt es, elektrische Drahtwellen in einem verdunkelten Zimmer nachzuweisen. Über den Bächen der elektrischen Kraft leuchten die Lecherschen Drähte auf, wobei sowohl die Grundschwingungen als auch die Oberschwingungen deutlich erkennbar auftreten.

In der dritten Sitzung referierte WIEN (Aachen) über Fragen, welche die translatorische Bewegung des Lichtäthers betreffen. Der Redner erörterte die verschiedenen theoretischen und experimentellen Gesichtspunkte, welche zur Entscheidung der Frage nach der translatorischen Bewegung des Äthers geltend gemacht worden sind, ohne sich selbst für eine bestimmte Lösung dieser Frage zu entscheiden, während der Correferent LORENTZ (Leyden) auf Grund von weiterem Material zu der Annahme ruhenden Äthers hinneigte. — BOLTZMANN (Wien) über Helms Ableitung der mechanischen Grundgleichung aus dem Energieprinzip. Der Vortragende wendete sich gegen einige von Helm aufgestellte Sätze, ferner stellte er zur Erprobung von Hertz Mechanik eine diesbezügliche Aufgabe und beantragte endlich, daß in den Fällen, wo noch keine einheitlichen Bezeichnungen üblich sind, solche von der mathematisch-physikalischen Sektion der Naturforscher-Versammlung in Vorschlag gebracht und empfohlen werden möchten. Letztere Aufgabe wurde der Mathematiker-Vereinigung und einer Commission von 4 Physikern (Boltzmann, Planck, Riecke, Wiedemann-Erlangen) zur Vorbereitung für die nächste Naturforscherversammlung übertragen.

In der vierten Sitzung führte RICHTER (Vertreter von C. ZEISS, Jena) einen neuen Projektionsapparat für durchsichtige und undurchsichtige Körper vor, der auch von plastischen Objekten vorzügliche Abbildungen liefert. — HANS BOAS (Berlin) sprach über einen neuen Unterbrecher für Funkeninduktoren. — R. SCHENK (Marburg) über flüssige Krystalle. — KARL SCHAUM (Marburg): Demonstration einiger Unwandlungserscheinungen. — KAHLBAUM (Basel): Verbesserung an Sprengel'schen Quecksilber-Luftpumpen. Redner stellte die Stelle, auf welche das Quecksilber aufschlägt, aus Stahl her und erzielte hierdurch eine größere Leistungsfähigkeit, da seine Pumpe 840 Stunden brauchbar blieb und eine Verdünnung bis auf $\frac{2}{100.000}$ mm ergab. — Derselbe, neuer Scheidetrichter. — KEHRER (Stuttgart) über einige merkwürdige Farbenwirkungen bei einer chemischen Reaktion. — K. SCHREBER (Greifswald): Experimental-Beitrag zur Theorie des osmotischen Druckes. — Dr. G. BODLÄNDER (Göttingen): Löslichkeit und Dielektrizitätsconstante. — E. FISCHER (Berlin) über das Purin und seine Methyl-derivate. Die Entdeckung des Purins ermöglichte dem Redner, die Constitution der Harnsäure zu bestimmen. Jedoch kam er durch seine Arbeiten zu dem auffallenden Ergebnisse, daß die Harnsäure mehr Methyl-derivate besitzt, als sich überhaupt nach seiner Formel construieren lassen, woraus sich notgedrungen der Schluss ergibt, daß unsere Anschauungen über Constitution überhaupt noch sehr reformbedürftig sind. — Dr. BAUM (Marburg): Physikalisch-chemischer Beitrag zur Theorie der Narkotika.

In der fünften Sitzung trugen vor: TRAUBE (Berlin) über Dielektrizitätsconstanten. — MACK (Hohenheim) über gewisse Strömungsgebilde in Flüssigkeiten und deren Vorkommen in der Atmosphäre. — GRUNMACH (Berlin): Einfluß des Streckens durch Zugbelastung auf die Dichte der Körper. — BOLTZMANN (Wien): kinetische Ableitung der Formel für den Druck des gesättigten Dampfes, für den Dissociationsgrad von Gasen und für die Entropie eines das von der Waalssche Gesetz befolgenden Gases. — BLOCHMANN (Kiel) über die Theorie des Branly'schen Rohres. Er wünschte

den Namen Cohärer, dem unrichtige theoretische Anschauungen zu Grunde liegen, durch die seinen Entdecker ehrende Bezeichnung des Branly'schen Rohres ersetzt zu sehen, ein Wunsch, dem sich in der Diskussion alle beteiligten Herren anschlossen. — WIEN (Würzburg): eine Wechselstromsirene. — PRECHT (Heidelberg) magnetisches Verhalten elektrischer Entladungen in Luft von normalem Druck.

