

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XIII. Jahrgang.

Erstes Heft.

Januar 1900.

Der Anfang des Jahrhunderts.

Eine Betrachtung über Zählen und Messen.

Von

M. Koppe in Berlin.

Die Auffassung der Zahlen, durch welche ein Zeitpunkt nach Jahr, Tag und Stunde bestimmt wird, hat sich allmählich unter dem Einfluß der Mathematik, der Physik und der Verkehrsinteressen bei den Kulturvölkern geändert, und besonders im letzten Jahrhundert ist die Herrschaft des Neuen gesichert worden. Man muß diesen Umwandlungsprozesse berücksichtigen, wenn man die Frage nach der Grenze des Jahrhunderts im Sinne des heutigen Denkens beantworten will. Mit Unrecht glaubt man, dem historischen Gesichtspunkte genügt zu haben, wenn man der modernen Leichtigkeit des Ausdrucks die schwerfälligen lateinischen Datierungen des Mittelalters als angeblich noch bestehende, unvergängliche Norm gegenüberstellt.

Ein einfacheres Beispiel einer allmählichen Veränderung eines Sachverhalts bietet die Lage des Schalttages, der nach gelehrter Auskunft der 24. Februar (a. d. bis VI Cal. Mart.) ist, eine Angabe, die auch der sonst so vorurteilsfreie LAMBERT übernimmt und die noch heute in den Volkskalendern steht. Das ist für den mittelalterlichen Kalender der römischen Kirche richtig gewesen, wo nach der lateinischen Bezeichnung jener Tag aus dem Rahmen der Tage eines Gemeinjahres herausprang und mit keinem besonderen Heiligen bedacht war. Für den modernen Menschen, der sich in den Kalender hineinlebt, ist nach der jetzigen Zählung der Monatstage ebenso berechtigt und sicher, daß trotz aller historischen Untersuchungen der 29. Februar das ist, was das Schaltjahr auszeichnet, und daß er als Schalttag anerkannt werden muß¹⁾.

Unsere gewöhnlichen ganzen Zahlen, z. B. . . 4, 3, 2, 1 werden in ihrer natürlichen und ursprünglichen Bedeutung da verwandt, wo es sich darum handelt, eine aus Individuen bestehende Menge, z. B. Personen, Stahlfedern, Sandkörner, Moleküle zu zählen. Brüche finden in solchen Fällen keine Verwendung, denn wenn man z. B. eine Stahlfeder in zwei Teile zerbricht, so lassen die Teile einen ähnlichen, wenn auch beschränkteren Gebrauch wie das Ganze nicht zu, können daher nicht als Hälften bezeichnet werden.

Die Zahlen werden ferner auch mit größtem Nutzen herbeigezogen, um Größen zu messen, die überall in Stücke teilbar sind, welche eine dem Ganzen ähnliche Verwendung zulassen, z. B. die Länge eines Fadens, den Flächenraum eines Feldes oder Landes, die Menge eines Stoffes nach Rauminhalt oder Masse, die Dauer einer Zeit.

¹⁾ Die Reihenfolge der Tage im Februar eines Schaltjahres muß sein a. d. VII Cal. Mart. (= 23. Febr.), a. d. bis VI (24), a. d. VI (25), a. d. V (= 26). Denn da rückwärts gezählt wird, geht „bis VI“ dem „VI“ voran. Das widerspricht der Tabelle im Grotefends Taschenbuch, löst aber den im Text hervorgehobenen Zwiespalt. Auch Felix Müllers Kalender-Tabellen geben eine falsche Zählung.

Um sie hierzu fähig zu machen, hat man für jede Art von Gröfsen mehr oder minder willkürlich ein Mafs festgesetzt, durch dessen wiederholte Abtragung man die zu messende Gröfse zu erreichen oder zu erschöpfen sucht. Überschießende Teile die meistens auftreten, werden vernachlässigt oder zu einem vollen Mafse ergänzt. So würde man die Lebenszeit Kaiser Wilhelms I. nach gewöhnlichem Sprachgebrauch auf 90 Jahre angeben, für eine Statistik nach den Grundsätzen der exakten Wissenschaften auf 91 Jahre abrunden.

Das Streben nach gröfserer Genauigkeit führte dazu, den Hauptmafsen kleinere Nebenmafsen beizugesellen, für die man am besten genaue Teile von jenen nahm. Doch zwangen natürliche Gründe, das julianische Jahr in $365\frac{1}{4}$ Tage zu teilen. So wird z. B. die Höhe eines Turmes nach Fufs und Zoll, ja selbst Linien angegeben.

Zählt man eine bestimmte Menge von Individuen, z. B. die Schüler einer Klasse, so ist die Reihenfolge, in der man den einzelnen die Zahlen 1, 2, 3, 4 . . zuteilt, gleichgiltig für das Resultat der Zählung. Es giebt aber häufig eine bestimmte nicht gleichgiltige Reihenfolge, welche die Rangordnung der Schüler darstellt, und wonach sie nicht als 1, 2, 3, . . sondern als erster, zweiter, dritter . . also mit Ordinalzahlen statt der Kardinalzahlen bezeichnet werden.

Etwas Ähnliches findet statt, wenn man die Lage eines Ortes an einer von Berlin ausgehenden Chaussee dadurch angiebt, dafs man die Strecke zwischen ihm und Berlin mißt. Für die Lage des Punktes ist die Ordnungszahl der letzten Meile, die in der Strecke von Berlin bis zu ihm enthalten ist, ausschlaggebend. So hiefs es im Altertum, ein Ort liege *ad quintum lapidem*, wohl nicht dicht am Meilenstein, sondern längs der 5. Meile, ähnlich bei der Zeit *prima hora* (d. h. von 6 bis 7^h morgens) und bei Fragen *quota hora est?*

Werden die Zahlen grofs, so ist das Bilden und Aussprechen der Ordinalzahlen beschwerlich, und man erreicht, bei Beschränkung auf ein Mafs, doch nur dürtige Genauigkeit. Nimmt man noch Unterabteilungen hinzu, so wird die Bezeichnung nur schwerfälliger. Früher waren die Chausseen von Berlin aus durch grofse Steine in Meilen, diese durch kleinere in Teile (Zehntel) und Unterabteilungen (Hundertstel) geteilt. Ein merkwürdiger Punkt, etwa ein Baum oder ein Denkstein, war nicht deutlich beschrieben durch die Angabe, er stände an der 4. Meile; genauer, wenn man hinzufügte, im 1. Teile, oder gar in der 7. Unterabteilung, oder kurz IV Meile, I Zehntelmeile, VII Hundertstelmeile.

Solche Angaben in Ordinalzahlen waren für Rechnungen teils undurchsichtig, teils ganz unbrauchbar. Man konnte wohl den Abstand zweier derartig bestimmter Punkte durch einfache Subtraktion finden, wobei das Resultat eine richtige mittels Kardinalzahlen ausgedrückte Strecke wurde. Wollte man aber etwa bei Einführung des Metermafses und Aufstellung neuer Chaussee-Steine die Lage des erwähnten Punktes für das neue Mafs angeben, so war dies nur möglich, indem man auf seine Abscisse = 3,06 Meilen überging und die Rechnungszahl durch Multiplikation mit 7,420 in 22,70 km verwandelte, von wo man dann allenfalls wieder in Ordinalzahlen XXIII Km, VIII Hm, I Dm erhalten konnte.

Der einzige Vorzug der Zählung vor der Messung liegt darin, dafs man die Ordinalzahlen ohne die von den Indern erfundene Null, also in römischen Ziffern schreiben kann, was einen altertümlichen und monumentalen Eindruck hervorbringt. Vor etlichen Jahren befand sich in einer Turnhalle ein Klettergerüst mit einer Meterteilung, wo die Meter von unten an als 1., 2., 3., numeriert waren, und in jedem Meter die dm als I, II, . . . X figurierten. Der Turner kletterte nach diesem Zerr-

bilde eines Maßstabes aus 2.^m X.^{dm} nach 3.^m I.^{dm} Die Techniker haben immer eine andere Einrichtung der Maßstäbe für sachgemäß befunden.

Ebenso ist es auch bei Zeitbestimmungen heutzutage nicht mehr ausreichend, die Nummer der Stunde anzugeben, wo etwas geschah, z. B. „um die 9. Stunde“. Mit der Einführung von Minuten ist die Herrschaft der Ordinalzahlen auch hier geschwunden. Auf dem Fahrplan einer Eisenbahn kann nicht stehen, der Zug gehe ab in der 15. Minute der 9. Stunde, sondern es steht da 8^h 14^m. Das ist die Abscisse oder Zeitstrecke, gemessen von der natürlichen Epoche (Mitternacht) ab, die allerdings seit Einführung der M.E.Z. etwas verlegt ist, sodaß man thatsächlich als Epoche nur denjenigen Zeitpunkt bezeichnen kann, wo beide Zeiger einer Eisenbahnuhr ihre Hauptstellung auf XII haben. Ist die Lufttemperatur während eines Tages wiederholt beobachtet worden, so ist zu einer graphischen Darstellung nur nötig, daß man die von der Epoche ausgehenden Zeitstrecken auf einer Abscissenachse vom Ursprung aus als Linienstrecken aufträgt und die Thermometerstände als Ordinaten hinzufügt. Nach der veralteten Art hätte man dagegen auf der Abscissenachse gleiche Strecken als Stunden abzutragen mit der Bezeichnung erste, zweite dritte etc., und in jeder Stunde eine erste, zweite etc. Minute abzugrenzen, nach dem Muster des oben beschriebenen Klettergerüsts.

Wir haben bisher nur die Festlegung eines Zeitpunktes im Verlauf eines einzelnen Tages betrachtet und gesehen, wie hier allmählich das Zählen der Stunden in das Messen der seit der Epoche verflossenen Zeit übergegangen ist. In der Übergangsperiode hielt man an der natürlichen Epoche, Mitternacht oder auch Mittag, fest, man war daher gezwungen, die Stundenziffer um 1 zu ändern, die 9. Stunde in 8^h und etliche Minuten umzuwandeln.

Gehen wir nunmehr zur Festlegung eines Zeitpunktes innerhalb eines beliebig großen Zeitraumes über. Hier mangelt uns eine natürliche Epoche. So kam es, daß die Jahre nach Consuln und Archonten benannt wurden, später als erstes Jahr, zweites Jahr, in welchem ein bestimmter römischer Kaiser regierte, wobei dann das Jahr des Regierungswechsels zwei Namen erhielt²⁾. Als der Abt Dionysius der Kleine 525 das Osterfest für ewige Zeiten auf alexandrinischer Grundlage vorausbestimmte, mußte er die zukünftigen Jahre, die zunächst nur seinem Geiste vorschwebten, auf eine eigentümliche Art bezeichnen. Sie wurden von ihm als *anni domini nostri Jesu Christi* gezählt, wofür man später auch *anni nativitatis* und *anni incarnationis domini* sagte. Seine Ostertafel reichte vom Jahre 532 durch einen Cyclus von gleichfalls 532 (= 4.7.19) Jahren, da sie sich von da ab, wenn die Mondphasen wirklich alle 19 jul. Jahre auf denselben Tag fielen und alle 4 Jahre ein Schalttag berechtigt wäre, in derselben Reihenfolge hätten wiederholen müssen. Zur Zeit des Dionys war im bürgerlichen Leben noch der römische Jahresanfang, 1. Januar, üblich, die Kirche bevorzugte den 25. Dezember; später ist man, aber erst seit 1753 nach dem Beitritt Englands allgemein, zu dem heidnischen Jahresanfang zurückgekehrt, was man nun kirchlich als Rechnung nach dem Cirkumcisions-Stil ausgab. Manche Staaten glaubten die Jahre vom 25. März zählen zu müssen (Annuntiations-Stil), so daß man in Florenz den Jahresanfang z. B. noch unseres Jahres 1748 bis zum 25. März hinausschob, in Pisa ihn bis zum 25. März des Vorjahres zurückverlegte³⁾. Für die Tabelle des Dionys war die Jahresgrenze gleichgiltig, er wird sie

²⁾ S. z. B. Zumpt, *Annales veterum regnorum, imprimis Romanorum*.

³⁾ Grotefend, *Taschenbuch der Zeitrechnung*.

sich wohl am 25. Dezember gedacht haben. Da nun inzwischen der Jahresbeginn vom 25. Dezember unter allgemeiner Übereinstimmung um 8 Tage, auf den 1. Januar, verschoben worden ist, so müssen wir sagen, daß wahrscheinlich in der Vorstellung des Dionys Christi Geburt auf denjenigen Zeitpunkt der römischen Geschichte gefallen ist, der um 8 Tage dem 1. Januar des Jahres 1 unserer Zeitrechnung, des „1. Jahres nach Chr. Geb.“, vorausging. Das wäre aber eine persönliche Ansicht des Dionys, die uns gleichgültig sein kann; ebenso gut könnte er auch, um sich den späteren Chronologen zu akkommodieren, in seiner Tabelle an den bürgerlichen Anfang des Jahres gedacht haben, da ihm der Ehrgeiz fernlag, die Jahresgrenzen zu reformieren. Dann würde er die Geburt Christi sich in der Nacht vom 31. Dezember (des chronologischen Jahres 1 vor Chr. Geb.) auf den 1. Januar (des Jahres 1 nach Chr. Geb.) gedacht haben. Wir können heute unmöglich kirchlicher sein wollen] als der Papst und müssen deshalb die Verschiebung um 8 Tage als *quantité négligeable* betrachten. So haben auch die Chronologen, welche die Epoche des Dionys auch für eine neue Ära des Rückwärtszählens annahmen, es sich gefallen lassen, daß man ihnen die gemeinsame Epoche beider Ären vom 25. Dezember auf den 1. Januar verschob, und die benennende Ordinalzahl haben sie bei dem ungestörten größeren Stamm eines jeden Jahres gelassen. Übrigens war der Zeitpunkt von Christi Geburt dem Dionys weniger genau bekannt als uns, und wird wohl ganz genau überhaupt niemals bekannt werden. Sollte dies aber je geschehen, so wird doch niemand das jetzt in der Kulturwelt einheitliche Ziffernbild der Jahreszahlen verändern wollen, ebenso wenig wie man das jetzt bei allen Völkern (außer England) einheitliche Meter und Gramm aufgeben wird, wenn man die genaue Größe ermittelt haben, die es eigentlich seiner ursprünglichen Definition nach haben mußte. Noch dazu sind jene Definitionen nicht ganz bestimmend. So werden auch die Nivellements-Höhen der sicheren Punkte des festen Landes nicht jedesmal verändert, wenn man die mittlere Höhe des schwankenden Meeresspiegels aus fortgesetzten Beobachtungen genauer bestimmt. Statt dieses unsicheren Ausgangspunktes hat man ein festes Normal-Null auf dem Lande gesetzt. Zu diesem modernen Gedanken hat man sich bei der Zählung der Jahre *ab urbe condita* nicht erhoben, wo jedes sichere Ereignis der römischen Geschichte zwischen zwei Jahreszahlen hin- und herschwankte, die sich um 2 unterschieden, weil Cato und Varro für die Gründung der Stadt nicht denselben Zeitpunkt ermittelt hatten.

Dionysius hat nur einen glücklichen Keim gelegt, aus dem sich unsere jetzige einheitliche Zeitrechnung allmählich entwickelt hat, gelenkt durch neue hervortretende Bedürfnisse. Heutige Zeit- und Streitfragen können daher nicht durch Berufung auf einen angeblichen Standpunkt des Dionys entschieden werden.

Innerhalb des Jahres läßt sich ein Tag leicht durch seine Nummer bestimmen, da die Monate wegen ihrer ungleichen Länge nicht als kleineres Maß brauchbar sind. Sieht man von dem Schalttag ab, so hat das erste Vierteljahr 90 Tage, das zweite 91, das dritte 92 Tage, z. B. ist der 21. Juli, da $90 + 91 + 21 = 202$ ist, der 202. Tag des Jahres. So ist Kaiser Wilhelm I. geboren am 81. Tage des 1797. Jahres, gestorben am 68. Tage des 1888. Jahres (*anni millesimi octingentesimi octogesima octavi*). Will man hieraus die Lebenszeit finden, so schreiben viele Rechenlehrer (wie auch bei Berechnung der Ausleihefrist eines Kapitals) vor, die angegebenen Zahlen erst so umzuwandeln, daß sie die seit Chr. Geb. gemessenen Zeiträume oder Zeitstrecken darstellen. Am Todestage waren seit der Epoche wirklich verflossen 1887 Jahre 67 Tage, am Tage der Geburt 1796 Jahre 80 Tage. Durch Subtraktion

dieser Zeiten erhält man eine Lebensdauer von 90 Gemeinjahren 352 Tagen, wozu noch die 22 Schalttage (für solche Rechnungen natürlich 29. Februar) der Jahre 1804, 1808, . . . 1888 kommen. Das erreichte Alter beläuft sich also auf 91 Gemeinjahre 9 Tage, oder $33\ 224$ Tage = 4746 Wochen 2 Tage.

Wer oft derartige Rechnungen auszuführen hätte, würde es bald als eine ganz nutzlose, Irrtümer veranlassende Unbequemlichkeit empfinden, die im Datum gegebenen Zahlen für Jahr und Tag um 1 zu vermindern. Benutzt man die Zahlen genau mit den im Datum gegebenen Ziffern als Rechnungszahlen, so liefert die Subtraktion gleichfalls die gesuchte Zeitdauer. Warum? Weil auch jetzt die Zahlen Zeitstrecken angeben, gemessen von einer festen Epoche, nur nicht von der des Dionysius, sondern von einer fingierten Epoche, die 1 Jahr und 1 Tag vor der seinigen liegt.

Die Notwendigkeit, diese fingierte Epoche einzuführen, ergibt sich unumstößlich, wenn man eine Zeitangabe betrachtet, in der neben Jahren und Tagen noch Stunden und Minuten vorkommen. Ein Ereignis habe stattgefunden 1871 Jan. 18, 12^h 30^m, d. h. nach der Deutung der Historiker, die eine moderne Datierung wie eine aus dem Mittelalter stammende interpretieren, am 18. Tage des 1871. Jahres, als seit Beginn dieses Tages 12^h 30^m verflossen waren. Dies ist eine monströse Zahlenzusammenstellung, beginnend mit Ordinalzahlen, dann überspringend in Kardinalzahlen. Natürlich kann ein Maßstab nicht in den kleinen Teilen, z. B. dm, cm, mm, die Zahlen 0, 1, . . . an den Teilstrichen tragen, in seinen größeren Abschnitten aber den einzelnen Teilen, z. B. Metern, selbst die Namen, erstes Meter, zweites Meter, beilegen. Dafs nun jemals der zweite Teil jenes Ungetüms, die 12^h 30^m, dem Anfang zu Liebe aus einer Messung in eine Zählung zurückverwandelt wird, ist unmöglich. Also muß der die Jahre und Tage enthaltende Anfang sich dem Ende accommodieren. Dadurch gelangt der im Zuge der Zeit liegende Übergang vom Zählen zum Messen auch für die Zeit zum Abschluss, zu dem er für die Längenmessung längst gekommen ist.

Wie sollte dieser Übergang inszeniert werden, wenn etwa jemand daran zweifelte, dafs er schon stattgefunden hat? Würde es etwa nötig sein, nach internationalen Vereinbarungen alles Volk zu veranlassen, etwa am 5. Januar 1901, d. i. nach historischer Deutung am 5. Tage des 1901. Jahres seit Christi Geburt, dieses Datum umzuschreiben in 1900^a 4^d, weil seit der Epoche des Dionysius eine Zeitstrecke von 1900 Jahren 4 Tagen vergangen sei? So gewalthätig verfuhr man — sehr unbesonnener Weise — nach dem Jahre 1582, als dekretiert wurde, statt des 5. Oktober zu schreiben 15. Oktober, und die Vernunft war damals bei den Bauern, welche wohl einsahen, welches Gut eine über den Erdball und durch alle Zeiten ausgebreitete gleichmäßige Zählung der Zeit wäre, und die deshalb die ausgelassenen Tage zurückverlangten. Heute würden sie umgekehrt 1 Jahr und 1 Tag hinzubekommen. Man wird aber keine Beschlüsse zu fassen brauchen. Die Änderung ist bereits geschehen. Still-schweigend ist in der Schrift jedes Zeichen weggefallen, das auf Ordinalzahlen hinweist. In den Sprachen haben die Jahreszahlen ihre langen Endungen verloren, die Tage tragen im Deutschen, wenigstens in feierlichem Stil (nicht in kaufmännischer Correspondenz, wo man liest, wie geschrieben steht, 1871 Januar 18), noch ihre Endungen, im Französischen gelten bis auf ein paar Ausnahmen auch hier die Kardinalzahlen. Damit ist im Denken und Empfinden der Kulturmenschheit an Stelle der früheren „Epoche“ die neue fingierte getreten, die Zahlen der Jahre und Tage haben ihre Ziffern behalten, aber ihren Charakter verloren. Umgekehrt haben, schon früher, die Stunden und Minuten ihre Ziffern geändert, und die für sie giltige Epoche (Mitternacht), weil sie natürlich war, ist geblieben.

Im Mittelalter hatte man wirklich so viel Zeit, bei Datierungen den Jahren ihre langen lateinischen Namen zu geben. Heute bei der außerordentlichen Menge von Schriftstücken, Rechnungen, Zeitungen, Briefen, ist es längst nicht mehr möglich, so lange Datierungen zu schreiben, oder wenn sie so lang gedruckt wären, sie zu lesen.

Wen sein Bildungsgang durch eine lateinische Schule hindurchgeführt hat, der hat bei der Einübung der Numeralia erfahren, daß „Im Jahre 1818“ durch die schweren Zahlen mit den langen Endungen übersetzt werden muß, daß es also „logisch“ das 1818. Jahr ist, wofür man ja auch Belege aus dem Mittelalter anführen kann. Hieran wurde dann angeknüpft, um — vor etlichen Jahrzehnten — immer den Schülern ganz klar zu beweisen, daß ein Jahrhundert erst vorüber sei am Ende des Jahres 1900 oder 1800, seltsamerweise habe es aber um das Jahr 1800 Personen gegeben, die eine so einfache Frage falsch beantwortet hätten. Jetzt nun, wo die Gelegenheit da ist, den Spruch „non scholae sed vitae discimus“ zu bewähren, zeigt sich eine allgemeine Fahnenflucht der Gebildeten, alle schicken sich an, den 1. Januar 1900 zu feiern, die Gelehrten geben zu, daß ihre Entscheidung — obwohl richtig — dem natürlichen Empfinden widerspreche. Unseres Erachtens ist hier das Volk im Recht, die sog. gelehrte Ansicht sucht vergeblich eine abgestorbene Antiquität lebendig zu erhalten⁴⁾. Denn wenn jemand, ohne das oben erwähnte Bruchstück klassischer Bildung, sich im modernen Leben zurechtzufinden sucht, so wird er bald finden, wie er sich zu verhalten hat, um mit einem Zuge mitzukommen, der laut Fahrplan um 12^h 30^m abfährt. Er wird daraus schließen, daß 12^h 30^m die Zeitstrecke von Mitternacht (der Epoche) an bis zu dem Ereignis bedeutet. Analog wird er seine Auffassung einer Zeitangabe auch bei größeren Zeiträumen ausbilden, und wenn ihm etwa 1871 Jan 18, 12^h 30^m entgegentritt, oder besser 1871^a 18^d 12^h 30^m, so wird er sich in die Anschauung hineinleben, es sei seit einer gewissen Epoche diese Zeit abgelaufen. Dementsprechend wird er am Ende des Jahres 1899 das Jahrhundert für vollendet erachten. Seine „Epoche“ ist aber nicht mehr die mittelalterliche des Dionysius, sondern die für moderne Auffassung modifizierte, 1 Jahr 1 Tag früher liegende.

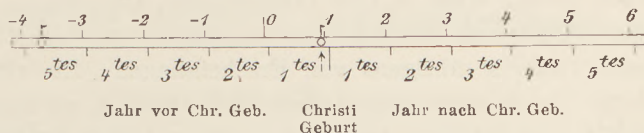
Wer noch, auf historischer Grundlage, den Anfang des obigen Datums mit der Epoche des Dionysius als 18. Tag im 1871. Jahre auffaßt, wird die Mängel seines Standpunktes erkennen, wenn er versucht, die variable Zeit auf einer geraden Linie graphisch so darzustellen, daß man zu jeder Zeitangabe leicht den entsprechenden geometrischen Punkt ohne Umrechnungen finden kann. So denkt sich z. B. LAMBERT für seine Finsternis-Tafel die Jahre, z. B. das 1870., 1871. . . . auf einer Abscissenachse an einander gereiht, jedes in 365 oder 366 Tage eingeteilt, welche dann noch in Stunden zerlegt werden können. Wegen der außerordentlichen Länge der Figur zerlegt er sie in Sektionen, die untereinander gezeichnet werden, und deutet dann die Zeitpunkte mittleren Neu- und Vollmondes, ferner der Durchgänge des Mondes durch die Knoten an⁵⁾. Hier wird es nun erforderlich, den Jahresstrecken, den Tagesstrecken in voller Ausdehnung deren Namen zuzuschreiben, wie bei dem oben erwähnten Klettergerüst, die Stunden werden dagegen durch 0, 1, 2, . . . 24 an den Teilstrichen bezeichnet. Hat man dagegen die Vorstellung der fingierten Epoche, so stellt die Abscissenachse durchgehend einen rationell bezifferten Maßstab dar.

⁴⁾ Auch Kewitsch vertritt diesen Standpunkt in Hoffmanns Zeitschrift für den math. und naturw. Unterricht, XXX, S. 487. Doch scheint sein Artikel beim Setzen etwas in Unordnung geraten zu sein.

⁵⁾ Siehe diese Zeitschrift VII, S. 54.

Im Berliner astronomischen Jahrbuch ist die schnell wechselnde Stellung des Mondes nicht nur für den Mittag jeden Tages, den bei den Astronomen immer noch üblichen Anfang, sondern auch für Mitternacht angegeben. Dabei steht als angeblich unzweideutiges, nicht näher erklärtes Argument z. B. 1871 Jan. 18,0, Jan. 18,5 Deutet man das letztere als denjenigen Zeitpunkt, wo am 18. Januar der Bruchteil 0,5 des genannten Tages vergangen ist, so wäre hier in einer Dezimalzahl der Anfang als Ordinalzahl, das Ende als Angabe einer Messung, also als Kardinalzahl zu betrachten. Die Zahl wäre in sich heterogen. Denkt man aber an die fingierte Epoche, von der ab außer 1871 Jahren noch 18,0 oder 18,5 Tage verflossen seien, so wird die Anhängung der Dezimalstellen sofort richtig verstanden. Vielleicht hat man auch die Funktion „Anfang des x . Tages“ von $x = 18$ bis $x = 19$ etwas gewalt-samer Weise interpoliert. Ein lateinisch gebildeter Leser würde, wenn er aus den angehängten Dezimalen ersehen hat, daß es sich bei 18,5 nicht um eine Zählung handeln könne, auf die falsche Deutung geführt, daß seit der Epoche 18,5 Tage vergangen seien, also der 19. Januar Mitternacht gemeint sei. Welche Deutung die Ver-fasser wünschen, läßt sich nur mit Hilfe der Beobachtung oder durch Vergleichung des Sonnen- und des Mondortes für den Zeitpunkt einer angeblich stattfindenden Finsternis feststellen.

Durch Messung der Zeitstrecke von der fingierten Epoche (0) aus kann man nicht nur Zeitpunkte der Zeit nach Chr. festlegen, sondern auch solche der alten Geschichte. Die Abscissen würden dann negativ sein, z. B. $x = -3^a 300^d$. Aber diese der analytischen Geometrie entlehnte Darstellungsart ist hier nicht sach-gemäß, sie würde verlangen, daß man die Tage der Jahre des Altertums vom Ende zum Anfang numerierte, während doch damals die Reihenfolge der Monate und die natürliche Folge der Tage, wie heute, dem Lauf der Zeit entsprach. Deshalb hat man die Abscisse umzuwandeln in $x = -4^a + 66^d$. Das ist dasselbe Verfahren, welches für die Logarithmen nicht nur üblich, sondern notwendig ist, und welches nicht etwa eine besondere Eigenschaft der Briggischen Logarithmen darstellt. Die Zahl der Jahre entspricht der Charakteristik, die der Tage ist die Mantisse⁶⁾, Zugabe, deren Wesen ist, stets positiv zu sein. Die Länge des Jahres entspricht der Einheit der Charakteristik, nämlich dem Logarithmus von 10.



Kehrt, ein Jahr lang, bei allen Zeitangaben immer dieselbe Charakteristik wieder, z. B. $1871^a 18^d$, $1871^a 66^d$, $1871^a 360^d$, so wird man diesem Jahr den Namen 1871 geben, wie üblich. Ebenso wird man das Jahr mit der Charakteristik (-4) , in dem also die Zeitpunkte $-4^a + 18^d$, $-4^a + 66^d$ etc. liegen, das Jahr (-4) nennen. Es fällt nach beistehender Figur zusammen mit dem Jahre, welches die Chronologen als 5. Jahr vor Christi Geburt bezeichnen. Das Kennzeichen eines Schaltjahres ist auch vor Chr. Geb., daß seine Charakteristik durch 4 teilbar ist. Da die Skalen der Jahre vor und der Jahre nach Christi Geburt incohärent sind, so können die Chronologen nur mit Vorsicht den Abstand zweier in jenen liegender Zeitpunkte richtig

⁶⁾ Es scheint immer noch unbekannt zu sein, welcher Mathematiker zuerst das Wort Mantisse angewandt hat. Vergl. Koppe, Logarithmen und Sinus, Progr. d. Andreas-Real-Gymn, Berlin 1893, S. 31.

finden. Sie haben ein besseres Mittel erfunden, das Negative, welches sich allerdings beim Zählen schwieriger als beim Messen einführen läßt, zu umgehen. Sie haben, wie Fahrenheit zur Vermeidung negativer Grade den Nullpunkt seines Thermometers tief hinabrückte, den Anfang einer sog. Julianischen Periode in eine graue Vorzeit verlegt, bis wohin die Geschichte nicht reicht, und gewinnen so für alle Tage der bekannten Geschichte eine fortlaufende Zählung, die zu Rechnungen geeignet ist. Das nächste Jahr ist das 6613. dieser Periode, der 1. Januar der 2415 021. Tag. Die Einführung dieser Periode durch Scaliger soll zuerst Licht in der Chronologie verbreitet haben.

Glücklicherweise hat sich eine überflüssige Ausdehnung des Zählens statt des Messens, die neuerer Zeit angehört, noch nicht so allgemein verbreitet, daß man auf sie bei Interpretation eines Datums Rücksicht zu nehmen hätte. Es ist Mode geworden, Jahrhunderte zusammenzufassen, als ob sie in sich abgeschlossene, voneinander verschiedene Individua wären, und sie von Christi Geburt an als 1., 2. u. s. w., unser jetzt bald abgeschlossenes als 19. zu bezeichnen. Das ist eine gelehrte, dem allgemeinen Empfinden widersprechende Bezeichnungsweise, da sie im Widerspruch zu dem Ziffernbilde aller darunter begriffenen einzelnen Jahreszahlen steht. Was unter dem 19. Jahrhundert verstanden werden soll, weiß ja schließlicj jeder Gebildete, für andere Zahlen muß er es sich jedesmal, nicht ohne Irrungen, erst ausrechnen. In einer Radfahr-Zeitung stand kürzlich, im Jahre 2000 würde ein neues, in London ausgestelltes Fahrrad den Markt beherrschen, welches einen Berg frei herabfahren könne, während die Pedale stillständen. Gemeint war nicht das Zukunftsjaht Bellamy's, sondern der Anfang des 20. Jahrhunderts, also das nächste Jahr. Wäre es jetzt schon allgemeiner Brauch, nicht von unserem 1899. Jahre, sondern von dem 99. Jahre des 19. Säculums zu reden und es so zu schreiben, so hätte ich im obigen die fingierte Epoche nicht nur um 1 Jahr und 1 Tag, sondern noch um 1 Jahrhundert vor die Epoche des Dionysius hinaufrücken müssen, was sehr zu bedauern gewesen wäre. Diese Bezeichnung der Jahrtausends ist ein Rückfall in den veralteten Brauch des Zählens gerade bei den Einheiten, die erst in neuer Zeit überschaut und zusammengefaßt sind. Viel angenehmer würde der von Kewitsch vorgeschlagene Name: Jahrhundert „18“ für unser Jahrhundert sein, entsprechend dem beständig wiederkehrenden Vordruck 18 auf allen in ihm ausgegebenen Quittungen. Ähnlich hätten die Italiener, unter Weglassung des Jahrtausends, mit *cinque cento* die Zeit von 1500 bis 1599 bezeichnet. Mir ist übrigens von Erscheinungen, die wirklich das Ende unseres Jahrhunderts (*fin de siècle*) dem Anfang des nächsten als anders geartet entgegenstellten, nur die eine bekannt, daß in den letzten Jahren Frühlingsanfang meist am 20. März war, nächstens aber wieder auf den 21. März rücken wird.

Werden, wie es heute notwendig, die Zeitpunkte durch Messung der Zeitstrecken bestimmt, so hat man bei Einführung neuer Zwischeneinheiten nicht zu besorgen, daß das Ziffernbild sich ändert. Wenn 1899 Jahre 5 Tage seit der fingierten Epoche verfließen sind, so sind auch 18 Saecula 99 Jahre, oder 1 Jahrtausend 8 Jahrhunderte 9 Jahrzehnte 9 Jahre vergangen. Beim Zählen bewirkt dagegen jede Neueinführung eine Änderung gewohnter Ziffern, wir leben z. B. im 19. Jahrhundert im 99. Jahr oder im 9. Jahre des 10. Jahrzehnts, des 9. Jahrhunderts, des 2. Jahrtausends. Für die Jahrtausende und Jahrzehnte ist diese Zählung noch ungewöhnlich. Daß wir im 2. Jahrtausend leben, daß der dänische Krieg in das 7. Jahrzehnt fiel, wird manchen überraschen. Im letzten Falle spricht man vielmehr allgemein von den „60er“ Jahren.

Ein weiteres Beispiel der Verwirrung, die über den Unterschied von Zählen und Messen besteht, findet man in geographischen Lehrbüchern⁷⁾. Nansen ist bis zu einem Punkt von $86^{\circ} 14'$ nördl. Br. vorgedrungen, statt dessen liest man, er habe den 86. Breitengrad erreicht. Wird eine leere Kugelfläche mit dem Äquator und dem von Pol zu Pol (P, P') reichenden Meridian von Greenwich versehen, die sich in A schneiden, so kann man jeden Punkt nach geographischer Länge und Breite leicht eintragen. Die Länge wird vom Hauptmeridian aus nicht gezählt, sondern gemessen und kann auf dem Äquator von A bis B abgetragen werden, die Breite wird vom Äquator aus nicht gezählt, sondern gemessen und kann auf dem Meridian BP abgetragen werden. Für die Ausführung braucht man ein Bandmaß, auf dem die Länge des Meridians PAP' in 180 Teile zerlegt ist. Sollen viele Punkte aufgetragen werden, so versieht man zur Bequemlichkeit den Globus mit einem Netz von Meridianen und Parallelkreisen (nicht Breitenkreisen, nicht Längenkreisen, noch weniger Breitengraden, Längengraden), z. B. von Grad zu Grad. Dann kann man leicht die Masche finden, in die ein nach Länge und Breite gegebener Ort fällt, und ihn schätzungsweise einzeichnen. Das Netz ist aber nicht die Hauptsache. Man kann nicht die Länge und Breite eines Punktes nach der Zahl der überschrittenen Netzlinien zählen. Die Nummern würden sich sofort ändern, wenn man die Linien enger, z. B. von Minute zu Minute zöge. Die Netzlinien sind nur ein Anhalt für die Messungen, wie die Meilensteine auf der Chaussee. Stellt man auf einer Karte ein Land dar, welches nicht bis zum Äquator und Meridian von Greenwich reicht, so erfüllen einige mitgezeichnete Meridiane und Parallelkreise durch die ihnen beigeschriebene Länge und Breite den Zweck, die Karte auf einem Globus von passender Größe richtig zu orientieren.

KIRCHHOFF, der eine Zählung der Breiten- und Längengrade als gegeben und zu Recht bestehend ansieht, sucht dieser einen Sinn unterzulegen, wonach jene als Zonen resp. Kalotten, diese als Kugelzweiecke erscheinen, und Berlin auf dem 53. Breitengrad läge. Doch bleibt diese Theorie unfruchtbar. Wo er die geographischen Koordinaten einiger Punkte angiebt, thut er es doch in der Weise, daß er Berlin eine Breite von $52^{\circ} 30'$ beilegt, den Begriff also so anwendet, wie es schon PTOLEMAEUS in seiner Geographie gethan hat.

Verbesserungen am Reflexions- und Lichtbrechungs-Apparat.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Der in dieser Zeitschrift (*IX* 20) beschriebene Lichtbrechungs-Apparat ist, wie a. a. O. angegeben, eine Modifikation der Apparate von ROSENBERG und SZYMAŃSKI, und sollte insbesondere das Sinusgesetz veranschaulichen. Daher hielt ich auch eine Gradteilung für überflüssig und störend, indem sie doch nur außerhalb des aus quadriertem Millimeterpapier hergestellten Kreises hätte angebracht werden können, wodurch der Raum für die Ziffern¹⁾ sehr beschränkt worden wäre. Beim Gebrauche des Apparates zeigte sich aber, daß — bei richtiger Einstellung der Glaskörper — durch Anwendung feiner Lichtlinien die Ablesungen weit genauer gemacht werden konnten, als ich vorausgesetzt hatte. Daher erschien es doch wünschenswert, für gewisse

⁷⁾ S. diese Zeitschrift X, S. 134.

¹⁾ In dem erwähnten Aufsatz (d. Zeitschr. IX, S. 23, Z. 20 s. o.) ist durch ein Versehen eine fehlerhafte Angabe gemacht. Die Ziffern (s. daselbst Fig. 1) geben die Länge der Sinuslinien in Centimetern an, also ist der Radius = 10 cm (statt 100 mm) zu setzen.

Versuche (Minimum der Ablenkung beim Prisma, Grenzwinkel der totalen Reflexion u. a.) eine Gradskala anbringen zu können. Das kann nun in folgender einfacher Weise geschehen.

Aus starkem, weißem Bristolkarton schneidet man eine Kreisscheibe aus, deren Halbmesser 115 mm beträgt (d. h. um 5 mm weniger, als der Halbmesser der Glas-scheibe), zieht einen konzentrischen Kreis von 100 mm und einen zweiten von 102 mm Halbmesser. Auf letzterem wird die Gradteilung angebracht. Hierbei empfiehlt es sich, jeden fünften Teilstrich auch nach innen (um 1 mm) länger zu ziehen (vergl. Fig. 1), da dadurch die Ablesung erleichtert wird. Statt der Ziffern habe ich bei jedem zehnten Teilstrich einen spitzwinkligen Rhombus gezeichnet. Diese Rhomben sind

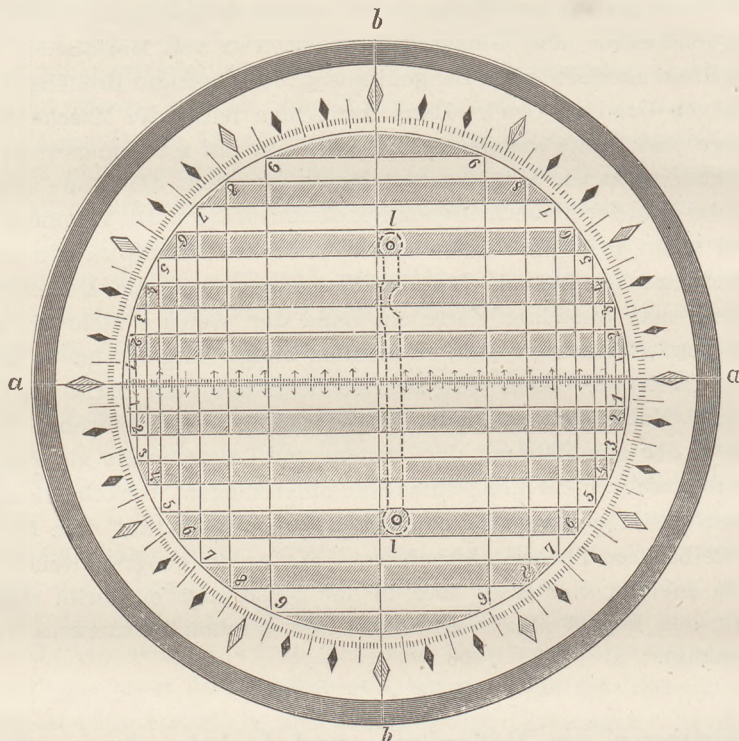


Fig. 1. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.

bei 300° , 0° , 60° , 90° etwas größer und rot, die übrigen schwarz bemalt. Die Teilung von 10 zu 10 Grad ist weithin sichtbar, sodass Schüler bei einiger Übung von den letzten Plätzen aus die einzelnen Grade abschätzen können. Zwei senkrechte Durchmesser (aa und bb , Fig. 1) sind bis zum Rande der Scheibe ausgezogen. Sie dienen beim Anpassen der Kartonscheibe als Leitlinien (s. w. u.).

Um diese Scheibe gleichzeitig zur Ablesung der Sinus geeignet zu machen, sind in dem inneren Kreise ($r = 10$ cm) parallele Sehnen in Abständen von je 1 cm gezogen und die Sinuslinien hinzugefügt. Die in Fig. 1 angebrachten Ziffern (s. d. Fußnote 1) können auch fortbleiben, wenn man die Linien, welche die Punkte 3—3, 6—6, 9—9 verbinden, rot, die übrigen schwarz macht, und die (Fig. 1) hellschraffierten Streifen blafsblau bemalt²⁾.

²⁾ Etwa mit Kobalt. Die andern von mir benutzten Farben sind: Karmin 2 und Tusche oder Elfenbeinschwarz von Anreiter in Wien. Bei der Ausführung ziehe man zunächst alle Linien mit der Bleifeder, bemale die parallelen Streifen und ziehe, nach völligem Trocknen, die Linien mit der Reissfeder nach.

Das Anpassen der fertigen Scheibe kann in folgender Weise geschehen. Man entfernt den Bügel, welcher die Glaskörper hält (Fig. 2), indem man die Schraubmuttern an der Hinterseite löst, die Spiralfedern ff abnimmt und den Bügel vorsichtig herauszieht. Die Glasscheibe hat zwei senkrechte eingeritzte geschwärzte Linien³⁾ (vergl. d. Zeitschrift, IX 21). Nun legt man — während die Glasscheibe auf ihrem Gestell ruht — die Kartonscheibe so auf die Glasscheibe, daß die Durchmesser (aa , bb , Fig. 1) mit den Durchmessern der Glasscheibe (die um 5 mm vorragt) zusammenfallen. Nun nimmt man einen feinen Pinsel, der mit etwas Tusche versehen ist, und schiebt ihn von der hinteren Seite in die Öffnungen (ll , Fig. 1) für die Stahlstäbchen des Bügels, bis er die Hinterseite des Kartons erreicht. Dreht man nun den Pinsel mit leichtem Druck einige Male hin und her, so entsteht auf dem Karton ein Fleck von der Größe der Öffnung. Diese Stellen werden durchlocht, etwa mit einem spitzen scharfen Federmesser, indem man durch Stechen, die Contur herauschneidet.

Das Aufsetzen der Kartonscheibe ist sehr einfach. Zuerst schiebt man die Stahlstäbchen des Bügels durch die Löcher des Kartons, dann durch die der Glasscheibe, setzt die Spiralfedern auf und schraubt die Mutter an.

Um die Brennweite der gebrauchten Cylinderlinsen, resp. Cylinderspiegel zu bestimmen, ist der Durchmesser des inneren Kreises, welcher der optischen Achse entspricht, in 200 mm (also der Halbmesser in 100 mm) geteilt. Durch Anwendung eines roten und eines blauen Glases läßt sich dann die Differenz der Brennweiten der Linsen für beide Arten von Strahlen sehr anschaulich vorführen. — Beim Nichtgebrauch ist die Kartonscheibe vor Staub und Licht geschützt aufzubewahren.

Daß man mit einem ebenen Spiegel an diesem Apparat sehr bequem das Reflexionsgesetz demonstrieren kann, hat Rosenberg gezeigt (d. Zeitschr. IX 22), doch ist es besser, den Spiegel nicht an den Halbcylinder, sondern an einem passendem Stück Kork oder Holz zu befestigen, da der Glaskörper dabei leiden kann. Ebenso kann man cylindrische Spiegel verwenden (Fig. 3). Geschliffene sind sehr teuer, doch habe ich recht gute erhalten, indem ich aus dem dünnwandigen Glase, welches zum Bedecken von kleinen Tischuhren u. s. w. dient, von dem unteren, cylindrischen Teile, einen Ring von 2,5 cm Höhe abschneiden, in 3 Teile zerschneiden und, nach dem Abschleifen der Ränder, versilbern liefs. Meine Spiegel haben einen Krümmungsradius von ca. 8 cm, die Apertur beträgt etwa ebensoviel. Der Hohlspiegel zeigt sehr schön die Katakaustik und — besonders deutlich auf der

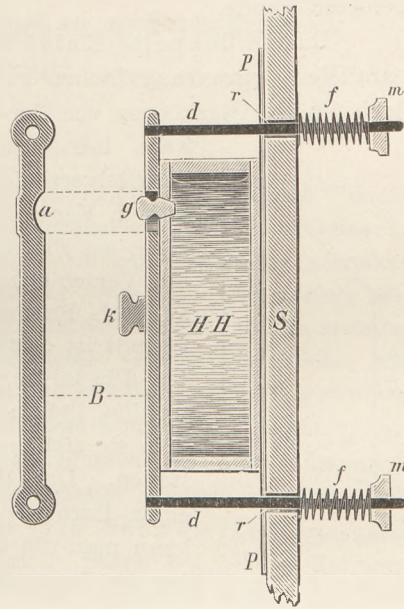


Fig. 2. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

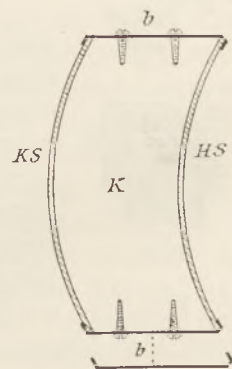
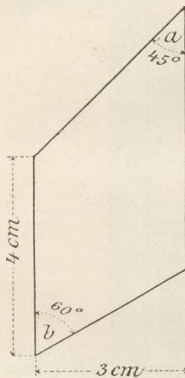


Fig. 3. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

³⁾ Diese auf der Glasscheibe angebrachten Linien sind sehr wichtig, da man nur mit ihrer Hilfe eine durch Zufall verdorbene, aufgeklebte Scheibe durch eine andere ersetzen, d. h. diese richtig zentrieren kann.

photographischen Aufnahme⁴⁾ — die Brennlinien zweiter Ordnung. Zur Bequemlichkeit kann man den Hohlspiegel mit dem Convexspiegel zusammen an einem Kork- oder Holzstück befestigen (Fig. 2), indem man an den Seiten passend gebogene Streifen aus dünnem Blech anschraubt. Das Einstellen der Glaskörper geschieht am leichtesten wenn man die Glasscheibe vom Gestell abnimmt, mit der Rückseite in horizontaler Lage auf den Tisch stützt und sanft drückt, bis der Bügel genügend weit vorgeschoben ist. Hat der Glaskörper die richtige Lage, so hebt man die Scheibe (immer in horizontaler Stellung) langsam auf. Man fasse dabei die Glasscheibe nur am unbelegten Rande.

Um die doppelte Knickung des Lichtstrahles in einem Körper mit planparallelen Begrenzungsflächen zu zeigen, kann man sich eines Glaswürfels bedienen, doch ist ein Glaskörper von der Form Fig. 4 vorzuziehen (Dicke 20—25 mm). Man

Fig. 4. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

kann hier den Strahl recht schief auffallen lassen, wodurch die Parallelverschiebung des austretenden Strahles stärker wird. Bei diesem Versuche lasse man den eintretenden Strahl entlang der Linie *a a* Fig. 1 gleiten und stelle den Glaskörper schief ein, sodass die Verschiebung ein Maximum wird. Dieser Glaskörper leistet auch als Prisma von 45° und 60° gute Dienste. Aus Flintglas hergestellt ist er zwar bedeutend teurer, erspart aber ein Extraprisma.

Die Gitter, welche bei verschiedenen Versuchen gebraucht werden, liefern die Mechaniker aus geschwärztem Blech, doch kann man sie sich auch leicht aus schwarzem Bristolkarton selbst herstellen. Der Halter für den verstellbaren Spalt (*A* Fig. 5) hat einen Dorn (*d*) mit einer Schraubenmutter *M*. Löst man diese, so kann man die Gitter leicht aufsetzen, indem man den Ausschnitt *a* (s. *B* u. *C* Fig. 5) über den Dorn schiebt und die Mutter anzieht. Der Bügel *b* (Fig. 5, *A*) ist aus schmalem Stahlblech gefertigt und an den beiden umgebogenen Enden angeschraubt. Er gestattet eine kleine Neigung des Halters, wodurch die Einstellung des Spaltes oder der Gitter bequemer ist, da man sehr kleine Verschiebungen der Lichtlinie vornehmen kann.

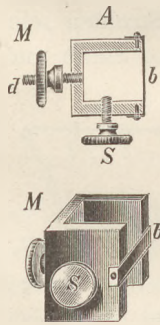


Fig. 5 A.

Ich verwende hauptsächlich 2 Gitter. Das eine (*B*, Fig. 5) hat 9 Spalten von 40 mm Länge und 4 mm Höhe. Die Lücken sind ebenfalls je 4 mm hoch. Der Diaphragmenschirm (d. Zeitschr. IX S. 21, Fig. 2) hat oben eine Öffnung von 10 cm Höhe. Vermittelt der Schieber lassen sich leicht die etwa störenden Spalten des Gitters abblenden. Das zweite Gitter (*C*, Fig. 5) hat

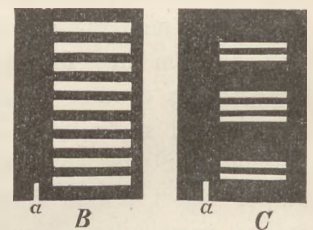


Fig. 5. B, C.

eine Spalthöhe von 3 mm. Es dient zum Nachweis der stärkeren Brechung der Randstrahlen an Linsen und leistet auch beim Hohlspiegel gute Dienste. Der Abstand der

⁴⁾ Da die reflektierten Strahlen lichtschwächer sind, als die direkt auffallenden, so muß man bei der photographischen Aufnahme den Diaphragmenschirm (d. Z. IX 21, Fig. 2), dessen obere Schieber natürlich genügend weit zurückgeschoben sind, anfangs so stellen, daß nur die reflektierten Strahlen das Papier streifen. Nachdem man $\frac{1}{2}$ Min. exponiert hat, schiebt man den Schirm weiter zurück, daß auch die direkten Strahlen vom Gitter die Papierfläche treffen, und exponiert noch 1 Minute, Sonnenschein und ein nicht verdunkeltes Zimmer vorausgesetzt. (Objektiv: Anastigmat von Zeiss, $f = 170$ mm, Diaphragma 10 mm).

äußeren Spalten von den mittleren richtet sich natürlich nach der Größe der Linsen, resp. des Hohlspiegels. Ein drittes Gitter, das besonders gut die Katakaustik zeigt (s. o.), hat 21 Spalten von je 2 mm Höhe (gleich den Lücken) und 40 mm Länge.

Dieser Reflexions- und Lichtbrechungs-Apparat wird hergestellt und auch einzelne Teile werden geliefert von Ferdinand Ernecke (Berlin), Max Kohl, sowie G. Lorenz (Chemnitz), E. Leybold's Nachfolger (Köln a. Rh.), Johann Urlaub (St. Petersburg) und Tryndin & Söhne (Moskau)⁵.

Der Schwefelkohlenstoff im physikalischen und chemischen Experimentalunterricht.

Von

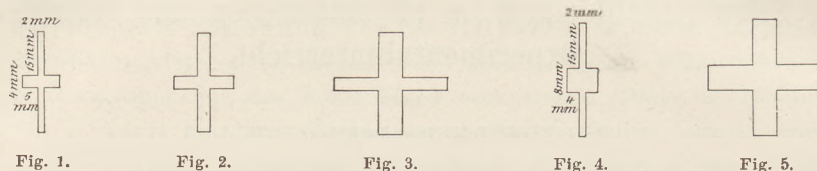
Prof. Friedrich Brandstätter in Pilsen.

Der Schwefelkohlenstoff spielt im Experimentalunterricht der Physik und Chemie eine große Rolle. Die Reihe seiner merkwürdigen Eigenschaften bietet viele Gelegenheiten und Anknüpfungspunkte zur experimentellen Vorführung wichtiger physikalischer und chemischer Erscheinungen dar, die dann zur lehrreichen Erörterung allgemeiner Grundsätze der Naturlehre dienen können. Dabei lassen sich die meisten Versuche, zu denen das Studium des Schwefelkohlenstoffes Veranlassung giebt, mit einfachen Mitteln ausführen, und bei einiger Vorsicht und zweckdienlicher Anordnung werden auch die Gefahren seiner Handhabung, wie Giftigkeit, Feuergefährlichkeit u. dgl. auf das geringste Maß beschränkt bleiben. Im Nachfolgenden soll eine kurze Anleitung zu den wichtigsten Versuchen mit Schwefelkohlenstoff gegeben werden.