In der sechsten Sitzung: O. KNOBLAUCH (Leipzig) über die Zerstreuung elektrostatischer Ladungen durch Belichtung. Der Redner hat durch seine Versuche nachgewiesen, daß die Zerstreuung elektrostatischer Ladungen auf einem rein photochemischen Vorgange beruht. — MIE (Karlsruhe) über den wirklichen Energiestrom im elektromagnetischen Felde. — DRUDE (Leipzig) über Wellenlängenmessungen mit dem Cohärer. — ARCHENHOLD (Treptow): das große Nordlicht vom 9. September im Zusammenhang mit der Fleckengruppe der Sonne vom 2. bis zum 15. September. — BLOCHMANN (Kiel): die zeitliche Analyse der Wirkungen einer Unterwasserexplosion. — BENNDORF (Wien) über luftelektrische Messungen in Sibirien.

In der Abteilung für Chemie wurden folgende Vorträge gehalten: A. BINZ (Bonn) über Indigoküpen. — E. FROMM (Freiburg i. B.): Bestandteile des Sadebaumöles. — F. KEHRMANN (Genf): einige Beobachtungen über Beziehungen zwischen Farbe und chemischer Constitution. Aus der Untersuchung einiger Salze und Äthylderivate dreier Rosinduline ergab sich im Absorptionsspektrum eine Verschiebung nach dem roten Ende mit wachsender Molekulargröße. Ähnliche Verschiebungen zeigten auch sechs Isomere des Rosindulins, deren Moleküle durch Einführung einer NH_2 -Gruppe verdichtet sind. — Prof. Dr. R. MÖHLAU (Dresden): eine neue Reaktion aromatischer Chinone und chinoider Verbindungen. — H. STOBBE (Leipzig): über die Produkte der Einwirkung gesättigter und ungesättigter Ketone auf Bernsteinsäureester bei Gegenwart von Natriumäthylat. — E. A. KEHRER (Stuttgart): Darstellung einbasischer 4–7 Diketonsäuren. — A. HANTZSCH (Würzburg): Nachweis labiler Atomgruppierungen. — Derselbe: über isomere Salze aus Äthylnitrosäuren. — Dr. R. WILLSTÄTTER (München) über die Constitution des Eigonins. — VAN 'THOFF und W. MÜLLER (Charlottenburg, Freiburg) über die Umwandlungstemperatur und Löslichkeitsverhältnisse bei der racemischen Spaltung von Rubidiumracemat. — BÖRNSTEIN (Berlin): Oxydation des Anilins. — A. PFUNGST (Frankfurt a. M.): Neuerungen an Autoklaven mit Dr. Pfungsts Patent-Verschluss. — KUNZ-KRAUSE (Lausanne) über das Verhalten einiger natürlicher Alkaloide und diverser cyclischer Verbindungen zu rauchender Salpetersäure. — R. WALTHER (Dresden): Isomerie-Erscheinungen bei Amidinen. — WILH. VAUBEL (Frankfurt a. M.) über Halogen-Eiweißkörper. — Derselbe: über die Wasserlöslichkeit organischer Verbindungen. — H. SCHULTZE (Bonn) über Wirkungen eines neuen Rührers.

IV. Ausstellungen.

Einen ausnahmsweise breiten Raum nahmen auf der diesjährigen Versammlung die Ausstellungen ein, welche von Herrn Museumsdirektor Frauberg er (Düsseldorf) trefflich organisiert, für Belehrung reichen Stoff boten. Unter denjenigen Ausstellungsobjekten, welche speziell zu Unterrichtszwecken dienen, ragte besonders eine von Max Kohl in Chemnitz arrangierte Sonder-Ausstellung hervor, in welcher — wohl zum ersten Male — ein complettes physikalisches Lehrzimmer, ein Vorbereitungszimmer, ein chemisches Kabinett und ein Sammlungszimmer mit allen zum Unterrichte nötigen Apparaten zusammengestellt waren (im Gesamtwerte von 24 063 M.). In räumlicher Verbindung mit dieser Ausstellung stand eine andere, welche es sich zur Aufgabe gestellt hatte, die Photographie im Dienste der Wissenschaften vorzuführen. Dieselbe brachte dem Laien wie auch dem Fachmanne reiche Belehrung und Anregung namentlich durch die Vorführung von Photographieen in natürlichen Farben. Alle drei Methoden waren hier vertreten: das Lippmannsche Verfahren (Aussteller Prof. Lippmann, Paris und Dr. R. Neuhaus, Berlin), das Joly'sche System (Dr. du Bois-Reymond, Berlin) und das Dreifarbenverfahren von Ducos du Mauron (A. und L. Lumière, Paris), deren ausgestellte Photographieen durch ihre Farbentöne überraschten. Von dem letzteren Verfahren war Anwendung gemacht zum Dreifarbendruck, von dem ganz vorzügliche Proben von der Photochromotype Engraving Co., Philadelphia, Léon Vidal, Paris ausgestellt wurden. Auch die Wirkung orthochromatischer Platten kam in überzeugender Weise zum Ausdruck in den von Max Ferrars in Freiburg und Otto Perutz, München hergestellten vergleichenden Aufnahmen mit gewöhnlichen und orthochromatischen Platten. Die Röntgen-Photographie war mit ihren neuesten Erigenschaften und ca. 200 medizinischen und anatomischen Aufnahmen vertreten. Außer den überaus zahlreichen ethnologischen Aufnahmen fesselten namentlich noch die mikroskopischen Photographieen, die von Dr. Paul Jeserich, Berlin ausgestellte Entwicklung der gerichtlichen Chemie und die astronomischen und Wolken-Photographieen das Interesse. An der Ausstellung der letzteren beteiligten sich namentlich das meteorologische Observatorium zu Uslar im Sölling, das Kgl. meteorologisch-magnetische Observatorium in Potsdam und Otto Perutz in München.