1. Glanz und Lichtbrechungsvermögen des Schwefelkohlenstoffes. Beide sind bekanntlich von außergewöhnlicher Stärke. Schon bei bloßer Betrachtung einer mit Schwefelkohlenstoff gefüllten Flasche neben einer mit Wasser gefüllten kann der Schüler den großen Unterschied merken und an den lebhaften, regenbogenfarbigen Reflexen, welche jene an vielen Stellen zeigt, das mit der starken Brechung einhergehende hohe Zerstreuungsvermögen des Schwefelkohlenstoffes für Lichtstrahlen erkennen. Einfach und überzeugend wird dies im Vergleich mit Wasser viel bedeutendere Lichtbrechungsvermögen des Schwefelkohlenstoffes in folgender Weise festgestellt. Man nehme zwei gleich große und gleich geformte cylindrische Fläschchen, am einfachsten farblose Medicingläser, die etwa 35 mm Durchmesser und bis zum Halse 65 mm Höhe haben, also beiläufig 50 ccm Rauminhalt fassen. An eine Stelle der möglichst genau cylindrischen Seitenwand beider Fläschchen, gleich weit von Hals und Boden entfernt, klebe man je ein gleich großes, aus schwarzem Glanzpapier sorgfältig ausgeschnittenes Kreuz, dessen Form und Größenverhältnisse in Fig. 1 angedeutet sind, so auf, daß der 2 mm breite Schenkel vertikal, also in der Richtung der Flaschenachse, der 4 mm breite Schenkel horizontal, also quer zur Wölbung gerichtet ist. Nun wird die eine Flasche mit destilliertem Wasser, die andere mit Schwefelkohlenstoff gefüllt und die Kreuze durch die Flüssigkeitsschichten gegen das Licht zu, 15 cm vom Auge entfernt, betrachtet. Da sich infolge der Wölbung die Lichtbrechung nur in horizontaler Richtung für das Auge bemerkbar macht, wird der

⁵ Der Preis des Apparates stellt sich nach dem neuesten Verzeichnis von Max Kohl mit allen genannten Utensilien auf M. 180, und, einfacher zusammengestellt, auf M. 120 (mit nur 2 Diaphragmen, ohne Cylinder-Linsen und -Spiegel, sowie ohne den Glaskörper (Fig. 4), aber mit 2 Halbcylindern (einem massiven und einem hohlen), nebst Prisma, Würfel und Planspiegel).

vertikale Arm des Kreuzes zwar von gleicher Länge, aber verbreitert, der horizontale Arm gleichbreit, aber in der Querrichtung verlängert erscheinen. Die entsprechenden Änderungen sind beim Schwefelkohlenstoff auffallend gröfser — beim Einhalten der angegebenen Gröfsenverhältnisse doppelt so stark — als beim Wasser. Der 2 mm breite Längsarm des Kreuzes wird durch die Brechung der Lichtstrahlen im Wasser 4 mm, so breit wie der in seiner Breite unverändert gebliebene Querarm, durch jene im Schwefelkohlenstoff 8 mm, also doppelt so breit wie der Querarm. Dementsprechend verlängert sich auch dieser in horizontaler Richtung mehr oder minder. Die Figuren 2 und 3 zeigen die so gewonnenen Ansichten der Kreuze, wobei



der Schüler durch bequemen Vergleich die entsprechenden, durch die Brechung in beiden Flüssigkeiten hervorgerufenen Gröfsenänderungen abschätzen lernt. Ich empfehle noch folgenden Versuch. Man schneide aus dem schwarzen Glanzpapier noch ein Kreuz von der in Fig. 4 angegebenen Form und Gröfse, klebe es wie vorhin an die Seitenwand eines dritten Fläschchens und fülle dieses mit Schwefelkohlenstoff. Durch diesen betrachtet, erscheint das so stark deformierte Kreuz ganz regelmäfsig, wie es Fig. 5 darstellt. Der schmale und lange vertikale Kreuzesarm, sowie der breite und kurze horizontale Arm erscheinen gleich lang und breit.

Dafs man den Schwefelkohlenstoff wegen seines starken Lichtbrechungsvermögens zum Füllen optischer Prismen benutzt, ist bekannt.

2. Unlöslichkeit im Wasser, Dichte und Dichtenbestimmung des Schwefelkohlenstoffs. Da der Schwefelkohlenstoff im Wasser so gut wie unlöslich ist und eine gröfsere Dichte (1,27) als Wasser besitzt, so nimmt er neben diesem im Probierröhrchen — durch Rotfärbung mit Jod besser kenntlich gemacht — nach dem Schütteln stets die tiefste Stelle ein. Seine Dichte wird experimentell sehr einfach und für den Unterrichtszweck hinreichend genau in folgender Art bestimmt: Ein U-förmig gekrümmtes Glasrohr von 60—70 cm Gesamtlänge und 5 mm Weite wird etwa zur Hälfte mit durch eine Spur Jod rotgefärbtem Schwefelkohlenstoff gefüllt. Dieser steht in beiden Schenkeln des Rohres gleich hoch. Nun wird in einem der Schenkel destilliertes Wasser mittels Spritzflasche so lange zugegeben, bis das Niveau desselben nahe an das Schenkelende reicht. Der Schwefelkohlenstoff steigt im zweiten Rohrschenkel natürlich nicht so hoch wie das Wasser im ersten, und beide Höhenmarken werden mit Hilfe eines angelegten Mafsstabes (gewöhnlichen Centimeterstabes) von der ziemlich tief unten sich befindlichen Berührungsfläche beider Flüssigkeiten abgemessen. Die Entfernungen werden stets von der Wölbung des Meniskus an gerechnet (Fig. 6). Man findet dann beispielsweise, dafs eine Säule von 18 cm Schwefelkohlenstoff einer solchen von 23 cm Wasser das Gleichgewicht hält. Es verhalten sich somit:

Fig. 6.

d (Dichte des Wassers = 1) : D (Dichte des Schwefelkohlenstoffs) = 18 : 23,
woraus $D = \frac{23}{18} = 1,27$ berechnet wird.

In ähnlicher Weise könnten die Dichtenbestimmungen anderer leichter oder schwerer Flüssigkeiten, die mit Wasser nicht mischbar sind, wie von Benzin, Chloroform, Benzol u. s. f. vorgenommen werden.

3. Lösungsvermögen des Schwefelkohlenstoffs. Man begnügt sich im Unterrichte, Lösungen von Jod, Schwefel, Phosphor, irgend einem Fett und Kautschuk im Probierglassen herzustellen. Die rotviolette Jodlösung giebt, auf der Porzellanschale verdunstet, kleine Jodkryställchen (Beispiel einer physikalischen Lösung). Die Anwendung der charakteristisch gefärbten Jodlösung zum Nachweise von Jod in Jodiden und indirekt zum Nachweise von freiem Chlor oder Brom ist bekannt. Erzeugen von Schwefelkrystallen durch langsames Verdunsten gesättigter Lösungen von Schwefel in Schwefelkohlenstoff. Selbstentflammen eines in die Phosphorlösung getauchten Filterpapierstreifens nach dem Verdunsten des Lösungsmittels (Erfurter Feuerzeuge vom Jahre 1823). Eine Lösung von fettem Öl, z. B. Mandelöl in Schwefelkohlenstoff oder die beim Schütteln des letzteren mit zerstoßenem Mohn- oder Leinsamen erhaltene Fettlösung hinterläßt, auf Filterpapier getropft, nach dem raschen Verdunsten des Lösungsmittels einen bleibenden Fettfleck. Parallelversuch mit reinem Schwefelkohlenstoff. Ein 5 mm langes Stückchen eines federkiel-dicken, schwarzen Kautschuk-schlauches wird im Probierglassen mit etwas Schwefelkohlenstoff übergossen, dieses verkorkt und öfter geschüttelt. Bald ist die starke Quellung des Schlauchstückes wahrzunehmen. Die Lösung erfolgt hier nur langsam und teilweise. Wird nach einiger Zeit (in der nächsten Unterrichtsstunde) der Schwefelkohlenstoff auf ein Porzellanschälchen gegossen, so hinterbleibt nach seinem Verdunsten die gelöste Kautschuk-masse als dünnes, elastisches Häutchen.

4. Rasche Verdunstung und Verdunstungskälte des Schwefelkohlenstoffs. Eine ebenso schnelle als bequeme Art, die infolge der raschen Verdunstung des Schwefelkohlenstoffes auftretende bedeutende Temperaturerniedrigung zu zeigen, ist die folgende. Man stecke die Kugel eines an einem $\frac{1}{2}$ bis 1 m langen Faden hängenden Thermometers in ein walnufsgroßes Stück Badeschwamm, tränke diesen mit etwas Schwefelkohlenstoff und versetze das — vielleicht am Gasarm über dem Experimentiertische — frei herabhängende Thermometer in Pendelschwingungen. Die Quecksilbersäule sinkt im Verlaufe von 4—5 Minuten von etwa 20° C. auf -10° C., wobei sich der Schwamm an seiner Oberfläche mit zierlichen, schneeweissen Reifbildungen durch Niederschlagen der Luftfeuchtigkeit bedeckt.

Leitet man durch eine kleine Menge (10 ccm) Schwefelkohlenstoff, die sich in einem Probierglassen mit im dreifach durchbohrten Stopfen befestigtem Thermometer, Ein- und Ausführungsrohr, befindet, einen Luftstrom, oder saugt vorteilhafter einen solchen mittels der Wasserstrahl-Luftpumpe durch die Flüssigkeit, so sinkt ihre Temperatur sehr rasch um mehr als 30° , bis der Schwefelkohlenstoff zuletzt durch Gefrieren mitgerissener Luftfeuchtigkeit trübe wird und das eintauchende Lufteinströmungsrohr verstopft ist.

Ein hoher, oben mit Stopfen verschließbarer Messzylinder, der 250 ccm Rauminhalt hat, wird mit 50 ccm Schwefelkohlenstoff gefüllt, ein Probierglassen von 15 cm Länge und 15 mm Weite, in dem sich 10 ccm Wasser befinden, mittels Fadens bis zum Boden des Messzylinders eingesenkt und dieser endlich mit zweifach durchbohrtem Stopfen verschlossen, der ein gerades, mindestens 8 mm weites, bis zum Boden reichendes, sowie ein kurzes, rechtwinkelig gebogenes Glasrohr enthält. Dieses nun wird durch einen Schlauch mit der Wasserstrahl-Luftpumpe verbunden und so ein kräftiger Luftstrom durch den Schwefelkohlenstoff gesogen. Um ein etwaiges durch

Erschütterung des Probiertgläschens bewirktes Durchschlagen seines Bodens zu vermeiden, ist es zweckmässig, den Boden des Mefscylinders mit einem kleinen Schwammstückchen zu belegen. Die Temperatur des Schwefelkohlenstoffes sinkt rasch auf -5 bis -10° C. (was eventuell durch ein in einer dritten Bohrung des Stopfens eingesenktes Thermometer sichtbar gemacht werden kann), und nach 5, spätestens 10 Minuten ist bei den angegebenen Grössenverhältnissen das Wasser des Probegläschens zu einem kleinen Eisylinder gefroren, der nun samt dem herausgezogenen Probeglase herungereicht werden kann. Da sich bei diesem Versuche durch Gefrieren der mitgerissenen Luftfeuchtigkeit im geraden Glasrohre zuweilen Verstopfungen einstellen, werden diese mit einem zu diesem Zweck bereit gehaltenen Stäbchen, welches man durch das Glasrohr einführt, leicht beseitigt. Eine Belästigung durch die Schwefelkohlenstoffdämpfe ist, da diese mit dem Wasser der Strahlpumpe sofort in den Abfluss gelangen, vollkommen ausgeschlossen. Bei diesem Versuch lässt sich auch die Vergrößerung des Wasservolumens beim Gefrieren durch entsprechende Markierung an der Probeglaswand feststellen.

5. Eigenschwere des Schwefelkohlenstoffdampfes. Dafs der Schwefelkohlenstoffdampf eine grössere Eigenschwere als die Luft besitzt — die Dampfdichte beträgt nach Gay-Lussac 2,64 —, kann in der Weise bewiesen werden, die ich in dem Aufsätze: Chemische Schulversuche (*d. Zeitschr. X 140*) für den Ätherdampf beschrieben habe. Das mit Schwefelkohlenstoff getränkte nufsgroße Schwammstückchen wird in den Trichter eines einfachen, in vertikaler Lage befestigten Trichterrohres gesteckt, dessen unteres Rohrende nach oben gebogen ist und alsbald die vermöge ihrer Schwere herabfallenden und ausströmenden Schwefelkohlenstoffdämpfe entzünden lässt. Da man auch auf einer halbwegs empfindlichen Wage, auf deren einer Schale ein leeres, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Liter fassendes Becherglas tariert ist, durch Eingiefsen des in einem mit Glasplatte bedeckten Cylinder aus wenigen Tropfen Schwefelkohlenstoff durch Herumschwenken gebildeten Dampfes einen deutlichen Ausschlag bekommt, lässt sich auch dies Verfahren zum Nachweis der bedeutenden Eigenschwere dieses Dampfes benutzen.

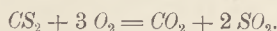
6. Niederer Siedepunkt des Schwefelkohlenstoffes. Der Siedepunkt des Schwefelkohlenstoffes liegt, normalen Luftdruck vorausgesetzt, bei $46,6^{\circ}$ C. Man kann sich im Mittelschulunterricht statt einer genauen Siedepunktsbestimmung damit begnügen, die im Verhältnis zu Wasser so niedrig gelegene Siedetemperatur in folgender Weise zu kennzeichnen. In ein Probeglas wird eine Menge von 5 ccm Schwefelkohlenstoff gegossen und darüber die doppelte oder dreifache Menge von in einem zweiten Probeglas nahe zum Sieden erhitzten Wassers. Sofort gerät auch der Schwefelkohlenstoff in lebhaftes Kochen, und seine in der Wasserschicht aufsteigenden Dämpfe sind nun so lange zu bemerken, bis entweder der gesamte Schwefelkohlenstoff verdampft oder die Temperatur des Wassers bis nahe zum Siedepunkt des ersteren herabgesunken ist. Es lässt sich hier auch die Abhängigkeit des Siedepunktes von der Gröfse des auf der Flüssigkeit lastenden Druckes, also auch des Luftdruckes einfach nachweisen. Wiederholt man nämlich den eben angeführten Versuch und verschließt nach dem Eingiefsen des heifsen Wassers das Probeglas mit einem Kautschukstopfen, so hört das Sieden des Schwefelkohlenstoffes trotz der hohen Temperatur alsbald auf, um nach der Wegnahme des Stopfens sofort wieder lebhaft zu beginnen. Endlich kann man auch zeigen, dafs der Schwefelkohlenstoff unter entsprechend vermindertem Luftdruck schon bei gewöhnlicher Temperatur zu sieden beginnt. Man giefst in ein Probeglas 5 ccm Schwefelkohlenstoff, schichtet darüber 10 ccm Wasser

von gewöhnlicher Temperatur und verschließt es mit einem einmal durchbohrten Kautschukstopfen, der ein kurzes, rechtwinkelig gebogenes Glasrohr trägt, das man mit der Wasserstrahl-Luftpumpe verbindet. Sobald diese in Thätigkeit tritt, beginnt der Schwefelkohlenstoff sehr lebhaft zu sieden, und seine in der Wasserschicht aufwirbelnden Dämpfe lassen die Erscheinung weithin sichtbar werden.

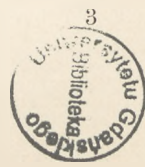
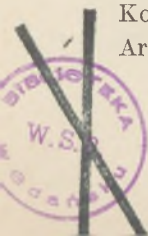
7. Niedere Entzündungstemperatur des Schwefelkohlenstoffes. Man pflegt gewöhnlich etwas Schwefelkohlenstoff aus einem Probierglase auf einen erhitzten Löffel zu gießen, wonach sofortige Entflammung eintritt. Noch einfacher ist die Methode, die auf einem Porzellanschälchen befindliche kleine Schwefelkohlenstoffmenge mit einem an der Flamme mäfsig heißgemachten Glasstab oder einer Stricknadel zu berühren, um sofortige Entzündung zu bewirken. Benutzt man bei diesem Versuch statt eines Glasstabes ein für höhere Temperaturmessungen eingerichtetes Thermometer, erhitzt vorsichtig das untere Ende an der Weingeist- oder Gasflamme auf 230—240° und berührt damit die Oberfläche des im Schälchen befindlichen Schwefelkohlenstoffes, so gelangt dieser sofort zur Entzündung. Ebenso geschieht dies bei Berührung mit einem glimmenden Span oder einer glimmenden Sprengkohle, die sonst von den anderen leichtentzündlichen Flüssigkeiten, wie Benzin oder selbst Äther verlöscht werden. Man kann sich, dieser leichten Entzündlichkeit halber, beim pneumatischen Feuerzeug eines mit Schwefelkohlenstoff getränkten kleinen Schwammstückchens an Stelle des Feuerschwammes bedienen, ohne ein Versagen des Apparates befürchten zu müssen.

8. Explosivität des mit Luft oder Sauerstoff gemischten Schwefelkohlenstoffdampfes. Die gewöhnliche Methode, das im Standcylinder oder in einer Glasglocke befindliche Gasgemisch durch Entzündung an einer Flamme zur Explosion zu bringen, muß besonders bei Anwendung von Sauerstoff statt Luft mit großer Vorsicht ausgeführt werden. Ganz gefahrlos zeigt man die Verpuffung, wenn man den durch etwas Schwefelkohlenstoff geleiteten Sauerstoffstrom in Seifenwasser leitet und dem hierdurch entstandenen Blasenschaum die Flamme eines Kerzchens nähert, wobei sofort die Entzündung des Gasgemisches mit betäubendem Knalle erfolgt (siehe den Aufsatz: Chemische Schulversuche, *d. Zeitschr. X, Heft 3*).

9. Verbrennungsprodukte des Schwefelkohlenstoffes. Nachweis des Kohlenstoffes und Schwefels. Die Verbrennungsprodukte des Schwefelkohlenstoffes sind bei genügendem Luftzutritt Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd nach der Gleichung



Bei gehindertem Luftzutritt, etwa durch Verbrennung seines Dampfes im Probeglas oder Standcylinder, wird ein Theil des Schwefels an der Glaswand als feiner gelber Anflug abgeschieden. Ein Porzellanschälchen, an das nach 5 erhaltene Schwefelkohlenstoffflämmchen gehalten, beschlägt sich ebenso mit einer gelben Schwefelschicht. Das bei der Verbrennung von Schwefelkohlenstoff gebildete Schwefeldioxyd läßt sich durch die üblichen Reagentien nachweisen (Geruch, Röten und späteres Bleichen von blauem Lackmuspapier, Schwärzung eines mit Mercuronitrat und Bläuung eines mit einem Gemisch von Ferrichlorid und Kaliumferricyanid getränkten Filterpapierstreifens, den man in die Nähe der Flamme hält). Schwieriger läßt sich das Kohlendioxyd (durch die Trübung von Kalkwasser) neben dem Schwefeldioxyd feststellen, da dieses die Reaktion beeinträchtigt. Dafür wird ein sehr lehrreicher Nachweis des Kohlenstoffes durch seine direkte Abscheidung aus Schwefelkohlenstoff auf folgende Art erbracht. Man leite einen aus dem constanten Gasentwickler entbundenen, reinen



Wasserstoffstrom durch etwas Schwefelkohlenstoff, der sich in einem kleinen, 15 cm fassenden, mit Zu- und Ableitungsrohr versehenen Pulverglas befindet, und den so mit Schwefelkohlenstoffdampf beladenen Gasstrom durch eine horizontal gehaltene, 20 cm lange und 1 cm weite Röhre aus schwer schmelzbarem Glase, in deren Mitte ein erbsengroßes Stück reines Natrium liegt. Der Gasstrom kann nach seinem Durchgange durch die erwähnte Röhre in ein vertikal gehaltenes, mit Platinspitze versehenes Glasrohr geleitet und oben entzündet werden. Er brennt mit blauer Flamme. Nun erhitzt man das Natrium mittels einer Spiritus- oder Gasflamme. Es schmilzt und vereinigt sich unter lebhafter Feuererscheinung mit dem Schwefel des Schwefelkohlenstoffes zu Natriumsulfid, während der Kohlenstoff abgeschieden wird und die Flamme oben an der Platinspitze von mitgeführtem Natrium intensiv gelb gefärbt erscheint. Nach Beendigung des Versuches und Erkalten der Glasröhre wird aus dieser die schwarze poröse Masse in ein Porzellanschälchen gebracht und mit verdünnter Salzsäure übergossen. Das Natriumsulfid wird sofort unter lebhafter Entwicklung von Schwefelwasserstoff gelöst, während der Kohlenstoff in Form von rufsähnlichen Flocken zurückbleibt, die abfiltriert, gewaschen und getrocknet werden können. Der Versuch ist ganz gefahrlos und bietet als qualitativ-analytischer Nachweis der beiden Bestandteile des Schwefelkohlenstoffes und im Vergleiche zur ähnlichen Zersetzung des Kohlendioxyds durch Natrium viel Interesse.

10. Schwefelkohlenstoff und Stickoxyd. Das unter Entwicklung eines blendenden und chemisch sehr wirksame Strahlen aussendenden Lichtes ruhig ab-brennende Gemisch von Stickoxyd und Schwefelkohlenstoffdampf wird gewöhnlich im Standeylinder bereitet, den man zuerst unter Wasser mit jenem Gase füllt und dann etwas eingegossenen Schwefelkohlenstoff unter Herumschwenken darin verdunsten läßt. Im IX. Jahrgang dieser Zeitschrift S. 172 habe ich eine sehr einfache Vorrichtung beschrieben, mit der man das für photographische Zwecke verwendbare Schwefelkohlenstoff-Stickoxydgas-Licht nach Art der Sellschen Lampe, aber völlig gefahrlos, erzeugen und verwenden kann.

Einige Bemerkungen zur Dimensionslehre.

Von

H. Kuhfahl in Landsberg a. W.

Gegenüber den Einwüfen, die Herrn Prof. PIETZKER auf seinen Artikel „Über die Tragweite der Lehre von den physikalischen Dimensionen“ (*Unterrichtsbl. f. Math. u. Nat. IV 66*) gemacht worden sind, verteidigt derselbe seine Ansicht besonders in einer längeren Ausführung über „Homogenität in physikalischen Gleichungen“ (*d. Zeitschr. XII 208*) und sucht jene Ausstellungen zum Teil auf irrtümliche Auffassung seiner Darlegungen zurückzuführen. Für meinen kurzen Artikel in den *Unterrichtsbl. (V 33)*, der übrigens schon lange vor dem Erscheinen des HÖFLER'schen (*d. Zeitschr. XII 14*) eingesandt war und daher auf denselben nicht Bezug nehmen konnte, kann ich dies nicht einmal zugeben. PIETZKER sagt ausdrücklich (*Ubl. IV 67*): „Ich will mich dabei nicht weiter daran stoßen, daß . . . noch ganz andere Formen der Abhängigkeit denkbar sind“. Damit werden doch solche dimensionslose Faktoren, wie der, der die Abhängigkeit der Schwingungszeit des Pendels von der Schwingungsweite, das heißt einer Winkelgröße ausdrückt, oder $\log \frac{B}{\beta}$ für die barometrische Höhenformel u. s. w. von der Diskussion ausgeschlossen. Selbstverständlich können dimensionslose Faktoren durch Vergleichung der Dimensionen nicht ermittelt werden. Ein weiteres Eingehen darauf hätte für die vorliegende Frage keinen Nutzen.

Zwei Irrtümer sind es, auf die sich Pietzkers Angriffe gegen das CZOGLERSCHE Verfahren stützen. Er unterscheidet nicht zwischen Maßzahlen und dimensionslosen Zahlen. Freilich sind die in eine physikalische Gleichung eingehenden Zahlen als Maßzahlen Verhältniszahlen, sie drücken das Verhältnis der vorliegenden Größe zur gewählten Einheit aus, aber sie müssen sofort geändert werden, wenn man diese Einheiten ändert, sie haben also ihre Dimensionen als unverlöschlichen „Stempel ihres Ursprunges“ beibehalten. Dimension bedeutet auch nach Pietzkers Ansicht zum mindesten eine gewisse Rechenvorschrift und dieser können doch auch unbenannte Zahlen unterliegen. Deutlich geht PIETZKERS Auffassung aus seinen Worten (*d. Zeitschr. XIII 218, 219*) hervor, „der Faktor l , mit dem multipliziert ist, kann gar nicht als Länge betrachtet werden, er ist vielmehr ein dimensionsloses Längenverhältnis. Ebenso steht es mit der Größe t . . . Der Faktor l/t ist eine dimensionslose Größe.“ l hat als Verhältnis der in Betracht kommenden Länge zur Längeneinheit die Dimension L , das heißt, die Zahl muß verzehnfacht werden, wenn statt cm mm als Einheit gewählt wird. Jenen Faktor künstlich dimensionslos zu machen, geht aber erst recht nicht an, weder in diesem besonderen Falle, noch sonst irgendwo; dann hörte schließlich jedes Maßsystem, nicht bloß das absolute auf. Wir legen doch den physikalischen Größen nicht ganz willkürlich irgendwie eine beliebige Dimension bei.

Der zweite Irrtum liegt in der Bedeutung, die Pietzker den physikalischen Gleichungen zuerteilt. Er sagt: „Einzig und allein aus der Vergleichung mehrerer, aber dabei gleichartiger Fälle stammt unsere ganze Kenntnis physikalischer Gesetze . . . Man ist lediglich berechtigt, die Gleichung $\left(\frac{A}{\alpha}\right) = \left(\frac{B}{\beta}\right)^x \cdot \left(\frac{C}{\gamma}\right)^y$. . . anzusetzen.“ Dann wäre $\frac{A}{\alpha}$ allerdings eine dimensionslose Zahl und wenn alle in die Rechnung eingehenden Zahlen von dieser Art wären, dann gäbe es in den physikalischen Gleichungen überhaupt keine Dimensionen. Die Zahlen, die wir in die Gleichung einsetzen, sind das Verhältnis der betreffenden Größe zur Einheit; die Einheiten aber sind gewöhnlich nicht zu einander gehörige Größen für einen bestimmten physikalischen Vorgang. Z. B. gehört zur Pendellänge l und der Beschleunigung g nicht die Zeit t , sondern 2π . Unsere Kenntnis physikalischer Gesetze stammt gerade zu großem Teil aus der Vergleichung nicht gleichartiger Fälle. Ich erinnere an die Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus durch Gauß. Das Verhältnis der Intensitäten an verschiedenen Orten liefs sich durch die Schwingungsmethode allein ermitteln, dasselbe hätten Ablenkungsversuche geleistet, erst die Combination beider gewifs heterogener Experimente liefert die Messung in absolutem Maße.

Herr Pietzker will nun freilich den Zwischensatz (*Ubl. IV, 4, S. 67*) „Wendet man . . . an“ als eine Beschränkung des Satzes auf den besonderen vorliegenden Fall gedeutet wissen. Dann müfste er aber die Berechtigung der CZOGLERSCHEN Herleitung für andere Fälle, soweit der multiplikative Typus der Gleichungen reicht, z. B. für die einfache Pendelformel zugeben. Indessen auch bei der Beschränkung auf jene Formel für die schwingende Saite ist der Satz nicht richtig. Für einen Bewegungsvorgang ist es ganz gleichgiltig, woher die Kraft stammt, ob von der Schwere oder der Elastizität, es kommt einzig und allein auf die Größe der Kraft, auf das Kraftgesetz an. Daher rührt die Übereinstimmung der Pendelschwingung (für unendlich kleine Amplitude) mit der elastischen Schwingung.

Jede Bewegung in Folge von Kraftwirkungen, auch elastischen, kann man mit einander vergleichen, da sie alle den allgemeinen Differentialgleichungen der Bewegung genügen müssen. Jene Czoglersche Herleitung ist nichts als eine Anwendung der Gleichung der lebendigen Kraft $\frac{m}{2} v^2 = F s$ oder $v = \sqrt{\frac{2 F s}{m}}$ für einen Massenpunkt und für eine hinreichend kleine Zeit. Bei unveränderter Amplitude, d. h. dem Verhältnisse von Ausweichung zur Saitenlänge zieht Verdoppelung der Geschwindigkeit jedes Massenpunktes die Verdoppelung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit nach sich, letztere ist der Maßstab für die erstere; ebenso ist die ganze Masse der Maßstab für die Masse jeden Teilchens und das Zuggewicht der Maßstab der Kraft. Daraus folgt dann sofort der betreffende Satz. Daß hierin ein

Taschenspielerkunststück läge, wie Herr SCHREBER meint, kann ich nicht finden. Das erhaltene Resultat ist doch kaum mehr als eine Orientierung über die Bedeutung der in Betracht kommenden Größen für den Vorgang. Man beachte, daß jenes rein formelle Verfahren voraussetzt, daß man auch alle maßgebenden Größen verwende.