Die von den genannten abgesonderte Neuheiten-Ausstellung diente vorzugsweise den Zwecken der chemisch-pharmaceutischen und der chirurgischen Technik; doch fand sich auch für Fachgenossen einiges Beachtenswerte. So wurden Apparate zur Erzeugung und Verwertung von Röntgenstrahlen, complete Schalltafeln etc. in vorzüglicher Anordnung von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, F. A. Berner in Hagen, Voltohm, München etc. ausgestellt. Unterrichtsapparate brachten Geißler Nachfolger, Bonn, G. Lorenz, Chemnitz, Gustav Müller, Ilmenau und Robert Müller, Essen-Ruhr, Jos. Platzbecker, Düsseldorf. Automatische Quecksilberluftpumpen stellten Wilh. Niehls, Berlin und Franz Müller, Bonn aus. Naturhistorische Präparate waren vertreten durch Linnaea und Kunstanstalt Photocol, München, welch letztere namentlich durch die Buchhold'schen Naturpräparate zwischen Glas das Interesse fesselte.

Von hervorragendem und die Naturforschertage überdauerndem Werte war die historische Ausstellung der Naturwissenschaften und Medizin, welche über 4200 Nummern umfasste und die Räume des neuerbauten Kunstgewerbemuseums anfüllte. Aufser älteren physikalischen und chirurgischen Apparaten, Destillations- und Apothekergefäßen gab dieselbe auch eine Zusammenstellung älterer Druckwerke, auf Naturforscher und Ärzte bezügliche Abbildungen und Porträts; u. a. bot sich hier in 126 Nummern eine Paracelsus-Ausstellung, von dem bekannten Paracelsus-Forscher Dr. Karl Sudhoff in Hochdahl-Düsseldorf gesammelt. Aus der physikalischen Litteratur finden sich die Arbeiten Joh. Gottlob Leidenfrosts, des Professors an der Duisburger Universität. An astronomisch-physikalischen Gegenständen waren ausgestellt: mehrere Armillarsphären und Astrolabien aus dem 15. Jahrhundert, Vertikal-, Horizontal- und Taschensonnenuhren, Kompass, Maßstäbe und Zirkel aus dem Anfange des 17. Jahrhunderts, Mikroskope und Teleskope und andere optische Apparate von kulturhistorischer Bedeutung.

Dr. J. Norrenberg, Düsseldorf.

Correspondenz.

Herr KUHFAHL in Landsberg a. W. sendet uns nachstehende Erwiderung:

Die Bemerkungen des Herrn Ernecke (d. Z. XI 311) zu meinem Aufsatz über einen Stromwechsler sind mir nicht verständlich. Warum wird die sprungweise Drehung des Magnetfeldes mir gegenüber verteidigt? Mein Apparat hat ja dieselbe Eigenschaft! (Ich habe mir allerdings eine Erstscheibe für kontinuierliche Drehung des Magnetfeldes construiert, in jenem Aufsatz aber gar nicht erwähnt.) Damit werden die Folgerungen hinfällig. Nebenbei bestreite ich, daß Herr Ernecke durch irgend eine Einrichtung „nicht nur eine sprungweise Änderung des Magnetfeldes, sondern sogar eine reine Sinuskurve“ erreichen kann; das eine schließt das andere aus. Herr Ernecke folgert nun die Überlegenheit seines Apparates, läßt dabei aber gerade die 4 Punkte unbeachtet, die ich am Schlusse meines Aufsatzes als Verbesserungen ausdrücklich bezeichnet habe. Ich kann daher seine Bemerkungen nicht als eine sachgemäße Kritik meines Apparates anerkennen.