Daß jene Geschwindigkeit gar nicht eine eigentliche, d. h. die eines Massenpunktes ist, ist doch ebenso gleichgültig, wie daß die Pendellänge kein Fallraum ist. Das Eigentümliche der elastischen Schwingungen, die Unabhängigkeit von der Amplitude, wird aber dabei gar nicht berührt.

Daß die Gleichungen nach den Grundgrößen homogen sein müssen, ist zweifellos, es fragt sich nur, ob nicht diese Eigenschaft unter Umständen erst dadurch erreicht wird, daß man der Proportionalitätskonstante eine Dimension und darnach bei Veränderung der Einheiten verschiedene Werte beilegt. SCHREBER glaubt ein solches Beispiel in der kapillaren Steighöhe $h = \frac{2\alpha}{g \cdot r} = \frac{a^2}{r}$ (d. Zeitschr. XII 139) gefunden zu haben. Bekanntlich steckt aber

in α die Oberflächenspannung ($gr \text{ sec}^{-2}$) und diese machte die Gleichung homogen. Dann ist auch das CZOGLERSCHE Verfahren anwendbar und bedeutet nichts weiter als Kraft = Last.

Es läßt sich aber nun allgemein nachweisen, daß solche dimensionierte Proportionalitätskonstanten in einem folgerichtig durchgeführten vollständigen absoluten Maßsystem nicht vorkommen können. Eine physikalische Größe ist eine Größe, die unter veränderten physikalischen Bedingungen andere Werte annimmt. Das Wesentliche des absoluten Maßsystems ist nun, daß so wenig wie möglich Grundeinheiten genommen werden und daß die Einheit einer jeden neu auftretenden Größe aus der sie vollständig bestimmenden Gleichung so festgesetzt wird, daß die Proportionalitätskonstante dimensionslos (für gewöhnlich gleich 1) ist. Dadurch ist jede Willkür bei gegebenen Grundeinheiten für die Dimensionierung einer Größe ausgeschlossen. Wird eine solche Größe noch durch eine andere Gleichung infolge einer andern Eigenschaft bestimmt, so tritt entweder das Spezifische dieser Wirkung als eine neue physikalische Größe noch hinzu, oder es vermindert sich die Zahl der Grundeinheiten um eine dadurch, daß man den Proportionalitätsfaktor dimensionslos (= 1) setzt.

Ein sehr passendes Beispiel hierfür liefert das Gravitationsgesetz. Die Masse ist als träge, dem Angriff von Kräften unterliegende Masse von GAUSS als Grundeinheit eingeführt. In jenem Gesetze tritt nun die eine Masse als aktive, Kraft erzeugende Größe, also in neuer Eigenschaft auf. Wollte man den constanten Proportionalitätsfaktor dimensionslos (= 1) machen, so würde die Masse nicht mehr Grundeinheit sein, ihre Dimension würde sich aus $F \cdot r^2 = m \cdot m_1$ zu $L^{3/2} T^{-1}$ ergeben. Diese Festsetzung schlägt z. B. BOHN vor (*Wied. Ann.* 18, 346; 1883) und auch GAUSS hat sie bei astronomischen Rechnungen benutzt. Man kann aber auch die Masse als Grundeinheit lassen und den Faktor f in $F = f \frac{m \cdot m_1}{r^2}$, dessen Dimension $M^{-1} L^3 T^{-2}$ ist, als die Durchlässigkeit des Äthers (und der Körper) für die Gravitationswirkungen auffassen. Daß diese für alle Körper dieselbe ist, ist zwar bis jetzt Erfahrungsthatsache, aber gewiß nicht von vorn herein selbstverständlich, wie besonders seine Analogie zur magnetischen Permeabilität zeigt. Ich glaube auch nicht, daß diese Erwägung für die Beibehaltung der Masse als 3. Grundgröße maßgebend gewesen ist, sondern vielmehr die praktische Schwierigkeit in der Bestimmung jener abgeleiteten Einheit der Masse. Gleichwohl ist sie die Rechtfertigung dafür, weil wir sonst dem gebräuchlichen Maßsystem die Folgerichtigkeit absprechen müßten.

Andere Maßsysteme kann man nur dadurch erhalten, daß man andere Grundeinheiten annimmt. Wenn an Stelle der Masse die Dichtigkeit (D) eingeführt wird, so erhält z. B. die Arbeitsleistung (Effekt) $ML^2 T^{-3}$ die Dimension $D L^5 T^{-3}$, da $M = D L^3$ ist. Nimmt man als Längeneinheit dm statt cm, so wird die Einheit der Arbeitsleistung in dem einen Falle die 10^2 fache in dem andern die 10^5 fache. Darin liegt gar kein Widerspruch; die Messmethoden sind eben andere.

Praktische Gründe können die Verwendung eines unvollständigen Maßsystems rechtfertigen; solche Systeme darf man aber nicht mehr mit einander vergleichen. Ich kann in der Mechanik unter Umständen von der Masse absehen, wenn es sich nämlich nur um die Bewegung derselben Masse handelt, ebenso in einem andern Falle von der Dichtigkeit. Dann hat die Arbeitsleistung die Dimension $L^{-2} T^{-3}$ bzw. $L^5 T^{-3}$, aber diese lassen sich nicht mehr vergleichen, oder vielmehr, man kann daraus nur die Beziehung zwischen den ausgelassenen Grundeinheiten $MD^{-1} = L^3$ ableiten.

Ganz so steht es nun mit der Beziehung zwischen dem elektromagnetischen und dem elektrostatischen Maßsystem. Das erstere fußt auf dem Coulombschen Gesetz für Magnetismus, das vollständig heißt: $F = \mu \cdot \frac{m \cdot m_1}{r^2}$. Darin ist μ keine Constante, sondern ganz zweifellos eine physikalische Größe, denn sie hat in den verschiedenen Medien verschiedene Werte, kann also überhaupt nicht durchweg gleich 1 gesetzt werden. Setzt man sie aber für Luft gleich 1, was thut man da anderes, als daß man die Einheit dieser neu auftretenden physikalischen Größe willkürlich bestimmt, da man sie nicht auf die 3 andern Grundeinheiten zurückführen kann? Ist das etwas anderes, als wenn man als Einheit der Dichtigkeit die des Wassers wählt? Unbenannte Zahlen — Maßzahlen — sind nun allerdings die in die Gleichungen einzusetzenden Werte für die Permeabilität, aber nicht dimensionslose.

Dasselbe gilt von dem Coulombschen Gesetze für Elektrostatik. Es ist, wenn e die wahre Elektrizitätsmenge bedeutet, $F = \frac{e \cdot e_1}{K r^2}$. Die Dielektrizitätsconstante K ist ganz zweifellos eine physikalische Größe, ganz wie die magnetische Permeabilität.

Da ferner Elektrizität und Magnetismus in dem bekannten Zusammenhange stehen, reduziert sich die Anzahl der Grundgrößen von 5 auf 4. Behält man μ als Grundgröße, so erhält man das elektromagnetische, wenn K gewählt wird, das elektrostatische Maßsystem. Beide verhalten sich zu einander ganz wie zwei mechanische Systeme mit M oder D als Grundgrößen. Das sind keine Hypothesen oder Vorschläge, die angenommen oder verworfen werden können, sondern die Einführung einer dieser Größen ist zwingende Notwendigkeit, wenn das Maßsystem vollständig durchgeführt werden soll. Der Übergang von dem einen System zum andern vollzieht sich dann, da z. B. die wahre Elektrizitätsmenge die Dimensionen $\mu^{-1/2} M^{1/2} L^{1/2}$ und $K^{1/2} M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}$ hat, wie man leicht in der bekannten Weise ermittelt, durch die Beziehung $\mu^{-1/2} K^{-1/2} = L T^{-1}$. Aus praktischen Gründen kann man nur K oder μ aus den Dimensionsformeln fortlassen, aber dann hat man zwei Maßsysteme, die nicht mehr mit einander vergleichbar sind, da sie unvollständig sind.

Statt μ oder K kann man auch irgend einen Ausdruck von der Form $\mu^p K^q$ außer $\mu \cdot K$ als neue Grundgröße einführen und so beliebig viele neue Maßsysteme construieren. Ein Vorteil kommt schwerlich dabei heraus.

Über die Bedeutung des Zahlenwertes von $\mu^{-1/2} K^{-1/2}$ habe ich mich schon in den Unterrichtsbl. ausgesprochen. Das Illusorische der SCHREBERSchen Herleitung der Bedeutung jener Geschwindigkeit sowie das Vergebliche der Bemühungen PIETZKERS, beide Systeme in Einklang zu bringen, folgt aus der Unvergleichbarkeit beider unvollständigen Systeme.

Noch auf einige besondere Punkte möchte ich kurz eingehen. Pietzker glaubt bei MAXWELL einen logischen Widerspruch in Bezug auf das Zahlenverhältnis der verschiedenen Elektrizitätseinheiten entdeckt zu haben. Er sagt (*d. Zeitschr. XII 221*): „durch jeden von zwei 1 cm langen und um 1 cm von einander abstehenden parallelen Leitern muß pro Sekunde die Elektrizitätseinheit fließen, damit die Kraft = 1 Dyne ist. Weiß man nun, daß in einer Sekunde w Elektrizitätseinheiten innerhalb dieser 1 cm langen Strecke auftreten, so kann man schließen, daß die Elektrizität sich mit einer Geschwindigkeit von w ($= 42 \cdot 10^9$) cm pro Sekunde bewegen muß. . . . Diese w elektrodynamischen Elektrizitätseinheiten in dem einen Stromleiter würden dann auf w elektrodynamische Einheiten in dem andern

Stromleiter dieselbe Kraft (nämlich eine Dyne) ausüben, die eine einzige elektrostatische Einheit auf eine zweite solche Einheit ausübt.“

Dagegen ist zu erwidern: 1. Wenn die Stromstärke 1 ist, so tritt in der 1 cm langen Strecke in einer Sekunde nicht die elektrodynamische Menge w , sondern 1 auf. 2. In jedem Zeitmomente befindet sich dort bei der Geschwindigkeit w nur die elektrodynamische Menge $\frac{1}{w}$. Diese übt auf die gleiche die Kraft 1 aus. Wenn durch einen Stromquerschnitt 100 cbm mit der Geschwindigkeit 5 m in der Sekunde fließen, so treten in der auf den Querschnitt folgenden Strecke von 1 m nach Pietzker 500 cbm auf. Wo sollen die 500 cbm herkommen? Jene 100 cbm befinden sich am Schlusse der Sekunde auf der auf den Querschnitt folgenden Strecke von 5 m. Jene Strecke von 1 m enthält zu jeder Zeit nur 20 cbm. Aufgetreten sind in derselben jene 100 cbm im Verlaufe der Sekunde, aber nicht gleichzeitig. 3. Treten in der Strecke 1 wirklich w Einheiten in einer Sekunde auf, so befindet sich in jedem Zeitmomente auf der Strecke 1 nur eine Einheit. Wenn 50 Mann in 1 m Abstand in einer Minute über einen Steg von 1 m Länge gehen, so hat der Steg während dieser Zeit nicht das Gewicht von 50 Mann, sondern nur von einem Mann zu tragen. Von jenen Längen 1 aus würden also nur die Mengen 1 auf einander wirken. Die Stromstärke ist dann w und die Kraft w^2 . 4. Sind die w elektrodynamischen Einheiten gleichzeitig auf der Strecke 1, so ist die Stromstärke w^2 und die Kraft w^4 . 5. Die elektrostatische Wirkung zwischen den Stromelementen ist (wenigstens nach der Weberschen Hypothese) gleich Null, da in jedem Stück des Leiters gleich viel positive wie negative Elektrizität fließt. 6. Äquivalent sind die statischen und dynamischen Wirkungen noch nicht einmal dem Vorzeichen nach; die ersteren sind zwischen gleichartigen Größen abstoßend, die zweiten anziehend. Statische und dynamische Wirkungen der Elektrizität lassen sich ebenso wenig identifizieren wie Trägheit und Gravitation. Ein logischer Widerspruch ist in jenen Ausführungen Maxwells also nicht nachgewiesen.

Die dynamische Elektrizitätseinheit ist nichts als eine reine hypothetische Rechnungsgröße, basierend auf Ampères Annahme über die gegenseitige Wirkung zweier Stromelemente. Man kann von einem andern Standpunkte aus ebenso gut behaupten, daß zwei parallele Stromelemente von der Länge 1 in der Entfernung 1 mit der magnetischen Stromstärke 1 sich mit der Kraft 1 anziehen. Wir denken uns einen Kreisstrom von der magnetischen Stromstärke i mit dem Radius r , so ist die Feldstärke im Mittelpunkte $\frac{i \cdot 2\pi}{r}$, wovon die Längeneinheit den $2r\pi$ -ten Teil, also $\frac{i}{r^2}$ liefert. Im Mittelpunkte befinde sich der Magnetpol m eines senkrecht zur Stromebene stehenden und so langen Magneten, daß die Wirkung auf den andern Pol vernachlässigt werden darf, dann wird dieser Pol von der Kraft $\frac{m i 2\pi}{r}$ senkrecht zur Stromebene angegriffen. Die gleiche Kraft als Rückwirkung greift den Kreisstrom in umgekehrter Richtung an, daher wirkt auf die Längeneinheit desselben die Kraft $\frac{m i 2\pi}{r} : 2r\pi = \frac{m i}{r^2}$. Die Stärke des magnetischen Feldes der Masse m in der Peripherie ist aber $\frac{m}{r^2}$ mit radialer Richtung. Es folgt: Ein Stromelement von der Länge 1, senkrecht gerichtet zu den (von links) eintretenden Kraftlinien, bewegt sich senkrecht zu diesen beiden Richtungen (vorwärts) mit einer Kraft, die gleich dem Produkte aus Stromstärke und Feldstärke ist. Ob nun das magnetische Feld von einem Magneten oder einem Strome herrührt, ist gleichgültig. Befindet sich daher in dem Mittelpunkte des Kreisstromes und in der Ebene desselben ein Stromelement von der Länge 1 und der Stromstärke i_1 , so wird dasselbe senkrecht zu seiner Richtung in der Stromebene mit der Kraft $\frac{i_1 i 2\pi}{r}$ bewegt. Dazu trägt das gerade gegenüberliegende parallel und gleichgerichtete Stromelement von der Länge 1 den $2r\pi$ -ten Teil ganz wie zur Feldstärke bei, also ziehen sich diese

parallel und gleichgerichteten Stromelemente von der Länge 1 mit der Kraft $\frac{i_1 \cdot i}{r^3}$ an und für $r=1$ und $i=i_1=1 (=10A)$ mit der Kraft 1.

Der Unterschied gegen die Ampèresche Hypothese besteht in einer anderen Verteilung der Wirksamkeit der Stromelemente. Ampère hält den Satz der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung auch für Stromelemente fest, eine unnötige Beschränkung, da dieser Satz doch nur für physikalisch realisierbare von der Umgebung unabhängige Systeme gilt. Beide Zerlegungen sind nur mathematisch und ebenso gleichberechtigt wie etwa die Zerlegung eines Körpers in Elemente nach rechtwinkligen und nach Polarcoordinaten.

Da man nun also je nach den Voraussetzungen, von denen man ausgeht, mit gleichem Rechte behaupten kann, daß zwei parallel und gleich gerichtete Stromelemente von der Länge 1 in der Entfernung 1 sich mit der Kraft 1 anziehen, wenn ihre Stromstärke gleich der dynamischen Einheit (7,07 A) ist, und auch, wenn ihre Stromstärke gleich der magnetischen Einheit (10 A) ist, so ergibt sich ferner, daß jene Geschwindigkeiten v und w ebenfalls nur hypothetische Größen sind. Nicht hypothetisch ist aber natürlich das bekannte Zahlenverhältnis zwischen der statischen und der magnetischen Elektrizitätseinheit im C.G.S.-System.

In den bisherigen Ausführungen sind die in die Gleichungen eingehenden Größen stets als Maßzahlen, also unbenannte Zahlen behandelt. Ob man den Ausdruck $3 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm}$ als Produkt zweier benannten Zahlen ansehen will, hängt doch aber nur ab von der Ausdehnung, die man dem Begriffe der Multiplikation giebt. Mit der ursprünglichen Bedeutung als Summe gleicher Summanden reicht man auch schon bei Brüchen und negativen Zahlen nicht mehr aus. Das ist nur äußere Formsache und eine reine Doktorfrage. Über das Qualitative, z. B. ob die Geschwindigkeit die eines wirklichen Massenpunktes oder die einer Welle ist, können solche rein quantitative Beziehungen natürlich keine Auskunft geben.

Noch einen Gegenstand, der mit dem Übrigen nur in äußerem Zusammenhange steht, möchte ich kurz berühren. Herr HÖFLER schlägt vor (*d. Zeitschr. XI 73, 74*), die Namen *Cel*, *Accel* oder *Gal* für die absoluten Einheiten der Geschwindigkeit und der Beschleunigung zu gebrauchen. Ich möchte mir den Gegenvorschlag erlauben, auch *Dyn* und *Erg* zu streichen. Ich halte sie für überflüssig und komme ohne dieselben seit Jahren sehr gut aus, obgleich ich das absolute Maßsystem, wo angängig, fast ausschließlich benutze. Wollte man consequent sein, so müßte man doch noch ca. ein Dutzend neuer Namen auch für die übrigen Größen einführen. Die Folge wäre eine unnötige Belastung des Gedächtnisses und steter Ärger über Verwechslungen. Schön finde ich außerdem alle diese Namen auch nicht, doch das ist Geschmackssache.

Das astronomische Fernrohr einfachster Art, aus zwei sehr dünnen Linsen bestehend.

Von

Dr. A. Gleichen in Berlin.

In der Fig. 1 sei $B'B''$ die Öffnung eines Fernrohrobjektivs, in welches ein Lichtcylinder von untereinander parallelen Strahlen $A'B'A''B''$ einfällt. Die Richtung der Achse AB des Cylinders wird bekanntlich durch die Brechung nicht verändert. Auf dieser Achse im Punkte C liege der Convergenzpunkt des einfallenden cylindrischen Bündels. CH ist also die Fokalebene des Objektivs, RBG die optische Achse. Von C aus divergiert das Bündel wieder und trifft das als positiv gedachte Okularglas in $D'DD''$. Von hier aus wird das Bündel bekanntlich (in sich parallelstrahlig) der Richtung CG parallel gebrochen. Die Achse des Bündels schneidet die optische Achse in E . Ein Lot in E zur optischen Achse trifft die

beiden von D' und D'' kommenden Strahlen in E' und E'' . Die beiden Linsen in B und G mit dem gemeinsamen Brennpunkt in H bilden ein astronomisches Fernrohr einfacher Art.

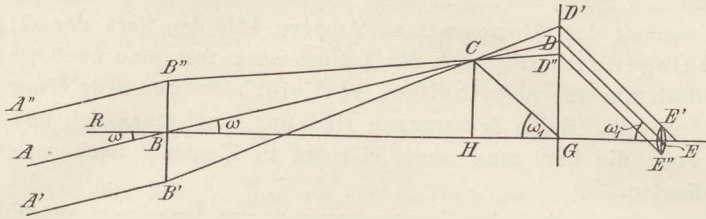


Fig. 1.

Wir setzen:

$BH = F =$ Brennweite des Objektivs;

$GH = f =$ - - - Okulars;

$P = BB' = BB'' =$ Radius der Objektivöffnung;

$p = DD' = DD'' = EE' = EE'' =$ Radius der sogenannten Austrittspupille;

v ist die Vergrößerung des Fernrohrs $= \frac{\omega_1}{\omega}$;

$\omega = \angle ABR$ ist der Winkel, unter welchem ein beliebiges Bündel einfällt;

$\omega_1 = \angle CGH = \angle DEG$ ist der Winkel, unter welchem dasselbe Bündel austritt;

Ω und Ω_1 sind die größten Werte der Winkel ω und ω_1 , welche noch das Fernrohr durchdringen in Folge der Begrenzung durch das Okular, dessen Radius $= p$ gesetzt werde;

E ist der Ort, wo das Auge des Beobachters sich befinden muß, um das ganze Gesichtsfeld zu übersehen. $EG = e$ ist die Entfernung des Auges vom Okular.

Aus der Figur 1 lassen sich nun sofort die wichtigsten Sätze über die Theorie der Fernrohre ableiten.

1. Die Vergrößerung ist $v = \frac{\omega_1}{\omega} = \frac{F}{f} = \frac{P}{p}$, wenn ω_1 und ω sehr kleine Winkel sind.

Beweis: Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke $B'B''C$ und $D'D''C$ (Fig. 1) folgt: $\frac{P}{p} = \frac{F}{f}$. Ferner ist

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{CH}{F}; \quad \operatorname{tg} \omega_1 = \frac{CH}{f}; \quad \operatorname{tg} \omega_1 = \frac{F}{f}.$$

Für kleine Winkel hat man also: $\frac{\omega_1}{\omega} = \frac{F}{f}$.

Ann.: Da P der Radius der Objektivöffnung ist und p als Radius der Austrittspupille leicht geschätzt werden kann, wenn man das Fernrohr etwa um die deutliche Sehweite vom Auge entfernt hält (genau gemessen wird p durch das Ramsden'sche Dynameter), so kann man die Vergrößerung eines Fernrohrs leicht durch bloßes Ansehen schätzen, nämlich als Quotient von P und p .

2. Punkt E ist von ω unabhängig, und sämtliche einfallenden Bündel gehen nach ihrem Austritt durch $E'EE''$.

Beweis: Infolge von Ähnlichkeit hat man aus Fig. 1: $\frac{DG}{CH} = \frac{EG}{HG} = \frac{e}{f}$. Ferner ist: $\frac{DG}{CH} = \frac{F+f}{F}$; also: $e = \frac{f}{F} \cdot (F+f)$ unabhängig von ω .

Ann.: In E muß sich also die Pupille des menschlichen Auges befinden, um wie beim natürlichen Sehen (ohne optisches Instrument) innerhalb eines möglich grossen Winkelraumes parallelstrahlige Bündel zu erhalten.

3. Das Gesichtsfeld ist abhängig vom Radius p der Öffnung des Okularglases. Für das halbe Gesichtsfeld hat man

$$\operatorname{tg} \Omega_1 = \frac{p \cdot F}{f \cdot (F+f)}.$$

Beweis folgt aus Dreieck EGD Fig. 1, wenn das Bündel der Figur als das äußerste angenommen wird, das noch das Fernrohr durchdringt.

4. Für endliche Werte von ω und ω_1 variiert die Vergrößerung innerhalb der verschiedenen Zonen des Gesichtsfeldes. Für einen Winkel ω_1 ist:

$$v_{\omega_1} = v_0 \left(1 - \frac{(v_0^2 - 1)}{v_0^2} \sin^2 \omega_1 \right).$$

Beweis: In Fig. 2 ist nur die Hauptachse $ABCDE$ des Bündels aus Fig. 1 gezeichnet und außerdem die Hauptachse $A_1 B C_1 D_1 E$ eines zweiten sehr nahen Bündels. Gemäß 2) muß diese Hauptachse durch E gehen. Die Zunahmen der Winkel ω und ω_1 nennen wir $d\omega$ und $d\omega_1$. Denken wir uns nun die Bündel AB und $A_1 B$ von einem kleinen

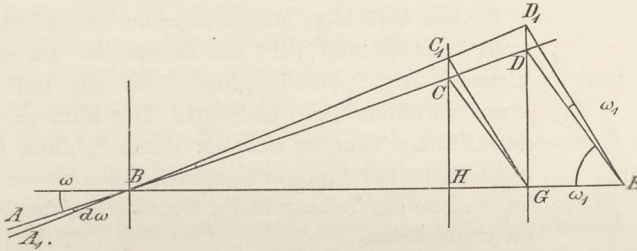


Fig. 2.

linearen Objekt innerhalb des Gesichtsfeldes herkommend, so ist $\angle ABA_1 = d\omega$ der Gesichtswinkel, unter dem dieses Objekt mit unbewaffnetem Auge erscheinen würde, während $d\omega_1$ der entsprechende Gesichtswinkel ist bei Benutzung des Fernrohrs. Demnach ist $\frac{d\omega_1}{d\omega} = v_{\omega_1}$ die Vergrößerung in der durch den Winkel ω resp. ω_1 bestimmten Zone des Gesichtsfeldes. Nach Satz 1 war: $\text{tg } \omega_1 = v_0 \text{tg } \omega$, wenn man $\frac{F}{f} = v_0$ d. h. gleich der Vergrößerung in der Mitte des Feldes setzt. Durch Differentiation (an deren Stelle auch eine elementare Behandlung nach Schellbachschem Vorbilde treten kann) ist:

$$\frac{d\omega_1}{\cos \omega_1^2} = v_0 \frac{d\omega}{\cos \omega^2}; \quad \frac{d\omega_1}{d\omega} = v_{\omega_1} = v_0 \frac{\cos \omega_1^2}{\cos \omega^2} = v_0 \left(1 - \frac{(v_0^2 - 1)}{v_0^2} \sin^2 \omega_1 \right).$$

5. Damit die Vergrößerung über das ganze Gesichtsfeld konstant ist, also eine unverzerrte Abbildung stattfindet, muß die sogenannte „Sinusbedingung“ erfüllt sein, d. h. der Sinus des Neigungswinkels zur optischen Achse beim Eintritt eines Strahles ins Fernrohr muß zu dem Sinus des entsprechenden Winkels beim Austritt in einem Verhältnis stehen, das für alle ins Objektiv gelangenden Strahlen dasselbe ist, d. h. $\frac{\sin \omega}{\sin \omega_1} = \text{const.}$ für beliebige Neigungen.

Beweis: Gemäß 4 war $v_{\omega_1} = \frac{d\omega_1}{d\omega} = v_0 \frac{\cos \omega_1^2}{\cos \omega^2}$ und $\frac{\text{tg } \omega_1^2}{\text{tg } \omega^2} = v_0^2$. Hieraus folgt:

$$v_{\omega_1} = \frac{1}{v_0} \left(\frac{\sin \omega_1}{\sin \omega} \right)^2.$$

Wäre also $\frac{\sin \omega_1}{\sin \omega} = \text{constant} = v_0$ für alle Neigungen, so wäre auch die Vergrößerung v_{ω} in allen Zonen $\text{constant} = v_0$. Für den Fall des einfachsten astronomischen Fernrohrs aus zwei Linsen ist die Sinusbedingung nicht realisierbar.

Anm.: Die große Wichtigkeit der Sinusbedingung für dioptrische Systeme wurde zuerst von Abbe bei der Berechnung von Mikroskopobjektiven entdeckt.

Kleine Mitteilungen.

Noch ein Luftthermometer.

Von Dr. A. H. Borgesius in Wageningen (Holland).