Anleitung zum Gebrauch der astronomischen Tafel für 1899.

Die Karte I stellt die Sterne erster bis vierter Größe nördlich und südlich von der Ekliptik bis zu 30° Breite dar. Je ein Grad des Kugelumfanges, nach Länge oder Breite, ist durch eine Strecke von 1 mm dargestellt. Die Örter der Sonne sind in die Sternkarte selbst eingezeichnet, der Monatstag ist unmittelbar hinzugefügt, der Name des Monats findet sich am unteren Rande der Karte.

Die Bahnen der Planeten (Karte III bis VI) mußten in besondere Wiederholungen der mittleren Zone des Hauptnetzes gezeichnet werden. Es wird leicht sein, jeden Ort eines Planeten senkrecht aufwärts in den identischen Ort der Sternkarte zu verschieben. Das Zeitintervall der auf den Bahnen hervorgehobenen Punkte beträgt 8 Tage für Sonne, Merkur und Venus, 16 Tage für Mars, 32 Tage für Jupiter und Saturn. Bei den äußersten Planeten, Uranus und Neptun, sind nur die Stillstandspunkte hervorgehoben. Jupiter ist in die zweite Hälfte des Tierkreises übergegangen und daher in den nächsten 6 Jahren für uns weniger gut zu sehen.

Die Karte VII stellt den Mondlauf für einen siderischen Monat aus der Mitte des Jahres (29. Juni bis 26. Juli) von Tag zu Tag dar. Dabei sind die Gesetze der elliptischen Bewegung des Mondes um die Erde beachtet worden. Wird diese Bahn angenähert für das ganze Jahr benutzt, so kann der Mond in ungünstigen Fällen in seiner Bahn 4° von dem für die Stunde angegebenen Punkt entfernt stehen. Soll z. B. der Ort für den 7. Juni 19^h bestimmt werden, so sind, seit dem

Beginn des siderischen Monats am 1. Juni 22^h (d. h. nach bürgerlicher Rechnung 2. Juni 10^h vormittags), 5^d 21^h verflissen. Der Mond steht also zwischen den Punkten (5) und (6) in der Länge 78°, 1° nördlich von der Ekliptik. Da die Sonne in seiner Nähe steht, so ist Neumond. Zugleich findet eine im nördlichen Eismeer und auch bei uns sichtbare Sonnenfinsternis statt. Den einzelnen Standpunkten des Mondes sind die entsprechenden Punkte für den mittelsten siderischen Monat des vorigen Jahres beigefügt, woraus die Veränderlichkeit der Mondbewegung im Laufe des Jahres beurteilt werden kann.

Die Karten II und II^a dienen dazu, den inneren Teil des Tierkreisgürtels, in welchem die Planeten und der Mond sich bewegen, auf den Äquator zu beziehen und die auf die tägliche Drehung bezüglichen Fragen für die Polhöhe von Berlin (52° 31') und von Wien (48° 13') zu beantworten. Die am unteren Rande der Karten mit 1^h, 2^h . . . 24^h bezeichneten schrägen Linien geben eine bestimmte Rektascension α an, oder auch, nach Sternzeit, den Zeitpunkt der Culmination der Gestirne. Die Parallelkreise zum Äquator erscheinen, wie dieser selbst, als wellenförmige Linien und sind nicht für gleiche Stufen der Deklination, sondern so gezogen, daß für die angenommene geographische Breite der halbe Tagesbogen ($\frac{1}{2} T$) der in ihnen stehenden Sterne um je $\frac{1}{2}^h$ variiert.

Um z. B. die Aufgangszeit (A), Culminationszeit (C) und Untergangszeit (U) von Antares oder α im Skorpion für Wien am 23. April zu finden, bestimmt man sie zunächst nach Sternzeit, gültig für jeden Tag. Überträgt man den Ort des Sternes aus Karte (I) in (II^a), so findet man $\alpha = 16^h 22^m$, $\frac{1}{2} T = 3^h 45^m$, folglich nach Sternzeit $A = \alpha - \frac{1}{2} T = 12^h 37^m$, $C = \alpha = 16^h 22^m$, $U = \alpha + \frac{1}{2} T = 20^h 7^m$.