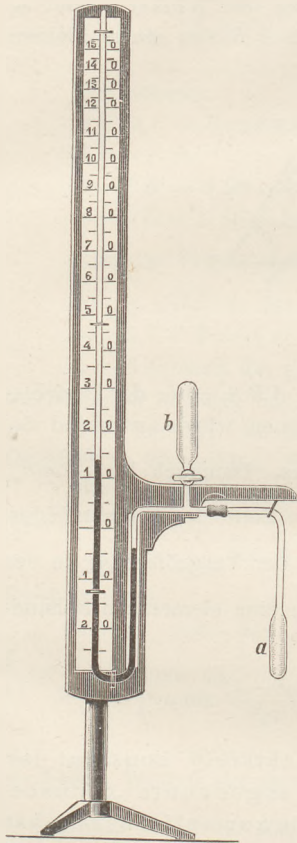
Das nebenbei abgebildete Demonstrationsthermometer scheint mir einige Vorzüge zu haben: namentlich seine einfache Konstruktion, eine im gewöhnlichen Sinn verlaufende Skala, eine zweite Skala für den dahinterstehenden Experimentator und die leichte Regulierbarkeit. Außerdem kann es, wenn die Thermometerkugel abgenommen ist, durch Verbindung mit anderen Gefäßen zu vielen anderen Versuchen über Calorimetrie, Wärmeleitung u. s. w.

dienen, wie solche in so großer Zahl von Herrn LOOSER in dieser Zeitschr. beschrieben sind. Ich verwende es z. B. zu Versuchen über die Joulesche Stromwärme.

Die U-förmige Manometerröhre ist auf einem dünnen Holzbrett befestigt und wird mit diesem an ein eisernes Stativ geklemmt. Als Sperrflüssigkeit dient mit Indigearmin gefärbte, etwas verdünnte Schwefelsäure. Der kürzere und weitere Arm der U-Röhre befindet sich vor einem Schlitze, auf dessen schräg abgeschnittener hinterer Längsseite eine zweite Skala angebracht ist, welche den Lehrer in den Stand setzt, den Thermometerstand zu controlieren.

Das Thermometergefäß ist, wie oben bemerkt, abnehmbar und wird durch ein kurzes Stück starkwandigen Kautschukschlauches (oder besser mittels eines Kapillarschliffstückes nach Lothar Meyer) mit dem Manometer verbunden.

In der Mitte etwa des kapillaren Verbindungsrohres ist seitlich eine Kapillare angeschmolzen, welche über einem Glashahn ein zweites, etwas größeres Gefäß *b* trägt. Dieses hat den Zweck, das Thermometer richtig zu stellen, wenn dasselbe infolge geänderten Luftdrucks falsch zeigt. Man braucht dazu, wenn es zu niedrig steht, nur den Hahn zu öffnen, *b* mit der Hand zu erwärmen und, wenn der richtige Stand erreicht ist, abzusperrn. Zeigt das Thermometer zu hoch, so wird (wenn es nach Öffnung des Hahnes nicht genügend sinkt) der Hahn herausgezogen; die bis zum Nullstrich gesunkene Flüssigkeit kann dann wie oben hinaufgetrieben werden. Ein kleines auf der Rückseite angebrachtes Quecksilberthermometer zeigt die richtige Temperatur an.



Das Prinzip dieses Thermometers ist nicht ganz richtig, da es zwar mit immer demselben Volumen Luft mittlerer Temperatur arbeitet, die Anfangsspannung dieser Luft aber nicht immer dieselbe ist, sondern mit dem Barometerstande variiert. Steigt also das Thermometer um eine bestimmte Anzahl von Graden, so kommt zu diesem variablen Anfangsdruck noch der constante Druck der gehobenen Flüssigkeitssäule hinzu, der Druck nimmt also nicht immer in demselben Verhältnis zu. Doch sind die hierdurch verursachten Fehler nicht hoch anzuschlagen, da selbst bei Steigung von 20° bis 150° z. B. die Flüssigkeit noch nicht 50 cm steigt, die Luft sich also fast unter constantem Druck ausdehnt¹⁾.

Hydraulischer Apparat zur Erläuterung elektrischer Erscheinungen.

Von Dr. A. H. Borgesius in Wageningen (Holland).

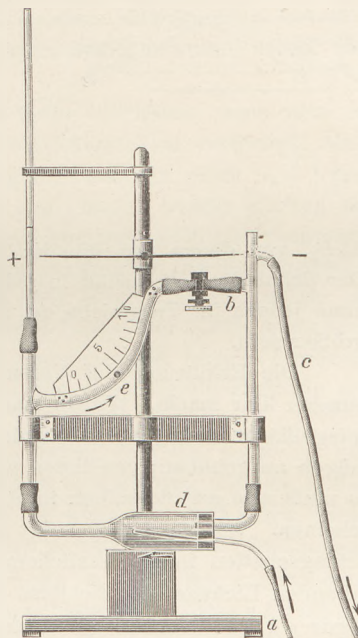
Wiederholt sind in dieser Zeitschrift Apparate beschrieben, welche die elektrischen Erscheinungen durch hydraulische Analogieen verdeutlichen sollen. Nur seiner Einfachheit

¹⁾ Anm. der Redaktion: Man vergleiche hierzu das Luftthermometer von Fr. C. G. Müller in dieser Zeitschr. I 102, III 214, wo die Korrektur wegen des Barometerstandes durch Verschiebung der Skala bewirkt wird.

wegen, welche es jedem erlaubt, sich denselben in kurzer Zeit herzustellen, möchte ich noch den folgenden hinzufügen. Der Apparat wurde speziell dazu konstruiert, Schülern den Zusammenhang zwischen Elektrisiermaschine und galvanischer Säule deutlich zu machen; die Hauptteile — Stromerzeuger und Stromanzeiger — können jedoch selbstverständlich auch zu anderen Combinationen, der Wheatstoneschen Brücke u. dgl. benutzt werden.

Als Stromquelle dient, wenn ein der statischen Maschine analoger Fall vorgezeigt werden soll, eine gewöhnliche gläserne Wasserstrahlpumpen (*d* in der Figur), welche unten an den Manometerröhren + und —, den Spannungszeigern, mittels kurzer Kautschukschläuche befestigt wird. Die Glasröhre + wird dabei an das Abflußrohr, die Röhre — an das Wasserzufuhrrohr der Pumpe angesetzt. Die Pumpe ist, wenn nun das dritte Rohr *a* (Saugrohr) mit der Wasserleitung verbunden und ein mäfsiger Wasserstrom eingeführt wird, leicht im Stande, das Wasser auf der positiven Seite etwa meterhoch hinaufzutreiben, solange das Verbindungsrohr *eb* mittels Quetschhahns geschlossen bleibt. Der Schlauch *c* führt dabei den Wasserüberschufs fortwährend ab, so dafs bei — das Niveau constant bleibt. Ein als Zeiger dienender horizontaler Metalldraht läfst den Höhenunterschied der Wasserspiegel + und — bequemer schätzen. Wird dann aber der Hahn *b* weit geöffnet, so tritt doch nur ein sehr schwacher Strom ein und die Druckdifferenz sinkt fast auf Null, wegen der geringen Kapazität der Pumpe.

Das in der Figur abgebildete weite Glasrohr *d* verhält sich gerade umgekehrt. Wird durch *a* Wasser zugeführt, so erhält man bei geschlossenem Hahn *b* nur eine geringe Höhendifferenz zwischen + und —, bei Öffnung des Hahnes dagegen einen ziemlich starken Wasserstrom durch *e*, während das Wasser bei + nur wenig sinkt. Hier wird nicht nur das geringe Quantum Wasser, welches *a* zuführt, in Bewegung versetzt, sondern die ganze in den weiten Röhren enthaltene Menge mitgeschleppt. Man hat hier einen der galvanischen Säule analogen Fall



Als Strommesser dient das in Form eines Kreisquadranten gebogene Glasrohr *e* mit dahinter angebrachter Papierskala. In diesem Rohre bewegt sich eine farbige Glaskugel, welche in ziemlich grosser Entfernung noch sichtbar ist¹⁾. Bei ruhendem Wasser liegt diese Kugel unten beim Nullstrich; sobald ein Strom eintritt, wird sie mitgeführt und steigt um so höher, je stärker der Strom ist, da die Neigung der Fläche, auf welcher sie ruht, nach oben hin stets stärker wird. (Eingeklemmte feine Metalldrähte verhindern oben und unten das Fallen resp. Mitreissen der Kugel aus dem Kreisquadranten.) Ein Vorteil dieses Stromanzeigers ist, dafs damit beliebige Empfindlichkeit leicht erreicht werden kann; eine leichte Siegellack- oder hohle Glaskugel zeigt auch den leichtesten Strom schon an; eine kleinere oder schwerere Kugel dagegen wird erst bei ziemlich starker Strömung gehoben.

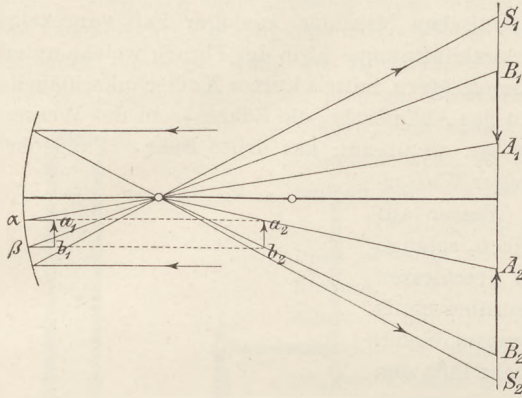
Ein Hohlspiegelversuch.

Von Professor Dr. **Karl Rosenberg** in Wien.

Man lasse auf einen gröfseren Konkavspiegel von nicht zu kleiner Brennweite mittels des Heliostaten oder mittels der Dubosqschen Lampe ein Bündel von Parallelstrahlen in der Richtung der optischen Achse auffallen. Es entsteht der bekannte Strahlendoppelkegel, und an der dem Hohlspiegel gegenüberliegenden Wand zeigt sich, wenn dieselbe weiter als die

¹⁾ S. 77 des vor. Jahrg. beschreibt Herr P. Spies einen analogen Stromindikator.

doppelte Brennweite vom Spiegel absteht, eine große, hellbeleuchtete Kreisfläche SS' . In der Figur, die die Aufstellung von oben gesehen zeigt, ist der Deutlichkeit halber und um an Raum zu sparen die auffangende Wand viel zu nahe an den Hohlspiegel gezeichnet. Der Versuch wirkt am besten, wenn man die Entfernung des Hohlspiegels von der Wand



etwa 4–6 m groß nimmt. Man bringe nun irgend einen schattenwerfenden Körper — etwa einen kleinen aus Carton ausgeschnittenen Pfeil, den man auf eine Glastafel geklebt hat — in die Lage $a_1 b_1$, also außerhalb der Achse und innerhalb der einfachen Brennweite. Auf dem Schirme erscheint ein vergrößerter, im Vergleich zu $a_1 b_1$ verkehrter Schatten in der Lage $A_1 B_1$. — Nun bringe man den schattenwerfenden Körper in die Lage $a_2 b_2$, also wieder außerhalb von der Achse, jetzt aber zwischen die einfache und die doppelte Brennweite. Es ergeben sich nun zwei Schatten $A_1 B_1$ und

$A_2 B_2$, von denen der eine im Vergleich zum Objekte aufrecht, der zweite umgekehrt ist. Der Schatten $A_1 B_1$ behält in jeder Lage des Objektes dieselbe Größe, der Schatten $A_2 B_2$ kann jedoch im Vergleich zu dem Schatten $A_1 B_1$ entweder kleiner oder gleich groß oder größer sein.

Die Erklärung des Versuches ist einfach, wenn man sich die geometrischen Beziehungen klar macht. Würde man den schattenwerfenden Körper bei $\alpha\beta$ direkt auf die Hohlspiegelfläche auflegen, so würde dadurch für eine Anzahl Spiegelpunkte das Reflexionsvermögen aufgehoben; von ihnen werden keine Strahlen gegen die auffangende Wand geworfen, es muß also auf derselben in $A_1 B_1$ ein (vergrößertes) dunkles Abbild des Objektes $\alpha\beta$ erscheinen. Wir werden geneigt sein, es als „Schatten“ zu bezeichnen, obwohl es nicht ein Schlagschatten in gewöhnlichem Sinne ist, sondern vielmehr eine wegen Mangels an auffallenden Lichtstrahlen lichtlose (dunkle) Figur; sie müßte ja ebenso entstehen, wenn die Figur $\alpha\beta$ aus dem Spiegel herausgeschnitten oder aus der Belegung herausgekratzt wäre, und sicher könnte in diesen Fällen von einem „schattenwerfenden“ Objekte keine Rede sein¹⁾. Rücken wir nun mit dem Objekte $\alpha\beta$ in die Lage $a_1 b_1$ oder in die Lage $a_2 b_2$, so bleiben die Verhältnisse — abgesehen von einem sehr geringen Unschärfwerden der Schattenränder — vollkommen dieselben. Es bleibt daher auch der „Schatten“ $A_1 B_1$ genau derselbe rücksichtlich seiner Lage und seiner Größe. Wird die Größe von $A_1 B_1$ mit L_1 , jene von $a_1 b_1$ mit l , die Entfernung der auffangenden Wand vom Spiegel mit E und endlich die Brennweite des Spiegels mit f bezeichnet, so ergibt sich sehr leicht aus ähnlichen Dreiecken und unter Berücksichtigung der bei sphärischen Spiegeln von kleiner Apertur zulässigen Vernachlässigungen

$$L_1 = \frac{l(E-f)}{f}.$$

Befindet sich dagegen das schattenwerfende Objekt in der Lage $a_2 b_2$, wobei seine Entfernung vom Spiegel e sein möge, so entsteht außer dem „Schatten“ $A_1 B_1$ durch die Lichtstrahlen, welche vom Brennpunkte aus nach dem Kreise SS' gehen, also gleichsam eine centrale Beleuchtung bilden, ein wirklicher Schlagschatten $A_2 B_2$. Ist dessen Größe L_2 , so ergibt sich ebenso leicht wie früher

$$L_2 = \frac{l(E-f)}{e-f}.$$

¹⁾ Vgl. übrigens auch O. Ohmanns schöne Denkaufgabe über den Planspiegel in dieser Zeitschrift XI 81, mit welcher die vorliegende in gewissem Sinne verwandt ist.

Nun ist offenbar $L_1 > L_2$, wenn $e - f > f$, also $e > 2f$
 $L_1 = L_2$, wenn $e - f = f$, also $e = 2f$
und $L_1 < L_2$, wenn $e - f < f$, also $e < 2f$ ist.

Messende Versuche bestätigen die Richtigkeit dieser Ergebnisse, welche natürlich ebenso auf konstruktivem Wege gefunden werden können.

Ein Versuch mit der Leydnerbatterie.

Von Professor Dr. **Karl Rosenberg** in Wien.

J. TYNDALL beschreibt in seinen „Vorträgen über Elektrizität“ (in der deutschen Übersetzung von Rosthorn auf S. 138) einen einfachen Versuch, welcher jedoch wenig bekannt ist, obwohl sein Wert für den Unterricht, wie die nachfolgenden Zeilen erweisen sollen, ein sehr vielseitiger ist.

Man benötigt zu dem Versuche eine etwa 10–20 cm lange (übrigens, wenn man es wünscht, noch viel längere) Kette aus Stahldraht, die man folgendermaßen verfertigt. Man biegt eine entsprechend große Anzahl von etwa 2 cm langen Stückchen eines $\frac{1}{2}$ –1 mm starken Klaviersaitendrahtes zu Kettengliedern von etwa 8 mm Länge, welche einfach ineinander gehakt werden; damit ist die Kette fertig. Man kann übrigens auch Heftklammern aus dünnem Stahldraht, wie sie die Buchbinder zum Heften verwenden, als Kettenglieder zurichten. Läßt man die Entladung einer Leydnerflasche oder einer Flaschenbatterie im Dunklen durch die Kette erfolgen, so sprühen von der ganzen Länge der Kette momentan lebhaft Eisenfunken weg. Der Versuch gelingt bereits mit einer ziemlich kleinen Leydnerflasche vollkommen befriedigend; mit einer Influenzmaschine und einer Leydnerbatterie angestellt, wirkt derselbe überraschend effektiv.

In der einfachsten Weise wird der Versuch angestellt, indem man die Kette an den von einander entfernten Kugelstäben des Henleyschen Entladers so befestigt, daß sie schlaff in einer Kurve herabhängt. Fehlt der Henleysche Entlader, so kann man auf einem Brettchen zwei Siegelack- oder Glasstangen in vertikaler Lage und in entsprechender Entfernung von einander festmachen und an den oberen Enden die Kette in der oben angegebenen Weise befestigen. An jedes Ende der Kette bindet man einen biegsamen dünnen Draht an; den einen legt man auf die Tischplatte und beschwert ihn in der Nähe des Endes mit irgend einem Gegenstande, den zweiten befestigt man an dem einen Arme eines gewöhnlichen Ausladers. Nun wird eine Leydnerflasche geladen und mit der äußeren Belegung auf das am Tische liegende Drahtende gestellt. Nähert man sodann den Auslader in rascher Bewegung dem Kugelstabe der Leydnerflasche, so erfolgt die Entladung durch die Kette. Mit geringer Mühe kann man auch eine Leydnerflasche derartig — ähnlich einer Maßflasche — herrichten, daß die von Zeit zu Zeit erfolgenden Selbstentladungen der Flasche durch die Kette erfolgen.

Sehr schön läßt sich der Versuch ausführen, wenn man jene aus Influenzmaschine, Leydnerbatterie, Isolierschemel, Maßflasche, Henleyschem und Riefschem Entlader bestehende Apparatenzusammenstellung verwendet, welche Weinhold in seinen „Demonstrationen“ empfiehlt, und welche bei allen derartigen Versuchen die allerbesten Dienste leistet. Dabei hängt die Kette wieder zwischen den Kugelstäben des Henleyschen Entladers. Nach je ein paar Umdrehungen der Maschine bewirkt man durch Ziehen an der Seidenschnur des Riefschen Entladers die Entladung der Batterie; jedesmal erfolgt das Aufsprühen längs der ganzen Kette. Dabei macht man aber eine interessante Wahrnehmung. Je häufiger die Entladung durch die Kette erfolgt ist, desto weniger brillant wird die Erscheinung, bis endlich nur mehr an ganz wenigen Stellen der charakteristische Eisenfunke auftritt und schließlich auch an diesen verschwindet. Erschütterter man aber die Kette mit einem Glasstabe ganz wenig, so tritt die Erscheinung sofort wieder in ihrem vollen Glanze auf. Hieraus kann man sofort den Schluß ziehen, daß die Kette infolge der elektrischen Entladungen gleich einem Cohärer — als der sie ja ohne weiteres auch benutzbar ist — leitend und zwar

immer besser leitend wird, je häufiger die Entladung durch dieselbe erfolgt ist. Um sich davon zu überzeugen, befestige man an jeder Kugelstange des Henleyschen Entladers eine Doppelklemme, von welcher man, wenn nötig, das eine Loch mit einer Reibahle entsprechend erweitert hat, und verbinde beide Klemmen durch einen Schließungskreis, in welchem ein Tauchelement und eine elektrische Klingel eingeschaltet ist. Vor dem oben geschilderten Versuche läutet die Klingel nicht; der Widerstand der Kette ist eben ein zu großer. Spannt man die Kette, indem man in der Mitte den Finger aufsetzt und nach unten drückt, so tritt das Läuten sofort ein und dauert so lange an, als der Druck des Fingers währt; läßt man mit demselben nach, so verstummt die Klingel augenblicklich (in dieser Form ist der Versuch von Nutzen für die Erklärung des Mikrophones). Wird nun aber die Ladung und darauf die Entladung der Leydnerbatterie vorgenommen, so erfolgt zumeist schon vor der Entladung, sicher aber nach der ersten Entladung das Läuten der Klingel, welches so lange andauert, als die Kette nicht erschüttert wird.

Auch das Prinzip der Telegraphie ohne Draht läßt sich mit der einfachen Kette in ausreichender Weise erläutern. Man läßt zu diesem Zwecke die Entladungsfunken der Influenzmaschine, welche in diesem Falle natürlich ohne die frühere Verbindung mit der Leydnerbatterie und den übrigen Hilfsapparaten benutzt wird, am besten zwischen zwei isoliert aufgestellten Conductoren von etwa 2 cm Durchmesser, von welchen jeder mit einem Pole der Influenzmaschine verbunden ist, erfolgen. Auch in einem Ölbade können die Funken erzeugt werden, doch erwies sich dies zumeist als unnötig. Die lose hängende Kette ist als Cohärer mit einer Batterie und einer empfindlichen Klingel in Verbindung; dieses ganze Arrangement ist in einer entsprechenden Entfernung von der Influenzmaschine (die Versuche gelangen dem Ref. mit diesen einfachen Mitteln bis zu 4 m Entfernung) aufgestellt. Noch besser ist es, in den Schließungskreis statt der Klingel ein Relais zu schalten, welches einen Schreibapparat mittels einer Localbatterie in Gang setzt. Am Hebel des Schreibapparates ist ein federnder Draht befestigt, auf welchem die Kette lose aufliegt, dergestalt, daß der Schreibapparat selbst die nach jeder Anziehung nötige Erschütterung der Kette besorgt.

Ein Vorlesungsversuch über die Entladungen.

Von Prof. P. Siłow in Warschau.

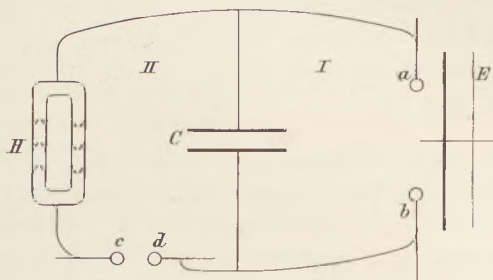
Es ist wichtig, die elektrische Entladung, sowohl kontinuierliche, als auch oszillierende, vor einem großen Auditorium zeigen zu können. Die bis heutigen Tages vorgeschlagenen zahlreichen Versuche für diesen Zweck sind entweder ungenügend demonstrativ, oder wenig überzeugend (denn sie lassen die Frage offen, ob es sich um eine oszillierende, oder nur um eine discontinuierliche Entladung handelt). Folgender Versuch, wie es mir scheint, eignet sich am besten für den genannten Zweck.

Vorläufig muß bemerkt werden, daß die Entladungen beider Art zwischen den Conductoren einer Elektrisiermaschine leicht zu erhalten sind. Wenn die Conductoren einander genähert sind, so entsteht zwischen ihnen eine kontinuierliche Entladung und die Funkenenden sind verschieden: am positiven Conductor ist der Funke breiter als am negativen; man entferne aber allmählich die Conductoren von einander: bei einer gewissen Entfernung derselben ändert der Funke sein Aussehen und seine beiden Enden stellen sich identisch vor; das kommt davon, daß die Entladung jetzt eine oszillierende ist und die successiv und rasch folgenden Funken entgegengesetzter Richtungen, so zu sagen, sich aufeinander lagern.

Am bequemsten läßt sich die Richtung einer elektrischen Entladung mittels Holtzscher doppelter Röhre demonstrieren. Diese Röhre besteht aus zwei Zweigen, in welchen Trichterventile eingeschmolzen sind und deren Spitzen in einem Zweige nach rechts, in dem anderen nach links gerichtet sind. Die Entladung geht durch das Trichterventil nur von der Spitze zur Basis. Wenn man eine kontinuierliche Entladung durch eine doppelte Holtzsche Röhre durchgehen läßt, so leuchtet nur ein Zweig, der eine oder andere je nach der Richtung der

Entladung; wenn man aber eine oszillierende Entladung durch die Röhre gehen läßt, so leuchten ihre beiden Zweige, denn die linke Entladung geht durch einen Zweig, die folgende rechte Entladung geht durch den anderen Zweig u. s. w.

Jetzt wenden wir uns zum Versuche selbst. Die nachstehende Zeichnung giebt die Anordnung der Apparate an: eine Leydener Flasche *C* ist durch zwei parallele Drähte, *I* und *II*, verbunden; in dem Drahte *I* ist eine Elektrisiermaschine *E* eingeschlossen, deren Conductoren *a* und *b* insofern von einander entfernt sind, daß zwischen ihnen kein Funke entsteht; in dem Drahte *II* ist eine doppelte Holtzsche Röhre und ein Funkenunterbrecher *cd* angebracht. Jetzt wird die Maschine *E* gedreht; sobald die Flasche stark genug geladen ist, entladet sie sich durch den Unterbrecher und die Holtzsche Röhre. Dabei leuchtet nur ein Zweig, wenn der Funke in dem Unterbrecher *cd* kurz ist, und es leuchten die beiden Zweige, wenn der Funke in *cd* eine genügende Länge hat. Im ersten Falle ist die Entladung eine kontinuierliche, im zweiten — eine oszillierende.



Für die Praxis.

Elektrisieren des Elektrophors ohne Reiben. Von H. Rebenstorf in Dresden. Bei der ersten Vorführung des Elektrophors wird man natürlich nicht auf das Elektrisieren durch Reiben verzichten wollen. Um aber mühelos eine möglichst große Leistung des Elektrophors zu erzielen, lade man den Elektrophor wie eine Franklinsche Tafel von der Influenzmaschine aus, indem man den auf dem Tische liegenden Teller zur Erde ableitet und dem in die Mitte gesetzten Deckel mit dem Auslader negative Elektrizität zuführt. Den Deckel rücke man mehrmals im Kreise herum, damit die Platte an verschiedenen Stellen wirklich berührt wird. Nachdem mehrere am Deckelrande hin- und herspringende Entladungen stattgefunden haben, hebt man den gewöhnlich merklich festgehaltenen Deckel empor, wobei meistens eine fernere Entladung eintritt. Der Elektrophor ist nunmehr wie nach dem Reiben der Platte verwendbar, nur sind die Wirkungen erhöht. Der Deckel läßt beim Abheben das Geräusch der Büschelentladung vernehmen, die Funken erreichen also die größtmögliche Länge; bei der Verbindung von Teller und Platte durch den Körper bemerkt man eine kräftige Erschütterung. Legt man den Elektrophor auf einen Isolierschemel, so lassen sich aus Deckel und Teller abwechselnd hörbare Funken ziehen.

Der stark elektrisierte Elektrophor behält seine Ladung genügend lange, um beim Anregen der Influenzmaschine gebraucht werden zu können. Voraussetzung ist auch hier, daß die Ebonitplatte nicht gar zu unwirksam geworden ist. Es empfiehlt sich, von Zeit zu Zeit beide Seiten der Platte mit etwas Petroleum abzureiben.

Verbrennung von Magnesium in Wasserdampf. Auch bei Benutzung eines Erlenmeyerschen Kolbens für die Verbrennung von Magnesium in Wasserdampf ist man der Gefahr des Zerspringens des Kolbenhalses ausgesetzt; ferner ist die Reinigung des Gefäßes umständlich. Einen recht geeigneten Verbrennungsraum erhält man aus einem großen Becherglase, welches mit einem ausgeglühten, in der Mitte mit einem 2 cm weiten Loch versehenen Stück Schablonenkupfer überdeckt wird. Den überragenden Rand des dünnen Bleches biegt man an den Gefäßwänden herab. Im Dampfe des in dem Becherglase siedenden Wassers brennt das durch die Öffnung brennend eingesenkte Metall mit anscheinend unverminderter Lichtentwicklung trotz des zur Wasserzersetzung erforderlichen großen Energieaufwandes. Um auf die über der Öffnung sich erhebende Wasserstoffflamme alle

Zuhörer aufmerksam zu machen, führt man die Verbrennung sofort noch ein zweites Mal aus. Trotzdem diese Flamme gewöhnlich auch ohne Ablendung des Magnesiumlichtes genügend sichtbar ist, erscheint es nicht unangebracht, dieselbe durch einen behutsam hineingehaltenen (ausrangirten) Glühstrumpf noch besser hervortreten zu lassen.

Schüler pflegt es zu interessieren, daß man bei Verbrennung von Magnesiumband in Luft die festhaltende Zange durch zwei größere Münzen ersetzen kann, zwischen denen man das Bandende mit den Fingern zusammendrückt; der Streifen muß nur ziemlich wagrecht gehalten werden, sobald die Verbrennung bis in die Nähe der Finger vorgeritten ist.

Verbrennung von Magnesium in Kohlensäure. Bei der von kleinen Explosionen begleiteten Verbrennung von Magnesiumband in Kohlensäure tritt bekanntlich öfters Erlöschen ein. Etwas ruhiger und ohne Unterbrechung verbrennt das Metall, wenn der Kohlensäure eine gewisse Quantität Wasserdampf beigemischt ist. Man kann dies beobachten, wenn man vor dem Einleiten der Kohlensäure in das Becherglas etwas heißes Wasser gegossen hatte. Das Glas ist wie beim vorigen Versuch mit einem Deckel aus Schablonenkupfer zu versehen. Der ausgeschiedene Kohlenstoff wird in anscheinend nicht erheblich verminderter Menge erhalten und ist zwar an manchen Stellen von Oxyd bedeckt, aber doch sofort sichtbar.

Entzündung von Natrium auf Wasser in reinem Sauerstoff. Den von Ohmann angegebenen Verbrennungsversuchen (diese Zeitschr. XI 226) kann man, was die Ausführung anbetrifft, nicht methodisch, den folgenden anschließen. Wirft man auf die Oberfläche von Wasser, welches sich in einem größeren Gefäß befindet, Natriumstücke und folgt man den umhereilenden Kügelchen mit der Sauerstoff zuführenden Röhre, so pflegen besonders nicht zu kleine Metallstücke sich zu entzünden. Sicher tritt dies ein, wenn das Wasser etwas angewärmt war, ohne indessen die Temperatur (ca. 60°) zu erreichen, bei der auch in Luft Entzündung erfolgt. Es ist zur Erklärung der Erscheinung nicht nötig, anzunehmen, daß die Entzündungstemperatur des Metalles in reinem Sauerstoff niedriger liege als in gewöhnlicher Luft. Für die Entzündung von Wasserstoff in Luft, bez. Sauerstoff sind von Mallard und Le Chatelier die Temperaturen wenig verschieden gefunden worden (Dammer, Handbuch d. anorg. Chem. I, 388). Es wird aber wohl schon infolge der Oxydation des Natriums durch den Sauerstoff des Wassers an einigen Stellen die Entzündungstemperatur von Natrium oder Wasserstoff (beginnende Rotglut) erreicht, worauf auch die gelegentlich auftretenden Fünkchen schließen lassen. Während nun die abkühlend wirkende Fortbewegung der Natriumkügelchen die beginnende Entflammung alsbald wieder erlöschen läßt, ist dies in einer Umgebung von reinem Sauerstoff infolge der an den Punkten beginnender Verbrennung (Fünkchen) sofort entstehenden höheren Temperatur nicht mehr der Fall. Wenn die Entzündung auf Wasser von 10—20° über Zimmertemperatur regelmäßiger eintritt, so dürfte weniger diese geringe Temperaturerhöhung selbst, als vielmehr der damit zusammenhängende größere Reichtum des umgebenden Gases an Wasserdampf als Ursache anzusehen sein, dessen Gegenwart und Menge bei Entzündungs- und Verbrennungsercheinungen eine bekanntlich sehr wesentliche Bedeutung hat. Die Verbrennung des Natriums erfolgt bei dem beschriebenen Versuche oft in der so merkwürdigen Form der Explosion (vergl. Ohmanns Bemerkung, a. a. O. S. 230); es ist daher wenigstens eine teilweise Bedeckung des Gefäßes erforderlich.

Um das Untersinken schwimmenden Filtrierpapiers zu vermeiden, auf dem Natriumstücke auch auf kaltem Wasser sich entzünden, kann man zunächst eine Anzahl abgebrannter Zündhölzchen auf das Wasser werfen und erst auf diese das Papierstück legen.

H. Rebenstorff, Dresden.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Photographie der manometrischen Flamme. Doumer hat zuerst die manometrische Flamme photographiert (*C. R.* 103, 340; 105, 1247) und dann unabhängig von ihm MERRITT (*Physic. Rev.* 1, 166; 1893). Letzterem gelang es nur dürftig, die von einem gewöhnlichen Königschen Manometer erzeugte Flamme auf einer rasch bewegten Platte zu photographieren. Die Flamme war zu arm an ultravioletten Strahlen, die Entwicklung der unterexponierten Platten daher außerordentlich mühsam; die Bilder fielen ganz unbefriedigend aus. MERRITT vergrößerte die photographische Wirkung durch die Benutzung eines Brenners, bei dem reiner Sauerstoff die Leuchtgasflamme umgab. (Fig. 1, *M* Membran, das Leuchtgas strömt bei *G* und der Sauerstoff bei *S* ein.) Mit einem solchen Brenner erhielt er bequem auf einer bewegten Platte Bilder, die deutlich die Königschen Zähne zeigten. Später ließ er das Gas, um es zu karburieren, durch einen Behälter mit Petroläther strömen und erzeugte so eine noch stärker leuchtende Flamme. Bei MERRITTS Versuchen schob die bewegte Platte wagrecht durch das Feld der Kamera mit einer Geschwindigkeit, die ausreichte, die verschiedenen Flammenbilder deutlich zu trennen. Der Plattenhalter glitt zwischen den Führungen mit einer Geschwindigkeit von 2 m in der Sekunde. Die Aufnahme erforderte nur wenige Hundertstel einer Sekunde. Das jetzt allgemein verwendete Acetylen gas liefert ein noch wirksameres Licht, dessen Stärke nur das Magnesiumlicht übertrifft; doch kann man letzteres ebenso wenig wie elektrisches Bogenlicht manometrisch verwerten. Läßt man die Acetylenflamme im Merrittschen Brenner in Sauerstoff brennen, so kann man die Lichtstärke noch weiter steigern.

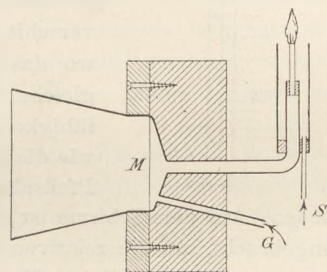


Fig. 1.

1897 haben EDWARD L. NICHOLS und Prof. MERRITT neue Versuche über die Photographie der manometrischen Flamme angestellt (*Nature* 59, 320—323; 1899). Sie speisten den Merrittschen Brenner statt mit Leuchtgas mit einer Mischung gleicher Raumeile von Acetylen und Wasserstoff und nahmen die Photographieen statt mit Glasplatten mit 120 cm langen Films auf. Die Camera enthielt die üblichen Linsen und Bälge und einen rechteckigen Holzkasten mit der Trommel *T*, auf deren Umfang der Film angebracht war. (Fig. 2, *F* ist die Flamme.) Die Trommel konnte mit der erforderlichen Geschwindigkeit entweder, wie in der Zeichnung, mittels eines Treibriemens durch einen Elektromotor oder, was zuweilen zweckmäßiger war, mit der Hand gedreht werden. Der Kasten, in dem die Trommel saß, war lichtdicht, doch gestattete ein verschließbarer lotrechter Spalt den Strahlen den Eintritt. Der Beobachter, der bei der manometrischen Flamme stand, konnte den Verschluss elektrisch öffnen. Dieser blieb während einer Umdrehung der Trommel offen und schloß sich dann sofort von selbst. Die Trommel machte bei den meisten Versuchen eine Umdrehung in einer Sekunde.

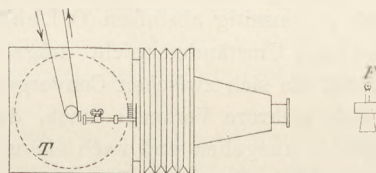


Fig. 2.

H.-M.

Vorlesungsversuch über die relativen Wärmeleitungsfähigkeiten verschiedener Metalle. In der *Nature* 60, 244; 1899 beschreibt EDWIN EDSER folgende sehr schnell und einfach zusammensetzende Vorrichtung, um die relativen Leitungsfähigkeiten einiger Metalle in etwa einer Minute der Größe nach zu bestimmen. Die wesentlichen Teile des Apparats können auf einen Schirm projiziert werden. Ein etwa 10 cm weites und 20 cm langes Stück eines Messingrohres ist an einem Ende durch eine Messingscheibe verschlossen, in die mehrere Löcher gebohrt sind, um die Enden von 2,5 mm dicken und etwa 15 bis 20 cm langen Stäben aus Kupfer, Messing, Eisen u. s. w. aufzunehmen, die senkrecht zur Scheibe darin festgelötet werden. Jeder Stab ist mit einem kleinen Zeiger versehen, der aus einem

Stück etwa 0,8 mm starken Kupferdrahtes in die in Fig. 2 vergrößert dargestellte Gestalt gebogen ist. Eine kleine Pfeilspitze aus geschwärztem Papier oder Glimmer ist mit Schellackfirnis daran befestigt. Die Ringe der Zeiger sind mit einem Stabe gewunden, dessen Durchmesser nur ganz wenig größer als der der Versuchsstäbe ist. Vor dem Versuche dreht man das Messinggefäß um, schiebt einen Zeiger so auf jeden Stab, daß der einfache Ring den Boden berührt, und gießt geschmolzenes Paraffin um die Ringe. Stellt man das Gefäß

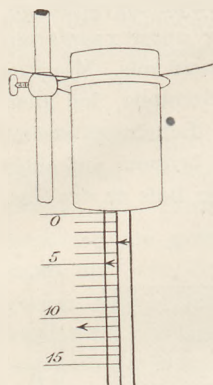


Fig. 1.

wie in Fig. 1 mit den Stäben abwärts auf, so hält das erstarrte Paraffin die Zeiger fest. Nun bringt man die Vorrichtung zwischen den Condensator und das Objektiv des Projektionsapparates und gießt siedendes Wasser in das Messinggefäß. Erreicht der in der Nähe der Zeiger-Doppelringe gelegene Teil eines Stabes die Schmelztemperatur des Paraffins, so beginnt der Zeiger abwärtszugleiten und nimmt dabei das Paraffin mit. Haben die Stäbe ständige Wärmezustände erreicht, so sind die Zeiger auf den verschiedenen Stäben zu Stellen herabgeglitten, wo das Paraffin gerade erstarrt und also der gleiche Wärmezustand herrscht. Die Leitungsfähigkeiten der verschiedenen Stäbe verhalten sich wie die Quadrate der Entfernungen der durch die Pfeilspitzen markierten Stellen von dem Gefäß-

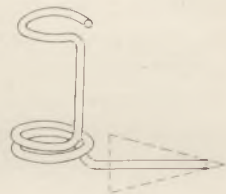


Fig. 2.

boden. Auf dem Schirme ist eine gleichmäßige oder noch besser eine quadratische Einteilung angebracht, um die relativen Leitungsfähigkeiten direkt ablesen zu können. In Fig. 1 sind Stäbe von Kupfer (links), Messing (in der Mitte) und weichem Stahl (rechts) dargestellt. Die Zeiger haben solche Stellungen, welche sie am Ende eines Versuches einnehmen. *H.-M.*

2. Forschungen und Ergebnisse.

Kathoden-, Kanal- und Röntgenstrahlen. Die durch Kathodenstrahlen erzeugten Schattenbilder untersuchte A. WEHNELT (*Wied. Ann.* 68, 584; 1899). Bei einigen Forschern ist neuerdings ein Zweifel darüber entstanden, ob die gegeneinander geneigten Kathodenstrahlen sich ungestört durchschneiden (Wiedemann und Ebert, Goldstein) oder ob sie sich gegenseitig abstossen (O. Lehmann). Letztere Annahme beruhte darauf, daß man unter gewissen Umständen nicht umgekehrte, sondern auch aufrechte Bilder von Gegenständen erhält, die sich zwischen Convergenzpunkt und Kathode befinden. WEHNELT weist dagegen durch mehrere Versuche nach, daß die gewöhnlichen Strahlen (K_1), die von einer Hohlkathode ausgehen und nach einem Punkt der Röhre convergieren, stets umgekehrte Bilder von solchen Gegenständen auf einem fluoreszierenden Kreideschirm erzeugen. Dagegen findet er, daß von der Kathode noch eine zweite Sorte von Strahlen (K_2) ausgehen, die aufrechte Bilder entwerfen können. Die Strahlen K_2 verlaufen immer in der Hauptrichtung des Rohres, bei höheren Drucken ein wenig convergierend mit sehr fernem Convergenzpunkt, bei niedern Drucken vollständig parallel zur Rohrachse. Für gewöhnlich sind sie zu schwach, und man bekommt nur das von den Strahlen K_1 herrührende umgekehrte Bild zu sehen. Stellt man aber den Gegenstand in den Vereinigungspunkt der K_1 -Strahlen, so werden diese abgeblendet, und das von den K_2 -Strahlen erzeugte Bild wird sichtbar. Die K_2 -Strahlen verlaufen unabhängig von Krümmung und Neigung der Kathode; sie treten als Vollcylinder aus der ganzen Fläche der letzteren aus und besitzen eine geringere Luminescenz erregende Kraft als die K_1 -Strahlen. Die Schatten der K_2 -Strahlen sind bei höheren Drucken etwas kleiner, bei niederen Drucken ebenso groß wie der Gegenstand. Durch eine drehbare Hohlkathode läßt sich der Gang der K_1 -Strahlen verändern, während die K_2 -Strahlen stets dieselbe Richtung parallel der Rohrachse beibehalten.

Die Bedeutung der Kathodenstrahlen und Kanalstrahlen für den Entladungsmechanismus behandelt O. BERG (*Wied. Ann.* 68, 688; 1899). Die Kathodenstrahlen gingen durch die mit einer Öffnung versehene Anode hindurch und trafen auf einen Schirm,

dessen Ladungen durch ein Galvanometer gemessen werden konnten. Als Resultat ergab sich, daß durch die Kathodenstrahlen Elektrizitätsmengen transportiert werden, welche der gesamten, ein Entladungsrohr durchwandernden Elektrizitätsmenge an Größenordnung gleich sind. Kathodenstrahlen treten, unbekümmert um die absolute Höhe des Potentials, überall da auf, wo genügend große Potentialdifferenzen vorhanden sind. So gingen z. B. bei isolierter Anode auch von dem Schirm Kathodenstrahlen aus, obwohl dieser kräftige positive Ladungen besaß; nur befand er sich auf niedrigerem Potential als seine Umgebung.

Machte man die durchlöchernte Scheibe zur Kathode, die frühere Kathode aber zur Anode, so ließen sich die Goldsteinschen Kanalstrahlen beobachten. Bei metallischer Verbindung des Schirms mit der Anode erhält man auf beiden Seiten der Kathode Kanalstrahlen. Verf. erklärt sie als eine Strahlung positiver Teilchen, die von der Anode (im letzten Falle auch von dem Schirm als zweiter Anode) ausgehen und durch die Öffnung der Kathode in den entgegengesetzten Raum eintreten; sie wären danach als „Anodenstrahlen“ aufzufassen. Die Kathodenstrahlen entstehen mit größerer Leichtigkeit als die Anodenstrahlen und bilden das wesentliche Ausgleichsmittel von Potentialdifferenzen innerhalb der Röhre. Die Anodenstrahlen rufen schwächere Phosphoreszenz hervor und sind auch weniger stark durch den Magneten ablenkbar; möglicherweise haben die sie bildenden positiven Teilchen größere Masse und darum geringere Geschwindigkeit.

Eine neue Methode zur Erzeugung von Kathodenstrahlen giebt L. FOMM an (*Wied. Ann.* 68, 620; 1899). Um eine Glasröhre, die mit einer Luftpumpe in Verbindung steht, werden zwei Ringe von dünnem Draht (Aluminium) in 15 cm Entfernung angebracht und mit den Polen eines Induktoriums verbunden. Wird die Röhre evakuiert, so zeigen sich in ihr zuerst die Erscheinungen der Geißlerschen Röhren, und zwar sind die Entladungen oszillierend; die beiden äußeren Elektroden erscheinen gleichzeitig als Anode und Kathode. Bei weiterem Evakuieren entstehen in dem Raum zwischen den beiden Ringen blaue Strahlen, die alle Eigenschaften von Kathodenstrahlen besitzen, Phosphoreszenz erregen, auch vom Magneten abgelenkt werden. In dem der andern Elektrode abgewandten Theil der Röhre entsteht ein wulstartiges Gebilde, das dem Einfluß des Magneten weniger unterliegt. Wird nur ein Ring mit dem Induktorium verbunden, dessen anderer Pol zur Erde abgeleitet ist, so treten die Strahlen zu beiden Seiten des Ringes auf. Bei sehr hohem Vakuum werden die Strahlen unsichtbar und sind dann nur an der Phosphoreszenz erregenden Wirkung zu erkennen. Eine zwischen die beiden Ringe gebrachte Metallplatte sendet senkrecht zu ihrer Oberfläche von ihrem Mittelpunkte intensive Strahlen aus, die lebhafte Phosphoreszenz und Röntgenstrahlen erzeugen.

Die diffuse Zerstreuung der Kathodenstrahlen in verschiedenen Gasen untersuchte W. KAUFMANN (*Wied. Ann.* 69, 95; 1899). Ein begrenztes Bündel Kathodenstrahlen wurde durch einen Messingcylinder geleitet, der mit verschiedenen Gasen gefüllt werden konnte; ein Teil der Strahlen wurde von den Gasteilchen zerstreut und gab an die Wände des Cylinders seine Ladung ab, die durch ein damit verbundenes Galvanometer gemessen werden konnte. Der Hauptteil der Strahlen traf in einem zweiten Raum auf eine Aluminiumplatte, deren Ladung ebenfalls zu dem Galvanometer floß. Gemessen wurde jedesmal das Verhältnis der beiden Ladungen. Daraus berechnete Verf. den „Zerstreuungscoefficienten“ b , d. h. die Abnahme der Gesamtladung in der Richtung der Strahlen. Diese Größe b ist abhängig von der Natur und dem Drucke p des Gases sowie von dem Entladungspotential V , bei dem die Strahlen erzeugt werden. Verf. giebt genauere Zahlen für Stickstoff, Kohlendioxyd und Kohlenoxyd. Es ergab sich, daß bei demselben Gase die Größe $\beta = b \cdot V/p$, das „spezifische Zerstreuungsvermögen“, nahezu const. ist. Bezeichnet M_0 das Molekulargewicht, ρ den Radius der Wirkungssphäre des betreffenden Gasmoleküls, so erhält man für die drei genau untersuchten Gase $\beta/2 M_0 \cdot \rho = \text{const.}$ (nämlich bei $N_2 = 11,85 \cdot 10^9$, bei $CO_2 = 11,95 \cdot 10^9$, bei $CO = 11,60 \cdot 10^9$). Verf. versucht die beobachteten Erscheinungen auf Grund der Emissionstheorie der Kathodenstrahlen zu erklären, ohne jedoch zu völlig einwandfreien Ergebnissen zu gelangen.

Die Geschwindigkeit der in den Kanal- und Kathodenstrahlen fortgeschleuderten Teilchen wurde bisher gewöhnlich durch Ablenkungsbeobachtungen ermittelt. Wie P. EWERS (*Wied. Ann.* 69, 167; 1899) zeigt, kann man diese Größe aus der Combination einer Messung der Elektrizitätsmenge mit einer Energiemessung, d. h. einer kalorimetrischen Messung erhalten, wenn man den aus der Elektrolyse folgenden Wert für das Verhältnis der Ladung eines materiellen Theilchens zu seiner Masse (ϵ/m) zu Grunde legt. Da nach den Gesetzen der Elektrolyse 1 g-Äquivalent jedes Stoffes mit einer bestimmten Elektrizitätsmenge (96540 Coulomb) verbunden sind, so ist für N -wertige Atome vom Atomgewichte A : $\epsilon/m = N/A \cdot 9,654 \cdot 10^3$ [$\text{cm}^{1/2} \text{g}^{1/2} : \text{g}$] pro g. Unter der Annahme, daß die Kanalstrahlen bei einer Eisenkathode aus fortgeschleuderten Eisenionen bestehen, berechnet der Verf. $\epsilon/m = 345$, während Wien auf ganz anderem Wege 312,5 erhielt. Diese nahe Übereinstimmung spricht dafür, daß die Kanalstrahlen in der That aus fortgeschleudertem Kathodenmaterial gebildet sind.

Zu den Messungen benutzte EWERS Kathoden aus feinem Drahtgewebe (Aluminium, Eisen, Platin); die Entladungen wurden in drei verschiedenen Gasen (Wasserstoff, Stickstoff und Kohlensäure) untersucht. Sobald die Kanalstrahlen bemerkbar wurden, trat in dem die Anode nicht enthaltenden Teil der Röhre positive Elektrizität auf. Der Moment des ersten Auftretens von Kanalstrahlen erwies sich als vom Kathodenmaterial unabhängig; er ist dagegen von dem Druck der Gasfüllung in der Weise abhängig, daß die molekularen Weglängen der verschiedenen Gase einen bestimmten gleichen Wert erlangt haben müssen. Bei einem Abstand der Auffangelektrode von der Kathode von 4 cm war jener Wert bei den Röhren des Verf. 0,541 mm. Bei denselben Drucken (0,261 mm für H_2 , 0,141 mm für N_2 , 0,094 mm für CO_2) haben auch die Querschnitte sämtlicher Moleküle im ecm den gleichen Wert, nämlich 3,24 qcm. In demselben Augenblick, wo die Kanalstrahlen aufzutreten anfangen, beginnt die Spannungsdifferenz zwischen Anode und Kathode, die vorher beständig abnahm, wieder zu wachsen. Ist die Evakuierung soweit fortgeschritten, daß die Bewegungsgröße des geschleuderten Metalles gleich oder größer geworden ist als die Bewegungsgröße der den Gasraum erfüllenden Moleküle, so beginnen die Kanalstrahlen eine gewisse Entfernung zu erreichen.

Der Verf. maßt sodann mittelst eines Kalorimeters die durch das Auftreffen der Kanalstrahlen erzeugte Wärmemenge. Dieselbe betrug 11–18% der zugeführten Gesamtenergie. Aus der Wärmemenge und dem für jede der drei Kathoden auf die beschriebene Art bestimmten Werte von ϵ/m läßt sich die Geschwindigkeit v der fortgeschleuderten Kathodenatome berechnen. EWERS fand v auf diese Weise für Aluminium bei 4600 Volt Spannung $= 5,73 \cdot 10^7$ cm/sec, für Eisen bei 5200 Volt Sp. $= 3,6 \cdot 10^7$ cm/sec, für Platin bei 5350 Volt Sp. $= 1,69 \cdot 10^7$ cm/sec. Die der auffangenden Wand durch die Kanalstrahlen zugesandte Materie ist zu gering, um nachgewiesen zu werden: zum Absetzen von nur 1 mg Aluminium würden 288 Stunden erforderlich sein.

Dieselben Messungen wie für die Kanalstrahlen wurden auch für die Kathodenstrahlen ausgeführt. Das Maximum der von letzteren fortgeführten negativen Elektrizität hat denselben Wert wie das Maximum der von den Kanalstrahlen fortgeführten positiven Elektrizität, doch sind die Drucke verschieden. Von der Gasfüllung ist die übertragene Elektrizitätsmenge gänzlich unabhängig. Die Geschwindigkeit v wurde ebenso wie vorhin durch Messung der Wärmeenergie und Benutzung der auf anderem Wege gefundenen Größe ϵ/m bestimmt. Unter Annahme des von Kaufmann bestimmten Wertes von ϵ/m fand Verf. für Aluminium $v = 2,57 \cdot 10^9$ cm/sec, einen Wert von derselben Größenordnung wie der von Wien aus Ablenkungsversuchen bestimmte. Nahm man aber ϵ/m aus der Elektrolyse, so ergab sich für v eine 1000mal kleinere Größenordnung. Es wird hiernach doch noch eine genaue Prüfung aller dieser Zahlenwerte und Methoden nötig sein, um zu einer befriedigenden Theorie der Strahlungsvorgänge zu gelangen.

Den Einfluß des Gasdrucks auf elektrische Ströme, die durch Röntgenstrahlen hervorgerufen werden, untersuchte W. HILLERS (*Wied. Ann.* 68, 196; 1899). Ein

mit einer Luftpumpe verbundener Glasballon enthält eine Aluminium- und eine Kupferplatte parallel einander gegenüber; die Richtung der Röntgenstrahlen stand normal zu den Platten. Der von diesen zwischen den Platten erzeugte Strom wurde durch einen Condensator und ein Schwingungsgalvanometer gemessen. Der Ballon wurde mit Luft, Wasserstoff und Kohlensäure gefüllt und der Druck in demselben variiert. Es ergab sich, daß die Luftfeuchtigkeit auf die Ströme und Spannungen keinen wesentlichen Einfluß ausübt. Bei allen 3 Gasen ist der Verlauf qualitativ derselbe; der Gang der Spannung sowie der der Stromstärke liefs sich durch je eine empirische zweiconstantige Formel darstellen. Die Leitfähigkeit von Luft, Kohlensäure und Wasserstoff bei Atmosphärendruck verhält sich wie 1:1,18:0,50. Auf die Größe der Spannungsdifferenz in Wasserstoff ist wahrscheinlich eine geringe Occlusion des Wasserstoffs in den Metallplatten von Einfluß.

Eine eigenartige Emissionshypothese der Kathoden-, Lenard- und Röntgenstrahlen entwickelt W. SUTHERLAND (*Phil. Mag.* 47, 269; 1899). Die Unabhängigkeit der Eigenschaften der Kathodenstrahlen von der Art des Gases führt den Verf. zu der Annahme, daß die Strahlen der Hauptsache nach nicht von Gasionen, sondern von „Elektronen“ gebildet werden, wo ein „Elektron“ die kleinste vorkommende Menge Elektrizität, eine Art Elektrizitätsmolekül, bedeutet. Von diesen Elektronen gäbe es zwei Arten, positive und negative, die gewöhnlich zu einem „Neutron“ verbunden sind und nur durch besondere Kräfte gespalten werden können. Jede Leitung der Elektrizität ist Wanderung der Elektronen; daher muß jeder Leiter die Neutronen in Elektronen spalten, während Nichtleiter dieses nicht vermögen. Das Vakuum ist ein Isolator, bis die elektrische Kraft die Neutronen spaltet; dann wird es ein Leiter von der Art eines Elektrolyten. Dann werden negative Elektronen, zugleich mit einigen Gasionen, von der Kathode fortgeschleudert und bilden die Kathodenstrahlen. Diese sind demnach die einfachste Form eines elektrischen Stromes. Die Kleinheit der Elektronen, die Verf. auf 1 Millionstel der Körpermoleküle berechnet, gestattet ihnen, die Molekularzwischenräume zu durchdringen; viele werden dabei durch die Moleküle von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt und bilden nach der Durchsetzung eines Aluminiumblattes diffuse Lenardsche Strahlen.

Gleich den Körper-Molekülen haben nach des Verf. Ansicht auch die Elektronen noch eine innere Struktur. Stoßen sie auf Körperatome, so geben sie diesen einen Teil ihrer Energie in Form von Wärme ab; ein anderer Teil der Energie wird zu inneren Schwingungen jedes Elektrons, und diese inneren Schwingungen erzeugen im Aether die Röntgenstrahlen. Letztere wären also auch Aetherwellen, die aber in demselben Verhältnis kleiner sind als die Lichtwellen, wie die sie erzeugenden Elektronen kleiner sind als die Körpermoleküle. Da sie die Molekularzwischenräume leicht durchsetzen, so können sie weder reflektiert noch gebrochen werden. Auch die andern Eigenschaften der Kathoden- und Röntgenstrahlen sucht der Verf. mit dieser Theorie zu erklären.