Zugleich ist für den Ort der Sonne am 23. April $\alpha' = 2^h 5^m$, d. h. die Sternzeit geht am 23. April gegen wahre Sonnenzeit um 2^h 5^m vor, ferner $\frac{1}{2} T' = 6^h 58^m$. Es ist also, nach wahrer Sonnenzeit, Sonnenaufgang um 24^h - 6^h 58^m = 17^h 2^m, Sonnenuntergang um 6^h 58^m.

Um für den Antares die oben angegebenen Sternzeiten in wahre Sonnenzeit zu verwandeln, hat man α' zu subtrahieren: $A = \alpha - \alpha' - \frac{1}{2} T = 10^h 32^m$, $C = \alpha - \alpha' = 14^h 17^m$, $U = \alpha - \alpha' + \frac{1}{2} T = 18^h 2^m$.

Die Karte I enthält noch eine Kurve, deren Ordinate z die Zeitgleichung für die Sonnenlänge als Abscisse darstellt. Dabei ist 1^{mm} als 1^{min} zu rechnen. So ist am 10. Februar die Zeitgleichung = 15^{min}, am 23. April = -2^{min}. Sie ist der Angabe eines Zeitpunktes nach wahrer Sonnenzeit hinzuzufügen, um ihn in mittlerer Sonnenzeit zu erhalten. Seit der Einführung der Mittel-Europäischen Zeit ist außerdem noch deren Fehler d zu den Zeitangaben zu addieren, um sie mit den ortsüblichen Uhren vergleichen zu können. Für Berlin ist $d = 6^{\text{min}}$, für Wien $d = -5^{\text{min}}$. Im ganzen sind daher die obigen Angaben um $z + d = -2^{\text{min}} - 5^{\text{min}} = -7^{\text{min}}$ zu vermehren, um für Wien nach MEZ zu erhalten: $A = 10^h 25^m$, $C = 14^h 10^m$, $U = 17^h 55^m$. Hierbei ist aber die Wirkung der Refraktion noch nicht berücksichtigt.

| Berlin $\frac{1}{2} T$ | 6 ^h 0 ^m | 6 ^h 30 ^m 5 ^h 30 ^m | 7 ^h 0 ^m 5 ^h 0 ^m | 7 ^h 30 ^m 4 ^h 30 ^m | 8 ^h 0 ^m 4 ^h 0 ^m | 8 ^h 30 ^m 3 ^h 30 ^m | 9 ^h 0 ^m 3 ^h 0 ^m | 9 ^h 30 ^m 2 ^h 30 ^m |
|---------------------------|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| $\delta \pm$ | 0° | 6° | 11° | 16° | 21° | 25° | 28° | 31° |
| $w \pm$ | 0° | 9° | 19° | 28° | 36° | 44° | 52° | 59° |
| ϱ | 4 ^m | 4 ^m | 4 ^m | 4 ^m | 5 ^m | 5 ^m | 6 ^m | 7 ^m |
| $A(\frac{1}{2} T) \pm$ | 0 ^m | 1 ^m | 2 ^m | 3 ^m | 5 ^m | 6 ^m | 8 ^m | 11 ^m |
| $\Delta w \pm$ | 0° | 0° | 0° | 1° | 1° | 1° | 2° | 2° |

| Wien $\frac{1}{2} T$ | 6 ^h 0 ^m | 6 ^h 30 ^m 5 ^h 30 ^m | 7 ^h 0 ^m 5 ^h 0 ^m | 7 ^h 30 ^m 4 ^h 30 ^m | 8 ^h 0 ^m 4 ^h 0 ^m | 8 ^h 30 ^m 3 ^h 30 ^m | 9 ^h 0 ^m 3 ^h 0 ^m |
|-------------------------|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| $\delta \pm$ | 0° | 7° | 13° | 19° | 24° | 29° | 32° |
| $w \pm$ | 0° | 10° | 20° | 29° | 38° | 46° | 53° |
| ϱ | 4 ^m | 4 ^m | 4 ^m | 4 ^m | 4 ^m | 5 ^m | 5 ^m |
| $A(\frac{1}{2} T) \pm$ | 0 ^m | 1 ^m | 2 ^m | 3 ^m | 5 ^m | 6 ^m | 8 ^m |
| $\Delta w \pm$ | 0° | 0° | 0° | 1° | 1° | 1° | 2° |

Aus den vorstehenden Tabellen ist zu dem halben Tagesbogen ($\frac{1}{2} T$) eines Gestirnes für die Polhöhe von Berlin und die von Wien zu entnehmen: die Deklination = δ , die Morgen- oder Abendweite = w (nördlich +, südlich -), die Verfrühung des Aufganges oder Verspätung des

Unterganges durch die Refraktion = ρ , endlich $A(\frac{1}{2} T)$ und Aw , d. h. die Änderungen, die $\frac{1}{2} T$ und w für einen bestimmten Stern erleiden, wenn die geographische Breite φ des Beobachtungsortes um 1° wächst. Wo + und - zur Wahl steht, bezieht sich das obere Zeichen auf die obere Reihe der Werte von $\frac{1}{2} T$.