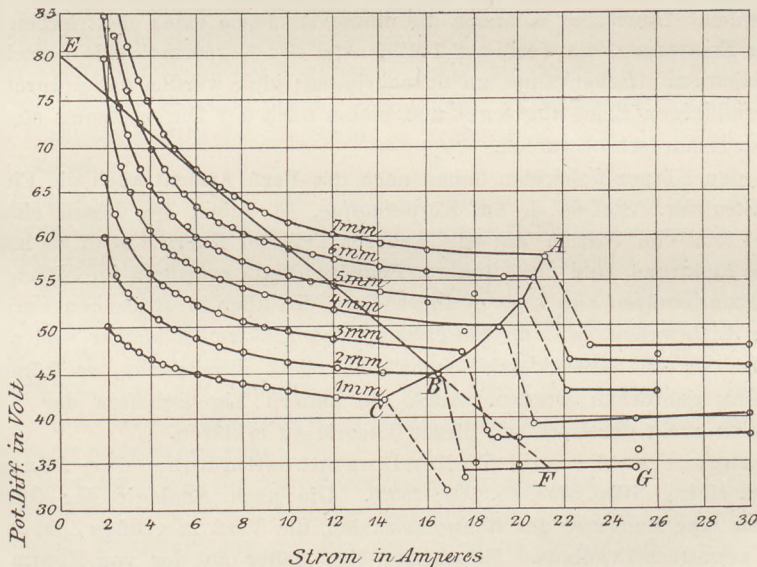
Beugungsversuche und Wellenlängenbestimmung der Röntgenstrahlen unternahm M. MAIER (*Wied. Ann.* 68, 903; 1899). Die nach Analogie der Optik gebildeten Versuche über eine Beugung der Röntgenstrahlen, die Verf. in großer Zahl anstellte, hatten sämtlich ein negatives Ergebnis. Er wandte sich daher zu der von Fomm angegebenen Methode (*d. Ztschr.* X 103) und erhielt mit Crookesschen oder Hittorf'schen Röhren die Fomm'schen Streifen, aus denen er mit Hilfe der Lommelschen Formel die Wellenlänge zu 0,000015 mm berechnete. Da Fokusröhren diese Streifen in keiner Weise ergaben, mußte die Berechtigung der angewandten Methode und der daraus gezogenen Schlüsse schon sehr zweifelhaft erscheinen. Sie wird dieses um so mehr, als in einer fast gleichzeitigen Arbeit H. HAGA und C. H. WIND nachweisen (*Wied. Ann.* 68, 884; 1899), daß die Fomm'schen Streifen einer optischen Täuschung zugeschrieben werden müssen. Die Erscheinung läßt sich auch mit Licht herstellen und ist bereits 1866 von E. Mach beschrieben worden. Geht Licht zuerst durch einen breiteren, dann durch einen engeren Spalt, so ist auf einem gegenüberliegenden Schirm die objektive Intensität in einem mittleren Raum am größten; subjektiv aber erscheinen die an diese mittlere Zone angrenzenden Stellen von größerer Helligkeit.

Diese Stellen erscheinen auf dem photographischen Negativ dunkler als die Parteien rechts und links: das sind die Fommschen Streifen.

Trotz dieser Erklärung des Fommschen Versuchs glaubten die Verff. bei einer anderen Versuchsanordnung eine Beugung der Röntgenstrahlen wahrnehmen zu können. Sie machten den zweiten Spalt keilförmig, oben 14μ , unten 1 bis 2μ . Der erste Spalt war 25μ breit und in 75 cm Entfernung von dem zweiten. Das Bild des keilförmigen Spalts wurde auf einer photographischen Platte entworfen und hier mikroskopisch untersucht. Es ergab sich hierbei, daß von einem Punkte an die Breite des Bildes nicht überall dieselbe war: es zeigten sich abwechselnd Stellen von geringerer und größerer Breite, während doch der Spalt selbst fortwährend schmaler wurde. Diese Verbreiterungen glauben die Verff. nicht anders als durch Beugung der Röntgenstrahlen erklären zu können. Die an den verschiedenen Stellen auftretenden Verbreiterungen weisen auf ein ganzes Spektrum von Strahlen hin. Infolge der geringen Intensität des Spaltbildes an den breiteren Stellen war eine genaue Bestimmung der Wellenlängen unmöglich. Mit Benutzung einer von Fresnel aufgestellten Formel gelangten die Verff. zu einer Schätzung der Wellenlänge, die unter einigen Zehnteln $\mu \mu$ liegen dürfte.

Schk.

Das Zischen des elektrischen Lichtbogens. Von MRS. W. E. AYRTON (*Nature*, Vol. 60, S. 282 u. S. 302; 1899). Zwei Geräusche treten bei Stromöffnung in dem Lichtbogen auf, das Summen und das Zischen, wobei das summende Geräusch den Übergang zwischen dem stillen und dem zischenden Lichtbogen bildet. Die Verfasserin untersucht die Beziehungen dieser Erscheinung zu Spannung, Stromstärke und Bogenlänge. Die Kurven (s. Fig.) haben als Abscisse die Stromstärke in Ampère, als Ordinate die Potentialdifferenz zwischen den



Kohlen in Volt; die Länge des Lichtbogens variierte von 1 bis 7 mm, wurde aber bei jeder Beobachtungsreihe sorgfältig constant gehalten. Von links an verläuft jede Kurve mit wachsendem Strom zunächst ziemlich gleichmäßig, bis ein bestimmter Punkt erreicht ist, wo sie plötzlich abbricht und sich weit unterhalb rechts von jenem Punkte in einer geraden Linie fortsetzt. Dieses Abbrechen der Kurve tritt immer ein, wenn der Strom einen solchen Wert hat, daß der Bogen nicht länger geräuschlos sein kann. Die punktierten Linien, welche die Kurven der stillen Bögen mit den geraden Linien der zischenden Bögen verbinden, zeigen Stromwerte an, die bei der betreffenden Länge nicht durch den Bogen hindurchfließen. Eine nähere Prüfung der Kurven führt zu folgenden Ergebnissen. 1. Ist die Bogenlänge constant und der Bogen geräuschlos, so kann er durch genügende Vergrößerung der Stromstärke zum Zischen gebracht werden. 2. Ist der Strom constant und der Bogen

still, so kann durch Verkürzung das Zischen hervorgebracht werden. 3. Der einen geräuschlosen Bogen unterhaltende maximale Strom ist um so größer, je länger der Bogen ist. 4. Wenn der Bogen zu zischen anfängt, fällt die Potentialdifferenz plötzlich um 10 Volt und die Stromstärke plötzlich um 2 bis 3 Ampère. 5. Solange der Bogen zischt, ist die Potentialdifferenz bei einer gegebenen Bogenlänge constant, wie groß auch der Strom sein mag.

Verbindet man die Zischpunkte *A*, *B*, *C* durch eine Kurve, so giebt diese das zwischen Potentialdifferenz, Stromstärke und Bogenlänge bestehende Gesetz. Man sieht, daß, obwohl Bogenlänge und maximale Stromstärke des stillen Bogens mit einander wachsen, sie doch nicht ganz proportional sind; jedes der Bogenlänge hinzugefügte Millimeter hat eine immer kleiner werdende Zunahme des Maximalstromes zur Folge, so daß es endlich einen Strom geben muß, der bei Verlängerung des Bogens nicht mehr zunimmt. Für jedes Paar Kohlen giebt es also einen maximalen Wert des Stromes, bei dem der Bogen noch geräuschlos bleiben kann, und jeder größere Strom bringt ihn zum Zischen, wie groß auch die Bogenlänge sein mag.

Die nähere Untersuchung der kleinsten Stromstärken, bei denen der Bogen zischt, zeigte, daß diese allein von der elektromotorischen Kraft der Dynamomaschine abhängt. Je kleiner letztere ist, um so größer wird das Stromminimum, bei dem ein Bogen von gegebener Länge gerade zischt; könnte man die E.M.K. unendlich groß machen, so würden der Maximalstrom des geräuschlosen und der Minimalstrom des zischenden Lichtbogens den gleichen Wert besitzen, d. h. es würde, während die Potentialdifferenz plötzlich sinkt, die Stromstärke ungeändert bleiben.

Bei Verstärkung des Stromes beobachtet man eine deutliche Veränderung in dem Aussehen der Kohlenenden und des Bogens. Es bildet sich an der positiven Kohle ein Krater, und der Bogen beginnt bald zu oscillieren, bald sich zu drehen. Diese Bewegung wird mit dem Wachsen des Stromes immer schneller; ist der Strom so stark, daß das Auge der Bewegung nicht mehr folgen kann, so beginnt der Bogen zu summen und rotiert dabei, wie schon 1894 von Trotter gezeigt wurde, mit 50 bis zu 450 Umdrehungen in der Sekunde. Sobald das Zischen beginnt, ändert sich wieder das Aussehen des Kraters; eine Art Wolke scheint einen Teil davon im Kreise herumzuziehen; sie bewegt sich dabei von außen nach innen und ändert fortwährend Gestalt und Lage. Die Oberfläche zeigt helle und dunkle Stellen und sieht gefleckt aus. Wird der Strom jetzt verringert, so daß der Bogen zu zischen aufhört, so wird die Oberfläche des Kraters für einen Augenblick dunkel, dann an einigen Stellen hell und zuletzt erst wieder ganzleuchtend.

Auch der dampfförmige Teil des Bogens ändert Aussehen und Gestalt, sobald das Zischen anfängt. Ein intensiver grüner Lichtschein umgiebt dann den ganzen Bogen, während das Innere des purpurnen Kerns glänzendes, blaugrünes Licht ausstrahlt. Ist der Bogen still, so ist seine Form rund und erscheint sehr beständig; beginnt er zu zischen, so scheint er plötzlich herauszutreten und sich abzufachen, als stände er unter dem Einfluß einer senkrecht zu der Kohlenachse wirkenden Centrifugalkraft. Wahrscheinlich tritt auch, wie vorhin erwähnt, eine Rotation des Bogens ein.

Die negative Kohle erhält während des Zischens einen pilzförmigen Ansatz. Von größerer Wichtigkeit ist die Veränderung der positiven Kohle. — Während bei dem stillen Bogen die Spitze mehr oder weniger gerundet ist und der Krater an dem kleinsten Querschnitt liegt, wird bei dem zischenden Bogen die Spitze cylindrisch und der Krater größer. Wenn der Krater nur das Ende der positiven Kohle einnimmt, ist der Bogen geräuschlos; wenn er nicht nur das Ende bedeckt, sondern sich auch auf die Seite erstreckt, so zischt der Bogen.

Die Verfasserin zeigt nun, daß die Ausdehnung des Kraters zur Seite hin nicht die Wirkung, sondern die Ursache des Zischens bildet. Mit der Stromstärke und der Bogenlänge wächst der Krater; wenn jene einen bestimmten Wert überschreiten, kann der Krater sich in dem Querschnitt der Kohle nicht weiter ausdehnen, sondern muß nach der Seite zu wachsen. So lange der Krater nur die Endfläche des Kohlenstabes einnimmt, wird er durch Kohlendampf vor dem Zutritt der Luft geschützt, geht er aber nach der Seite, so tritt die

Luft heran, so daß seine Oberfläche verbrennt, anstatt wie vorher, sich nur zu verflüchtigen. Die Luft dringt zuerst durch eine kleine Öffnung zum Krater und bringt das summende Geräusch hervor; sobald sie ihn wirklich erreicht und die Verbrennung beginnt, fällt die Potentialdifferenz und der Bogen zischt. Auch die Lichterscheinungen lassen sich durch die eintretende Verbrennung erklären.

Um die Richtigkeit der gegebenen Erklärung zu erweisen, wurde der Bogen in einen Schmelztiegel eingekittet, zu dem die Luft keinen Zutritt hatte. Der Strom konnte jetzt in der That weit über den früheren Maximalwert verstärkt werden, ohne daß die plötzliche Verminderung der Potentialdifferenz und das Zischen eintrat. Die hierbei erhaltenen Kurven zeigten den plötzlichen Abfall nicht. Wurde andererseits einem ganz stillen Bogen von nur 10 Ampère Luft zugeblasen, so fiel sofort die Potentialdifferenz, und das Zischen trat ein. Dieselbe Wirkung wurde mit Einblasen von Sauerstoff erzielt, nicht aber mit Stickstoff und Kohlensäure. Blies man Luft oder Sauerstoff gegen die negative Kohle, so daß der Krater der positiven nicht getroffen wurde, so trat ebenfalls keine Verminderung der Potentialdifferenz ein.

Sobald die Verbrennung der Kohle eintritt, legt sich eine Wolke des Verbrennungsgases über den Krater und hindert für einen Moment den Luftzutritt; ist das Gas zerstreut, so kann die Luft wieder heran, es bildet sich eine neue Wolke u. s. f. Es entstehen also Vibrationen der Luft; sie sind die Ursache des zischenden Geräusches. Mit einer Asbestfaser ließen sich die Vibrationen sichtbar machen. Zugleich treten Oscillationen der Potentialdifferenz auf, die bereits früher von anderen Autoren nachgewiesen wurden. *Schk.*

Photographie im Dunkeln. Über Bilder, die im Dunkeln auf photographischen Platten entstehen, hielt W. J. RUSSELL am 5. Mai 1899 einen Vortrag in der Royal Institution. (*Nature* 60, 208; 1899.) Sowohl Metalle als auch gewisse Pflanzenstoffe wirken im Dunkeln auf photographische Platten ein. Diese Fähigkeit zeigen folgende nach dem Grade ihrer Einwirkung geordnete Metalle: Magnesium, Cadmium, Zink, Nickel, Aluminium, Blei, Wismuth, Zinn, Kobalt und Antimon. Sie wirken im allgemeinen langsamer als das Licht; doch kann man ein Bild unter günstigen Umständen in zwei oder drei Sekunden erzeugen. Eine Berührung zwischen den Metallen und der Platte ist nicht erforderlich. Viele Legierungen wie Hartzinn, Schnelllot, Messing besitzen die gleiche Eigenschaft. Beim Messing steigt die Wirkung mit dem Zinkgehalt. Von den organischen Körpern erzeugen alle Terpene oder terpenhaltige Stoffe Bilder auf der photographischen Platte, z. B. Terpentin, Kopallack. Dipenten liefert nach sehr kurzer Zeit ein schwarzes Bild, das bei weiterer Einwirkung wieder verschwindet. Terpenhaltige ätherische Oele, wie Bergamotöl, Lawendelöl, Pfefferminzöl, Citronenöl u. s. w., Parfüme, wie Kölnisches Wasser u. s. w., ferner Zimmt, Kaffee, Thee, Wein, Branntwein, Leinöl, Olivenöl, aber nicht Mineralöle, wie Paraffinöl, wirken auf die photographische Platte ein. Körper, die die genannten Stoffe enthalten, wie Holz, Pfauenfedern, Schmetterlingsflügel, Druckerschwärze u. s. w. sind ebenfalls aktiv. Die erwähnten Körper wirken durch Gelatineblätter, Celluloid, Goldschlägerhaut, Eiweiß, Collodium, Guttapercha, Papier und Pergament, nicht aber durch Paraffin, Schreibtinte und einige moderne Papiersorten hindurch. — Moser nahm vor fünfzig Jahren an, daß die Bilder auf polierten Metallplatten durch „dunkles Licht“ entstanden, später glaubte man, daß die Bilder durch Metaldämpfe erzeugt würden. RUSSELL weist hingegen nach, daß Wasserstoffsuperoxyd die Wirkung auf die photographische Platte im Dunkeln hervorruft. Alle oben aufgezählten photographisch aktiven Metalle haben die Eigenschaft, Wasserstoffsuperoxyd zu entwickeln, wenn man sie der Luft und der Feuchtigkeit aussetzt, und zwar in demselben Grade, wie sie auf die Platte einwirken. Die aktiven organischen Körper gehören im wesentlichen der Terpengruppe an, die Terpene aber besitzen ebenfalls die Eigenschaft, Wasserstoffsuperoxyd in Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft zu bilden. RUSSELL weist nach, daß man die mit Metallen und organischen Körpern im Dunkeln erzielte photographische Wirkung durch die Benutzung von Wasserstoffsuperoxyd ebenfalls erhalten kann, und daß auch dieses durch die oben erwähnten Körper hindurch wirkt.

3. Geschichte.

Goethes optische Studien. Überaus würdig ist Goethes Andenken gelegentlich seines 150. Geburtstages durch eine Festrede geehrt worden, die W. KÖNIG im physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. am 26. August 1899 gehalten hat. Der auch in formaler Hinsicht vollendeten Rede, deren Lektüre dringend empfohlen werden kann, entnehmen wir die folgenden Einzelheiten. Dem Vortragenden gilt die Farbenlehre so gut wie Faust und Wilhelm Meister als ein untrennbarer Teil des großen geistigen Complexes, der den Namen Goethe trägt. Er sucht sie daher aus der ganzen Persönlichkeit heraus zu verstehen und legt zunächst dar, wie Goethe durch Beobachtungen in der Natur und an Kunstwerken auf die Gegensätzlichkeit der Farben geführt wurde. Auch in den Farben des durch ein Prisma gebrochenen Lichtes an den Rändern weißer Flächen erkannte Goethe denselben Gegensatz. Er glaubte in dieser Sache tiefer zu sehen als die Physiker seiner Zeit und opferte den Untersuchungen über die Farben mit beispielloser Energie Jahre seines Lebens. Er handelte dabei unter dem Zwange der Vorstellung, daß er auch auf diesem Gebiete eine Mission an die Menschheit zu erfüllen habe; er fühlte die Verpflichtung, das, was sich ihm als große Wahrheit erschlossen hatte, der Welt in möglichst eindringlicher und überzeugender Form zu übermitteln.

An der Hand von geschickt ausgewählten Demonstrationsversuchen wird darauf das Goethesche System der Farbenlehre auseinandergesetzt. Goethe wendete vornehmlich den physiologischen Farben sein Interesse zu und entwickelte deren Theorie an den Erscheinungen der Nachbilder, der simultanen und successiven Contraste, dem farbigen Abklingen farbloser blendender Bilder. In allen diesen Erscheinungen erkannte er die Gegensätze von Gelb und Blau, Rot und Grün als herrschend; er ist durch diese Erkenntnis geradezu ein Vorläufer der neueren Heringschen Farbentheorie gewesen (worauf auch im letzten Jahr der Ophthalmologe Stilling in Straßburg anlässlich eines Vortrages für das Goethe-Denkmal, Straßburg, K. J. Trübner, 1899, hingewiesen hat). Ein zweites Verdienst Goethes um die Optik besteht darin, daß er auf Grund seiner Versuche über trübe Medien zuerst die richtige Erklärung der blauen Farbe des Himmels gegeben und gegen die damaligen anderen Ansichten der Physiker vertreten hat. Ein Irrtum war es, daß er auch die Farben des Prismas aus der Übereinanderlagerung eines helleren und eines dagegen verschobenen schwächeren Bildes ableitete. Indem er gelb und blau als Grundfarben gegenüberstellt, rot und violett als Steigerungen von diesen auffasste, endlich den Kreis durch Grün und Purpur schloß, gelangte er zu einem Schema, das die stetige Folge unserer Farbenempfindungen darstellte. In dieser Darstellung der physiologischen Farben sah er die Hauptaufgabe der Optik und glaubte, als selbstverständlich voraussetzen zu dürfen, daß das Verhältnis dieser subjektiven Farben sich auch bei ihren außer dem Auge liegenden Ursachen, den physikalischen Farben, wiederfinden müsse. Diese auch von Schopenhauer geteilte Annahme aber war falsch, wie W. KÖNIG durch einen Vergleich mit den Gehörsempfindungen verdeutlicht. Bei aller Bewunderung für die Großartigkeit der Absicht hat man hier die Stelle zu erkennen, wo Goethe mit der Durchführung seines Systems scheitern mußte.

Bei Besprechung des übrigen Inhalts der Farbenlehre hebt der Vortragende die umfassenden Kenntnisse und die Sorgfalt hervor, mit der alle Erscheinungen studiert und beschrieben sind. Erwähnung verdient, daß Goethe u. a. 42 Jahre vor Haidinger das nach diesem benannte Gesetz ausgesprochen hat, daß auf der Oberfläche fester Pigmente ein entschiedener Metallganz erscheint, in dem die zum Farbstoff complementäre Farbe spielt, z. B. Kupferfarbe an Indigo. Auch die Kenntnis der Fluorescenz eines Aufgusses von Rostkastanienrinde verdanken wir ihm. Ferner hat Goethe die sogenannte Farbenblindheit als eine Anomalie des gewöhnlichen Farbensehens richtig erkannt und in zwei Fällen genau untersucht und beschrieben.

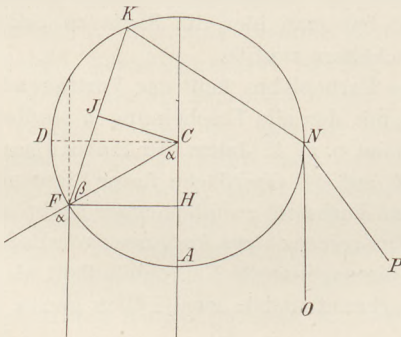
Als der Leitstern, der die Schritte Goethes auch bei diesen Untersuchungen lenkte, wird seine große einheitliche Natur- und Weltauffassung bezeichnet; insbesondere ist es die Polarität, die ihm geradezu als die Grundform alles Geschehens erscheint. Das Geeinte zu entzweien, das Entzweite zu einigen, ist das Leben der Natur. Auch die gegensätzlichen

Gestalten in seinen Dramen sind zusammengehörige Seiten eines Ganzen, es ist seine Totalität, die er in solchem Gegensatze zu erschöpfen sucht. Es ist daher in der That der ganze Goethe, der aus der Farbenlehre zu uns spricht; seine gewaltige Gestalt steht auch für uns Naturforscher als höchstes Vorbild selbster Hingabe an das Streben nach reiner Erkenntnis an der Schwelle dieses Jahrhunderts der Naturwissenschaften. P.

4. Unterricht und Methode.

Die Regenbogentheorie von Descartes. Im Anschlusse an den Aufsatz des Herrn F. M. Pernter in d. Zeitschr. XII 338 und an den ebenda S. 366 veröffentlichten Bericht sollen, wie bereits angekündigt, im Nachstehenden einige Mitteilungen über die ursprüngliche Theorie von Descartes gemacht werden. Wir halten uns dabei an die Ausgabe der Dioptrik, die sich in den *Specimina philosophiae . . . ex Gallico translata et ab auctore perfecta variisque locis emendata* von 1656 findet. Dort heisst es (S. 264) in Bezug auf den Weg des Lichtes in einem Wassertropfen: „Ich habe gefunden, dafs nach einer Reflektion und zwei Brechungen sehr viel mehr Strahlen unter dem Winkel von 41 bis 42° gesehen werden können als unter irgend einem kleineren, und dafs unter gröfserem Winkel überhaupt kein Strahl mehr auftritt. Ferner habe ich gefunden, dafs nach zwei Reflektionen und ebenso viel Brechungen viel mehr Strahlen unter 51 oder 52° zum Auge gelangen als unter irgend einem gröfseren, und dafs unter kleinerem Winkel keine mehr erblickt werden, so dafs auf beiden Seiten das Licht von Dunkelheit begrenzt ist. Das Licht gelangt, nachdem es unzählige von der Sonne erleuchtete Tropfen durchsetzt hat, endlich unter dem Winkel von 42° zum Auge und erzeugt so den ersten Regenbogen.“ Ebenso werde auch der zweite Regenbogen erzeugt; der Halbmesser des inneren Bogens könne nicht grösser als 42° sein, der des äufseren nicht kleiner als 51°, und schliesslich folge, dafs der innere Bogen an seiner Außenseite schärfer begrenzt sei als an der Innenseite, der äufsere dagegen grade umgekehrt, was alles mit der Erfahrung übereinstimme.

Der genauere Nachweis dafür, dafs die Lichtstrahlen in der bezeichneten Richtung zahlreicher seien, wird in einer Weise geführt, die auch für den Unterricht noch heute Interesse bietet. Descartes betrachtet, wie die Figur darstellt, Strahlen, die senkrecht zum Halbmesser CD auffallen. Er denkt sich den Radius CD in 10 000 gleiche Teile geteilt und berechnet die Ablenkung von Strahlen für solche Punkte F des Kreisumfanges, für welche der Abstand FH gleich 1000, 2000 u. s. f. Teilen von CD ist. Das Verhältnis $\sin \alpha : \sin \beta$ ist in der Figur durch das Verhältnis der Strecken $FH : CJ$ dargestellt. Der Winkel des austretenden Strahls NP gegen die Einfallsrichtung ist mit ONP bezeichnet. Die Berechnung ergibt unter Zugrundelegung von $n = 250/187$:



Linie HF	Winkel ONP
1 000	5° 40'
2 000	11° 19'
3 000	17° 56'
4 000	22° 30'
5 000	27° 52'
6 000	32° 56'
7 000	37° 26'
8 000	40° 44'
9 000	40° 57'
10 000	13° 40'

Hieraus sei zu ersehen, dafs die Strahlen, für die der Winkel ONP ca. 40° groß sei, weit zahlreicher (*longe plures*) seien, als für die er kleiner sei. Um die Gröfse dieses Winkels noch genauer zu finden, wird die zweite, nachstehende Tabelle, in der die Länge von HF von 100 zu 100 Teilen fortschreitet, berechnet.

HF	ONP
8000	40° 44'
8100	40° 58'
8200	41° 10'
8300	41° 20'
8400	41° 26'
8500	41° 30'
8600	41° 30'
8700	41° 28'
8800	41° 22'
8900	41° 12'
9000	40° 57'
9100	40° 36'
9200	40° 41'
9300	39° 26'
9400	38° 38'
9500	37° 32'
9600	36° 6'
9700	34° 12'
9800	31° 31'

Hieraus wird gefolgert, daß der größte Wert von ONP $42^{\circ} 30'$ sei, und daß man den größten Halbmesser des Hauptregenbogens finde, wenn man hierzu ca. $17'$ für den Halbmesser der Sonne hinzufüge. Ähnlich wird für den zweiten Regenbogen der kleinste Winkel gleich $51^{\circ} 54'$ gefunden, wovon der Sonnenhalbmesser abzuziehen ist. Man sieht, daß in der Descartesschen Regenbogen-theorie in der That von parallelen Strahlen nicht die Rede ist und daß an den Ausführungen von Descartes durch keine spätere Theorie etwas Wesentliches geändert zu werden brauchte. Die Entstehung der Farben dagegen erklärt Descartes, wie schon früher erwähnt, in ganz unzureichender Weise. Er sieht die Analogie mit den Farben des Prismas, aber er führt beide darauf zurück, daß die feinen Teilchen, durch deren Bewegung er das Licht hervorgebracht denkt, an der Grenze von Licht und Dunkelheit eine andre Bewegungsart annehmen als inmitten des Lichtes und daß die allmähliche Abstufung dieser Wirkung sich in der Aufeinanderfolge der Farben zu erkennen gebe. Die auf die Dispersion des Lichtes gegründete Erklärung der Regenbogenfarben rührt, wie schon früher angegeben, von Newton her¹⁾. P.