Berücksichtigt man hiernach die Refraktion $\rho = 5^{\text{min}}$, so wird definitiv für den Antares am 23. April für Wien

$$\left. \begin{aligned} A &= (\alpha - \alpha' + z + d) - (\frac{1}{2} T + \rho) = 10^{\text{h}} 20^{\text{m}} \\ C &= (\alpha - \alpha' + z + d) &= 14^{\text{h}} 10^{\text{m}} \\ U &= (\alpha - \alpha' + z + d) + (\frac{1}{2} T + \rho) = 18^{\text{h}} 0^{\text{m}} \end{aligned} \right\} (MEZ)$$

Der Stern geht auf im Abstände $w = -42^\circ$ vom Ostpunkt, zwischen Osten und Süden, er hat die Deklination $\delta = -26^\circ$ und culminiert in der Höhe $H = 90^\circ - \varphi + \delta = 42^\circ - 26^\circ = 16^\circ$.

Ähnlich erhält man für die Sonne am 23. April mit Rücksicht auf die Refraktion $\rho' = 4^{\text{min}}$

$$\begin{aligned} A &= 24^{\text{h}} + z + d - (\frac{1}{2} T' + \rho') = 16^{\text{h}} 51^{\text{m}} \\ C &= 24^{\text{h}} + z + d &= 23^{\text{h}} 53^{\text{m}} \\ U &= z + d + (\frac{1}{2} T' + \rho') = 6^{\text{h}} 55^{\text{m}} \end{aligned}$$

die Morgenwerte $w = +20^\circ$, die Deklination $\delta = 13^\circ$, die Culminationshöhe $H = 55^\circ$.

Im folgenden sind noch 3 Beispiele für Berlin aufgeführt:

| Ort, Zeit | Stern | $\frac{1}{2} T$ | α | ρ | z | d | A | C | U | w | δ | H |
|---------------------|---------|--------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Berlin 23. April | ☉ | 7 ^h 8 ^m | 2 ^h 5 ^m | 4 ⁿ | -2 ⁿ | 6 ^m | 16 ^h 52 ^m | 0 ^h 4 ^m | 7 ^h 16 ^m | 21 ^o | 13 ^o | 51 ^o |
| " | Antares | 3 ^h 16 ^m | 16 ^h 22 ^m | 5 ^m | " | " | 11 ^h 0 ^m | 14 ^h 21 ^m | 17 ^h 42 ^m | -48 ^o | -26 ^o | 12 ^o |
| " | ☿ | 4 ^h 55 ^m | 14 ^h 15 ^m | 4 ^m | " | " | 7 ^h 15 ^m | 12 ^h 14 ^m | 17 ^h 13 ^m | -20 ^o | -12 ^o | 26 ^o |

Die Kurven ($\frac{1}{2} T$) und (α) in Karte II bilden ein Netz, das aus rechteckigen Maschen besteht. Durchläuft man aneinanderstossende Diagonalen immer in der Richtung von rechts unten nach links oben, was an einigen Stellen der Karte durch die gestrichelten Linien (A) angedeutet ist, so nimmt längs jeder Diagonale α und $\frac{1}{2} T$ um 30^{m} zu, daher bleibt die Aufgangszeit $A = \alpha - \frac{1}{2} T$ für die durchlaufene Linie constant, diese giebt also, in Karte I übertragen, am Fixsternhimmel solche Punkte an, die zugleich aufgehen, d. h. sie giebt für die Sternzeit ($\alpha - \frac{1}{2} T$) die Spur des östlichen Horizonts am Himmel an. Die Karte II ermöglicht daher, die Stellung der gerade aufgehenden Sternbilder gegen den Horizont zu bestimmen, z. B. zeigt sie, dafs die Verbindungslinie von Castor und Pollux beim Aufgange der Zwillinge fast vertikal steht. Zieht man dagegen Trajektorien durch das Netz, welche überall die Richtung der von links unten nach rechts oben gehenden Diagonalen haben, wie es durch die gestrichelten Linien (U) angedeutet ist, so bleibt längs derselben die Untergangszeit $U = \alpha + \frac{1}{2} T$ ungeändert, sie deuten also die Lage des Horizonts zu den gerade untergehenden Sternbildern an.

Legt man durch den Ort der Sonne für einen bestimmten Tag die Trajektorien (A) und (U), so bilden diese am Fixsternhimmel vier Winkelräume, der linke enthält die Abendsterne, der rechte die Morgensterne, der obere solche Gestirne, die am Morgen und am Abend zu sehen sind, der untere solche, die erst nach der Sonne auf-, vor ihr untergehen, also an dem betreffenden Tage des Sonnenscheins wegen unsichtbar bleiben.

Werden durch einen Stern des Tierkreisgürtels die Linien (A) und (U) bis an die Ekliptik gezogen, so findet man dort die Tage, wo jener mit der Sonne zugleich auf- oder untergeht, d. h. die Zeiten seines kosmischen Auf- und Unterganges. Für Sterne südlich der Ekliptik fällt der kosmische Aufgang später als der Untergang, in der Zwischenzeit zwischen beiden Tagen ist der Stern nur bei Sonnenschein über dem Horizont, er bleibt also für eine längere Zeit des Jahres unsichtbar. Für Sterne nördlich der Ekliptik geht der Tag des kosmischen Aufgangs dem des Untergangs voran, zwischen beiden Tagen zieht die Sonne auf der Ekliptik im Süden des Sterns vorüber, dieser selbst ist morgens vor Sonnenaufgang, abends nach Sonnenuntergang sichtbar.

Die Karte VIII zeigt in doppeltem Mafsstabe, wie die unteren Planeten um die Sonne gleich Trabanten hin- und herlaufen. Die uns näheren Teile der Bahn, auf denen die untere Conjunction stattfindet und die relative Geschwindigkeit der Planeten sehr grofs ist, sind stark ausgezogen. Merkur wird im Maximum der Elongation dreimal als Abendstern sichtbar sein, am besten um den 24. März, da dann die Ekliptik bei Sonnenuntergang gegen den Horizont stark geneigt ist. Venus erreicht als Morgenstern ihren gröfsten Glanz zu Anfang des Januar.

M. Koppe.

Himmelserscheinungen im Februar und März 1899.

☾ Mond, ♀ Merkur, ♀ Venus, ♂ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ♄ Conjunction, □ Quadratur, ♁ Opposition.

| Monatstag | Februar | | | | | März | | | | | | | |
|---|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---|
| | 4 | 9 | 14 | 19 | 24 | 1 | 6 | 11 | 16 | 21 | 26 | 31 | |
| Helio- centrische Längen. | 263 ^o | 278 | 292 | 308 | 326 | 347 | 10 | 38 | 69 | 100 | 129 | 155 | ♀ |
| | 175 | 183 | 191 | 199 | 207 | 215 | 223 | 231 | 239 | 247 | 255 | 263 | ♀ |
| | 135 | 141 | 146 | 151 | 156 | 161 | 166 | 171 | 176 | 181 | 186 | 191 | ♂ |
| | 126 | 128 | 131 | 133 | 135 | 137 | 139 | 142 | 144 | 146 | 148 | 150 | ♂ |
| | 209 | 210 | 210 | 210 | 211 | 211 | 212 | 212 | 212 | 213 | 213 | 213 | ♃ |
| | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | ♄ |
| Aufst. Knoten. Mittl. Länge. | 277 | 276 | 276 | 276 | 276 | 275 | 275 | 275 | 275 | 274 | 274 | 274 | ☾ |
| | 242 | 308 | 14 | 79 | 145 | 211 | 277 | 343 | 49 | 115 | 181 | 246 | ☾ |
| Geo- centrische Rekt- ascensionen. | 231 | 309 | 17 | 83 | 144 | 201 | 273 | 345 | 52 | 117 | 175 | 239 | ☾ |
| | 302 | 310 | 319 | 327 | 336 | 344 | 323 | 2 | 10 | 16 | 21 | 24 | ♀ |
| | 269 | 274 | 279 | 285 | 290 | 296 | 302 | 308 | 314 | 320 | 325 | 331 | ♀ |
| | 318 | 323 | 328 | 333 | 337 | 342 | 347 | 351 | 356 | 1 | 5 | 10 | ☉ |
| | 115 | 114 | 113 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 113 | 114 | 116 | 117 | ☉ |
| | 218 | 218 | 218 | 218 | 218 | 218 | 218 | 218 | 218 | 217 | 217 | 216 | ♃ |
| | 260 | 261 | 261 | 262 | 262 | 262 | 263 | 263 | 263 | 263 | 263 | 263 | ♄ |
| Geo- centrische Dekli- nationen. | -22 | -16 | +13 | +25 | +10 | -14 | -24 | -1 | +22 | +19 | -3 | -23 | ☾ |
| | -22 | -20 | -18 | -16 | -12 | -8 | -4 | +0 | -5 | -9 | -12 | -13 | ♀ |
| | -20 | -20 | -20 | -20 | -20 | -19 | -19 | -18 | -17 | -15 | -14 | -12 | ♀ |
| | -16 | -15 | -13 | -11 | -9 | -8 | -6 | -4 | -2 | +0 | +2 | +4 | ☉ |
| | +26 | +26 | +26 | +26 | +26 | +26 | +25 | +25 | +25 | +25 | +24 | +24 | ♂ |
| | -13 | -14 | -14 | -14 | -14 | -14 | -14 | -13 | -13 | -13 | -13 | -13 | ♃ |
| | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | -22 | ♄ |
| Aufgang. | 19 ^h 33 ^m | 19.29 | 19.19 | 19.9 | 18.58 | 18.47 | 18.36 | 18.24 | 18.12 | 18.1 | 17.49 | 17.37 | ☉ |
| | 15 ^h 26 ^m | 19.8 | 20.43 | 23.11* | 4.40 | 10.41 | 16.6 | 18.6 | 20.18 | 0.9 | 5.58 | 12.13 | ☾ |
| Untergang. | 4 ^h 49 ^m | 4.59 | 5.9 | 5.18 | 5.27 | 5.37 | 5.46 | 5.55 | 6.4 | 6.13 | 6.21 | 6.30 | ☉ |
| | 22 ^h 54 ^m | 4.4 | 11.14 | 16.29 | 18.25 | 19.48 | 22.48* | 5.56 | 12.33 | 15.56 | 17.17 | 19.41 | ☾ |
| Zeitglch. | +14 ^m 8 ^s | +14.26 | +14.24 | +14.3 | +13.25 | +12.32 | +11.27 | +10.12 | +8.49 | +7.20 | +5.48 | +4.16 | ☉ |

* Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

| | | | | | |
|-----------|--------------------------------|------------------|--------|--------------------------------|------------------|
| Februar 3 | 6 ^h 24 ^m | Letztes Viertel | März 4 | 17 ^h 7 ^m | Letztes Viertel |
| | 9 4 | Mond in Erdnähe | | 9 11 | Mond in Erdnähe |
| | 9 22 32 | Neumond | | 11 8 53 | Neumond |
| | 16 21 52 | Erstes Viertel | | 18 16 24 | Erstes Viertel |
| | 21 15 | Mond in Erdferne | | 21 8 | Mond in Erdferne |
| | 25 3 16 | Vollmond | | 26 19 18 | Vollmond |

Aufgang der Planeten. Febr. 14 ♀ 19^h 12^m ♀ 16.50 ♂ 1.12 ♃ 12.5 ♄ 15.49
März 16 18.33 16.47 23.24 10.3 13.57

Untergang der Planeten. Febr. 14 4.0 1.12 18.36 21.45 23.47
März 16 7.33 1.53 16.32 19.47 21.55

Constellationen. Febr. 3 0^h ♃ ☾ ☾; 5 22^h ♄ ☾ ☾; 6 14^h ♀ ☾ ☾; 9 2 ♀ ☾ ☾; 10 20^h ♀ in größter westl. Elongation von 47^o; 21 6^h ♀ ☾ ☾; 23 22^h ♃ Stillstand; 27 4^h ♀ obere ☾ ☾; 27 4^h ♀ Stillstand. — März 2 7^h ♃ ☾ ☾; 5 8^h ♄ ☾ ☾; 8 3^h ♀ ☾ ☾; 12 10^h ♀ ☾ ☾; 13 17^h ♄ ☾ ☾; 20 9^h ☾ im Widerzeichen, Frühlings-Nachtgleiche; 20 18^h ♂ ☾ ☾; 24 12^h ♀ in größter westl. Elongation von 19^o; 29 10^h ♃ ☾ ☾.

Jupitermonde. Im Februar geht das System noch zu spät auf. — März 19 11^h 33^m II E; 21 12^h 56^m I E.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein Febr. 8 15^h, 11 12^h, 14 8^h, 17 5^h. — März 3 13^h, 6 10^h, 7 7^h, 26 12^h, 29 9^h. — Von den früher genannten Sternen gehen Mira, sowie die im Orion gelegenen durch den kosmischen Untergang im März verloren.

Das **Zodiaklicht** ist im Februar abends im Westen zu beobachten, soweit der Mond nicht hindert. Im März, wo es sich mit der Milchstraße zu vermengen beginnt und auch sonst ungünstiger steht, gelingt die Auffindung nur dem Geübteren.

J. Pfaffmann, Münster.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Die scheinbaren Bahnen der beweglichen Gestirne im Jahre 1899.

bezogen auf das Coordinatensystem der Ekliptik.