Die Methoden der theoretischen Physik. Über die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in der neueren Zeit hat L. BOLTZMANN in der Versammlung d. Naturf. und Ärzte zu München einen Vortrag gehalten, der sich in der *Naturwiss. Rundschau* 1899 No. 39—41 sowie in der *Physik. Zeitschr.* No. 5—9 abgedruckt findet. Nach einem Rückblick auf die Theorie der Fernkräfte und die Atomtheorie werden die Leistungen Maxwells besprochen und darauf hingewiesen, daß dieser selbst seine Theorie nur als ein Bild der Natur, als eine mechanische Analogie aufgefaßt wissen wollte. Bei Darlegung der an Maxwell anschließenden neueren Entdeckungen wird bemerkt, daß die Erklärung der Röntgenstrahlen als longitudinaler Wellen des Lichtäthers noch heute durch keine einzige Thatsache widerlegt sei. Es wäre damit eine Forderung der älteren Theorie des Äthers erfüllt, während die neuere ebenfalls damit vereinbar ist. An diesem Beispiel (und ähnlichen) zeigt sich, wie vorsichtig man damit sein muß, in der Bestätigung einer Consequenz einen Beweis für die unbedingte Richtigkeit der Theorie zu erblicken. Gemäß der Anschauung Maxwells stimmen oft Bilder, die in vielen Fällen der Natur angepaßt waren, „automatisch“ auch in manchen anderen Fällen, ohne daß man daraus auf durchgängige Übereinstimmung schließen darf.

BOLTZMANN macht dann darauf aufmerksam, daß ein Gedanke der Kirchhoffschen Mechanik, wenn man dessen letzte Consequenzen ziehe, direkt zu den Ideen von Hertz führe. Kirchhoff definiere den Begriff der Masse nur für den Fall, daß beliebige Bedingungsgleichungen zwischen den materiellen Punkten bestehen. In anderen Fällen dagegen, wo die materiellen Punkte sich ohne Bedingungsgleichungen so bewegen, als ob Fernkräfte zwischen ihnen wirksam wären, schwebe dieser Massenbegriff in der Luft. Hertz wolle auch in den letzteren Fällen nur Bewegungen zulassen, für welche von ihm genauer definierte Bedingungen

¹⁾ Herr Prof. PERNER ersucht uns im Hinblick auf die Anmerkung in XII 346 um die Feststellung, daß die von ihm a. a. O. mitgeteilte Farbenfolge nicht nur theoretische Berechnung sei. In seiner Abhandlung in den Wiener Sitz.-Ber. 106 Abt. II a habe er auf S. 54—56 die experimentelle Bestätigung seiner Rechnung für Tropfen von 1 mm und 0,5 mm Durchmesser mitgeteilt und ebenda S. 202—203 die Übereinstimmung von Theorie und Beobachtung für den weißen Regenbogen mit Tröpfchen von 5,3 und von 8,4 Mikron Radius nachgewiesen. Überdies lägen für den weißen Regenbogen bei 25 Mikron Tropfenradius zwei Beobachtungen aus der Natur vor, die mit der Theorie übereinstimmen. Diese sei daher als durch Experiment und Beobachtung vollständig erhärtet anzusehen.

bestehen. Hertz suche daher die Kraft in viel vollkommenerem Sinne als Kirchhoff zu eliminieren, obwohl dies nur durch die Annahme verborgener, selbst in Bewegung befindlicher Massen möglich sei. BOLTZMANN bezeichnet den Wert dieser Annahme als einen rein akademischen, da es selbst in ganz einfachen Beispielen nicht gelungen sei, solche Massen nachzuweisen. Einstweilen sei die ältere Mechanik die einzige, die die Erscheinungen in klarer Weise darzustellen vermöge. Hertz bringe den Physikern deutlich zum Bewußtsein, daß jede Theorie nur ein Bild der Erscheinungen sei, das sich mit diesen nicht decke, sondern sich zu ihnen verhalte, wie das Zeichen zum Bezeichneten. So reduziere sich auch die Frage, ob die Materie atomistisch zusammengesetzt oder ein Continuum sei, auf die viel klarere, ob die eine oder die andere Vorstellung ein besseres Bild der Erscheinungen zu liefern vermöge.

Der neueren Energetik macht der Verfasser den Vorwurf, daß sie von dem Alten manches Gute, ja Unentbehrliche mit verwarf, und daß ihre Gesetze der in der klassischen Physik üblichen, klaren und eindeutigen Fassung, ihre Schlüsse der dort herausgearbeiteten Strenge entbehrten. Eingehender bespricht er dann die neuere phänomenologische Richtung, deren extremsten Ausdruck der Ausspruch von Hertz darstellt, man möge Maxwells elektromagnetische Grundgleichungen, nachdem man sie einmal habe, ohne jede Ableitung hinschreiben und in ihrer steten Übereinstimmung mit den Erscheinungen den besten Beweis ihrer Richtigkeit erblicken. Die allgemeinere Form der Phänomenologie bestehe darin, jede Thatsachengruppe durch Aufzählung und Schilderung der Erscheinungen zu beschreiben, aber unter Verzicht auf jede einheitliche Naturauffassung, auf jede mechanische Erläuterung oder sonstige Begründung. Wenn die Phänomenologie aber glaube, die Natur darstellen zu können, ohne irgendwie über die Erfahrung hinauszugehen, so sei das eine Illusion. Denn keine Gleichung stelle irgendwelche Vorgänge absolut genau dar, jede idealisiere sie, hebe Gemeinsames heraus und sehe von Verschiedenem ab, gehe also über die Natur hinaus. Die Phänomenologie irre auch, wenn sie kein Bild für die Natur zu setzen glaube, denn die Zahlen, ihre Beziehungen und Gruppierungen seien gerade so Bilder der Vorgänge, wie die geometrischen Vorstellungen der Mechanik. Es werde daher der beste Erfolg erzielt werden, wenn man alle Abbildungsmittel je nach Bedürfnis verwende, aber nicht versäume, die Bilder auf jedem Schritte an neuen Erfahrungen zu prüfen. Insbesondere sei die atomistische Theorie noch keineswegs abgethan. Nur bei gedankenlosem Gebrauch mathematischer Symbole könne man glauben, daß sich die Differentialgleichungen der theoretischen Physik von atomistischen Vorstellungen trennen lassen. Auch sei die Atomistik neuerdings keineswegs so unfruchtbar gewesen, wie ihr von Gegnern vorgeworfen werde. Die van der Waalsche Zustandsgleichung sei aus rein molekulartheoretischen Prinzipien abgeleitet und ebensolche Überlegungen wiesen auch in neuester Zeit den Weg zur Verbesserung der Formel, so daß grade die Atomistik sich dem phänomenologischen Ideal einer alle Körperzustände umfassenden mathematischen Formel am meisten genähert habe. Die Atomistik habe ferner viel zur Versinnlichung und Ausarbeitung der Dissociationstheorie von Gibbs beigetragen. Sie habe endlich zu einer erheblichen Aufklärung hinsichtlich des Verhältnisses der beiden Wärmecapazitäten der Gase geführt. Denn der von Clausius für einfachste Gase, deren Moleküle sich wie elastische Kugeln verhalten, berechnete Wert $1\frac{2}{3}$ sei nicht nur von Kundt und Warburg für Quecksilberdampf, sondern ganz neuerdings für alle von Lord Rayleigh und Ramsay entdeckten neue Gase gefunden, bei denen alle Umstände, wie schon beim Quecksilberdampf, auf einen besonders einfachen Bau der Moleküle hinweisen. Alle diese Leistungen und zahlreiche früheren Errungenschaften seien durch die Phänomenologie oder die Energetik absolut nicht zu gewinnen. Die Atomistik sei daher noch keineswegs aufzugeben, wohl aber habe man den Vorstellungen über die Natur der Moleküle den weitesten Spielraum zu lassen, da man für deren nähere, gewifs enorm complizierte Beschaffenheit erst noch Anhaltspunkte zu gewinnen suchen müsse. Neben der Atomistik könne die ebenfalls unentbehrliche, von jeder Hypothese losgelöste Präcisierung und Diskussion der Gleichungen einhergehen, ohne daß letztere ihren mathematischen Apparat, erstere ihren materiellen Punkt zum Dogma erhebt.

5. Technik und mechanische Praxis.

Die Unterbrechungsrichtungen für Induktionsapparate unterzieht FRIEDRICH DESSAUER in der *E. T. Z.* 20, 220; 1899 einer vergleichenden Betrachtung, wobei er drei Forderungen aufstellt: langen Kontakt, plötzliche Unterbrechung und ausreichende Unterbrechungszahl. Ein Fehler ist allen Quecksilberunterbrechern eigen: die starke Oxydation der Kontaktstellen. Der gewöhnliche Quecksilberinterruptor leidet außerdem noch an dem Fehler, daß die Unterbrechung nicht plötzlich genug ist, da der Kontaktstift schräg aus dem Quecksilber herausgehoben wird. DESSAUER schlägt vor, diesem Übelstande durch die in Fig. 1 abgebildete Anordnung wenigstens teilweise abzuwehren. Der Hauptfehler der gewöhnlichen Quecksilberunterbrecher ist das zu langsame Arbeiten, sie sind daher zu Durchleuchtungen, zu Tesla- und Marconiversuchen recht ungeeignet. Dagegen kann man die Quecksilbermotorunterbrecher für alle Versuche benutzen. Man kann sie mit ganz verschiedenen Geschwindigkeiten recht gleichmäßig laufen lassen und daher ganz verschiedene Funkenmengen und Schlagweiten erhalten. Man erreicht mit ihnen als größte Leistung etwa 1500 Unterbrechungen in der Minute. Ein schwerwiegender Fehler ist die Wellenbildung im Quecksilbernafp, die ein unregelmäßiges Arbeiten bewirkt. Max Kohl zu Chemnitz und F. Ernecke zu Berlin verengten, um diesen Übelstand zu beseitigen, den Quecksilbernafp in der Mitte, vergrößerten damit aber wieder die schädliche Wirkung der Oxydation. Reiniger,

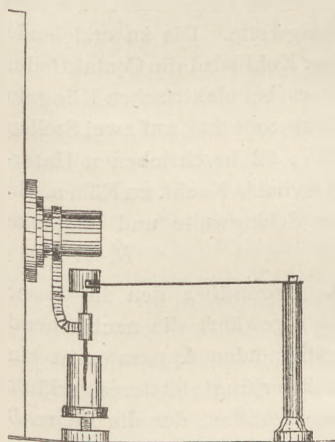


Fig. 1.

Gebbert & Schall hingegen suchten nach den Angaben des Professors Bose den großen Stromverbrauch des Motors, die hohe Umlaufzahl, die Quecksilberschwankungen und die Oxydation durch einen Motorunterbrecher mit doppelter Unterbrechung bei jeder Umdrehung zu vermindern. Die Achse des Motors trägt auf jeder Seite eine Kurbel, die zur anderen um 180° versetzt ist, und daran die gleiche Unterbrechungsrichtung. Doch ist die richtige Einstellung dieses Unterbrechers schwierig. Diesen Übelstand hat DESSAUER durch den

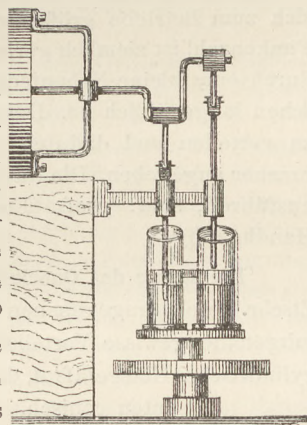


Fig. 2.

in Fig. 2 abgebildeten doppelten Motorunterbrecher zu beseitigen versucht. Die höchste Unterbrechungszahl lieferte der Boassche Unterbrecher der A. E. G. Durch die Schwingkraft eines sich außerordentlich rasch drehenden Röhrchens, das sich um eine lotrechte Achse dreht und oben rechtwinklig umgebogen ist, wird Quecksilber aus einem Gefäße aufgesaugt und im Kreise herumgespritzt. Der Quecksilberstrahl trifft auf einen Ring, der mit sehr vielen Aussparungen (Einschnitten oder Löchern) versehen ist. Trifft das Quecksilber das Metall des Ringes, so ist der Strom geschlossen, trifft es aber eine Aussparung, so wird der Strom geöffnet. Mit diesen Vorrichtungen lassen sich bis 1500 Unterbrechungen in der Sekunde erreichen. Ein Quecksilberstrahlunterbrecher von Max Levy (*E. T. Z.* 20, 717; 1899) beruht auf demselben Grundgedanken und unterscheidet sich von dem Boassche Unterbrecher nur durch unwesentliche Konstruktionsänderungen.

Hinter den großen Fortschritten der Quecksilberunterbrecher ist die Herstellung der Platinunterbrecher nicht zurückgeblieben. Der altbekannte Wagnersche Hammer zeichnet sich vor den Quecksilberunterbrechern durch leichtere Bedienung, durch Reinlichkeit und Billigkeit aus. Die Unterbrechungszahl ist ziemlich hoch und die Schläge sind ausgiebig und kräftig. Für mäßige Anforderungen eignet sich dieser Unterbrecher durchaus. Seine Fehler sind die Abnutzung des Platiniridium-Kontakts und das „Kleben“. Für Röntgenphotographie, bei der es auf starke Funkenschläge und weniger auf hohe Unterbrechungszahl ankommt,

ist er recht gut zu gebrauchen, für Durchleuchtungen, wo das Umgekehrte der Fall ist, reicht er noch eben aus, für Versuche nach Tesla, Hertz und Marconi, wo man die höchste Unterbrechungszahl, aber weniger große Stärke der sekundären Entladungen bedarf, liefert er nicht mehr die erforderliche Funkenzahl. Zur Erzielung einer recht hohen Funkenzahl hat Deprez seinen bekannten Unterbrecher gebaut, der allerdings sehr große Funkenmengen liefert, dabei aber die Schlagweite erheblich herabsetzt. Man hat versucht, dem Platinunterbrecher die guten Eigenschaften des Quecksilberunterbrechers zu geben: plötzliche Unterbrechung, gleichmäßigen Contact und geringe Abnutzung. Die wichtigsten Vorrichtungen dieser Art sind der Vril-Unterbrecher der Watson-Compagnie zu London, der Rapid-Unterbrecher von Max Kohl zu Chemnitz und der Präcisions-Platinunterbrecher von Dr. Max Levy zu Berlin. Der Vril-Interruptor, den E. Leybolds Nachf. zu Köln in Deutschland vertreibt, besitzt einen sogenannten Vibrator, eine Blattfeder, die oben einen Eisenanker trägt. Er wird elektromagnetisch in rasche Schwingungen versetzt und reißt dabei die eigentliche Contactfeder von der Contactschraube los. Die Unterbrechung ist daher plötzlich und der Contact lang dauernd. So eingestellt giebt der Unterbrecher eine etwas größere Funkenlänge als der einfache Platinunterbrecher. Stellt man ihn so ein, daß der Vibrator die Contactfeder bei Beginn der Schwingung gleich mitnimmt, so erreicht man eine ziemlich hohe Frequenz. Der Vril-Unterbrecher ist besonders für Funkengeber von 15 bis 25 cm Schlagweite geeignet. Der Unterbrecher Levys beruht auf der gleichen Grundlage; er eignet sich zum Betriebe größerer Inductorien von 25 bis 40 cm Schlagweite. Die zu erzielende Funkenzahl ist ziemlich gering. Bei dem Rapid-Interruptor von Max Kohl wird die Contactfeder durch eine kleine Nebenfeder in Bewegung gesetzt, ähnlich, wie es bei elektrischen Klingeln schon lange üblich ist. DESSAUER hat, um die Abnutzung der Platincontacte auf zwei Stellen zu verteilen und dadurch zu vermindern, den in d. Zeitschr. XII, 92 beschriebenen Unterbrecher angegeben. Die Hauptvorteile dieser Vorrichtung, die E. Leybolds Nachf. zu Köln a. Rh. ausführen, sind: große Funkenmenge, verhältnismäßig große Schlagweite und bequeme Handhabung.

H.-M.

Reinigung des Quecksilbers. Von W. PALMAER in Upsala. Gegenüber den in dieser Ztschr. bereits angegebenen Methoden (*I 129, IV 255, V 34, VI 152*) gewährt die nachstehend mitgeteilte gewisse Vorteile. Der Hauptteil des zur Reinigung dienenden Apparates ist ein cylindrisches Glasgefäß *A*, das sich nach unten in das engere Rohr *B* verjüngt; letzteres verläuft unten conisch. In den Conus ist ein Glasstab *s* eingeschliffen, der die Röhre *B* bei *p* wie ein Pfropf abschließt, jedoch nicht völlig. Auf diesem Pfropf, der einen Durchmesser von 15 mm hat, sind nämlich zwischen *r* und *p* 40 bis 50 Rillen angebracht, um das Quecksilber abfließen zu lassen. Diese Rillen sind 15 mm lang und 0,25 mm breit; zum Durchfließen genügt eine Druckhöhe von 7 cm Hg, so daß, wenn der Behälter *A* etwa bis zur Hälfte mit Hg gefüllt ist, in der Minute etwa 200 g Quecksilber in ein Gefäß mit normaler Salpetersäure abfließen. Der Apparat wird übrigens so befestigt, daß der Pfropf *p* gerade in die zur Reinigung bestimmte Lösung (verdünnte Salpetersäure, Eisenchlorid) taucht. Der Behälter *A* faßt etwa 3 kg Quecksilber. Da wie erwähnt eine Druckhöhe von 7 cm erforderlich ist, so hört der Quecksilberregen auf, bevor noch alles Hg durchgelaufen ist, doch beträgt die in dem engen Zwischenraum zwischen *s* und *A* zurückbleibende Menge nur etwa 150 g. — Der Apparat kann wohl auch zum Filtrieren staubigen Quecksilbers dienen — wofür indessen die übliche Methode mit dem Papierfilter vorgezogen wird, da hierbei nicht so viel Hg zurückbleibt —, hauptsächlich ist er aber für die Zerstäubung des Quecksilbers behufs Reinigung desselben durch chemische Mittel bestimmt. Er hat sich hierbei gut bewährt, da er dauerhaft und leicht zu reinigen ist und Tröpfchen gleicher Größe giebt¹⁾. (*Ber. d. D.Chem. Ges.* 1899, 32, S. 1391). O.



¹⁾ Der Apparat wird von der Fabrik chemischer Apparate Max Kaehler und Martini, Berlin W., Wilhelmstr. 50 zum Preise von 6 M. geliefert.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten. Von Troels Lund. Autorisierte, vom Verfasser durchgesehene Übersetzung von Leo Bloch. Leipzig, B. G. Teubner, 1899, 286 S. Geb. M. 5.—

Dieses Buch ist zuerst unter dem Titel „Lebensbeleuchtung“ in dänischer Sprache erschienen. Es stellt den Zusammenhang der gesamten Kulturentwicklung mit der astronomischen Himmelsansicht dar. Nirgends ist noch so gründlich und überzeugend wie hier die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Erkennens für die Weltanschauung eines jeden Zeitalters dargelegt worden. Von den Chaldäern und Parsen, von Buddha und Confucius, von Ägypten und Judäa führt die Betrachtung zu den Griechen, Römern und Arabern, um danach mit größerer Ausführlichkeit bei der Weltanschauung des 16. Jahrhunderts zu verweilen, in der mit dem Lebensmut der Renaissance und der Glaubensfreudigkeit des Luthertums Teufelsfurcht und Sternendeutung sich vermischten. Wahrhaft ergreifend sind die Seiten, auf denen Giordano Bruno († 17. Februar 1600), der Entdecker der Unendlichkeit der Welt, als Befreier des Menschengenusses und Begründer einer neuen Periode der Menschheitsgeschichte gefeiert wird. In einem kurzen, aber inhaltsreichen Schlufsabschnitt ist zusammengefaßt, was das abgelaufene Jahrhundert dem neu beginnenden als das Resultat des bisherigen Denkens und Strebens zu überliefern hat: eine Weltanschauung, klar, kühl, vom Hauch des Unendlichen durchweht, voll Entsaugung und zugleich voll Zuversicht.

P.

Herons von Alexandria Druckwerke und Automatentheater. Griechisch und deutsch herausgegeben von Wilhelm Schmidt. Mit 124 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner, 1899, LXX und 514 S. M. 9.—

Die Heronsche Pneumatik hat beim Beginn der neueren Naturforschung im Zeitalter Galileis einen bemerkenswerten Einfluß ausgeübt; wenschon nicht feststeht, dafs die Erfindung des Thermoskops auf die Schrift Herons zurückzuführen ist (vgl. d. Zeitschr. XII 299), so sind von ihr doch zweifellos die mannigfachsten Anregungen ausgegangen, worüber u. a. eine Abhandlung von W. SCHMIDT im VIII. Bande der Abh. z. Gesch. d. Math. näheres mitteilt. Dem Herausgeber gebührt besonders auch dafür Dank, dafs er diese neue kritische Ausgabe (den I. Band einer Gesamtausgabe Herons) mit einer deutschen Übersetzung versehen hat. Dadurch ist es auch den Physikern ermöglicht, sich an der Interpretation des Werkes zu beteiligen. Man findet in der Schrift nach einer Einleitung über das Vakuum die Beschreibungen zahlreicher Apparate, bei denen teils der Flüssigkeitsdruck, teils der Luftdruck, teils die erwärmte Luft wirksam sind: verschiedene Arten des Hebers, Heronsball, Tantalusbecher, intermittierende Brunnen, Feuerspritze, Lampe mit Selbstregulierung, Heronsbrunnen, Wasserorgel, Weihwasser- und Weinautomaten u. a. m. Nicht minder ist das „Automatentheater“ reich an bewundernswerten technischen Konstruktionen. Hinzugefügt ist noch ein Fragment Herons über Wasseruhren, eine Schrift Philons von Byzanz über die Druckwerke (*de ingeniis spiritualibus*), worin u. a. ein Gefäß mit constantem Flüssigkeitsniveau beschrieben ist, ferner Bruchstücke aus Vitruvs Baukunst und ein Fragment über Wasseruhren.

Im Rahmen dieser Anzeige ist es nicht möglich, genauer auf Einzelnes einzugehen; nur zum Anfangskapitel seien einige Bemerkungen gestattet. — S. 6, 11 würde ich *εκκρούόμενος (ἀήρ)* nicht mit „ausgestofsen“, sondern mit „verdrängt“ übersetzen. S. 6, 16 *πύρωσιν ἐπιδέχεται* wohl nicht „sich glühend machen lassen“, sondern „verbrennen“. Demgemäß auch 6, 23 *οὐδὲ δέχεται θερμότητα* nicht „entwickelt sich keine Wärme“, sondern „nimmt keine Wärme auf“. d. i. hier: „verbrennt nicht“. Es handelt sich um den Diamanten, dessen Erhitzbarkeit durch Wärme sicher nicht unbemerkt geblieben war, dessen Verbrennlichkeit aber erst durch die Florentiner Akademie im 17. Jahrhundert nachgewiesen worden ist. Auch ist S. 10, 9 in gleichem Zusammenhange die Wirkung des Feuers als ein „Auflösen“ und „Verflüchtigen“ bezeichnet. S. 12, 14 *κατὰ τὴν τοῦ ἡλίου μετατροπὴν* „nach dem Weggang der Sonne“ (das Wort „Sonnenwende“ ist hier, trotz Einleitung XXVII, unzulässig). — S. 18, 15 *προσηρησμένον (ἀέρος) κατὰ συνέχειαν πρὸς τὴν τοῦ τένονος περιοχὴν* nicht „sie übt einen kontinuierlichen Druck gegen die Gefäßswand“, sondern „sie schließt sich dicht an die Gefäßswand an“. Von einem Druck der (nicht künstlich zusammengedrückten) Luft war dem Altertum nichts bekannt; erst die nachgalileische Zeit ist zu dieser Erkenntnis fortgeschritten. — S. 22, 15 „weil das Wasser in sich selbst weder Schwere, noch . . . besitzt“, so muß es heißen; der Herausgeber glaubt vor Schwere noch „bedeutende“ einfügen zu müssen und entstellt dadurch den Sinn der Stelle. Auf S. 24 wird ausdrücklich an des Archimedes Beweisführung erinnert, dafs das Wasser im Wasser keinen Druck ausübt; diesen Trugschlufs hat noch Galilei nicht zu durchschauen vermocht. — S. 30, 17 *βαρύτερον*: hier ist sicher die Lesart *βαθύτερον* vorzuziehen, denn beim Heber kommt es nicht auf

das Gewicht der im längeren Schenkel befindlichen Flüssigkeit an, sondern darauf, daß die Ausflußöffnung tiefer als das Niveau im Gefäß liegt. Daß nicht die Quantität, sondern vielmehr die Höhe von Einfluß ist, wird im folgenden Abschnitt (S. 36) besonders hervorgehoben. — Diese wenigen Bemerkungen mögen zeigen, daß, nach dem Wort eines berufenen Beurteilers, hier noch „Arbeit für viele“ vorhanden ist; namentlich dürfte auch die Reconstruction mancher Erfindungen Herons eine dankbare Aufgabe sein. Daß auch unsere Schüler dem Heron Interesse abgewinnen, hat Ref. bereits vor Jahren an der Hand der alten Ausgabe Commandinos erprobt. P.

Das Potential und seine Anwendung auf die Theorien der Gravitation, des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme und der Hydrodynamik in elementarer Behandlung dargestellt von Prof. Dr. Gustav Holzmüller. Mit 237 Figuren, zahlreichen Übungsbeispielen und einem Anhang über die Maseinheiten. Leipzig, B. G. Teubner. 1898. VIII und 440 S.

Das vorliegende Buch bildet den zweiten Teil zu dem in dieser Zeitschrift *XI 43* angezeigten ersten Teile von desselben Verfs. Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung. Sein Zweck, seine Originalität und seine Vorzüge bestehen darin, daß umfangreiche Gebiete der theoretischen Physik, die sonst zum größten Teil oder ganz mit Hilfe der höheren Mathematik bearbeitet werden, ohne diese eine exakte und eindringliche Erörterung finden. Nur bei Gelegenheit der Erläuterungen zum Biot-Savartschen Gesetze wird in einer Anmerkung eine Integration ausgeführt, als Excurs, ohne für das Verständnis und die Durchführung der betreffenden Rechnung unentbehrlich zu sein. Weiter keine Kenntnisse als bis zur analytischen Geometrie, soweit sie von der höheren Analysis unabhängig ist, werden vorausgesetzt. Es gewährt eine Freude, zuweilen mit einigem Erstaunen gemischt, eine so weit reichende Macht der elementaren Mathematik kennen zu lernen. Der mit der Sache schon Vertraute fühlt die Begeisterung, mit der der Verf. gearbeitet hat, lebhaft nach. Wer in die behandelten Fragen erst eingeführt werden will, dem bieten sich durch mannigfache geometrische Konstruktionen wesentliche Erleichterungen des Verständnisses und durch viele Einzelprobleme und Aufgaben die Mittel zu einer gründlichen Vertiefung. Auch an geschichtlichen und litterarischen Nachweisen fehlt es nicht.

Es ist schwer, in Kürze eine Anschauung von der Reichhaltigkeit des Buches zu geben. Doch sei wenigstens einiges angeführt. Zunächst wird das Newtonsche Anziehungsgesetz besprochen, die Gravitationskurve $y = 1/x^2$ construiert und der Potentialbegriff entwickelt. Zu bemerken ist, daß gewisse Differenzen zwischen der Erklärung des Potentials, der sich anschließenden Erläuterung, den späteren Anwendungen und dem von den Dimensionen handelnden Anlange den Lernenden leicht verwirren können. In der Erklärung ist nämlich km_1m_2/r als Potential bezeichnet; in der Erläuterung wird zuerst davon die Potentialfunktion m/r unterschieden, dennoch dann dieser Bruch selbst als Potential genommen; in den späteren Betrachtungen und Aufgaben ist an der letzten Wendung zwar festgehalten, aber bald kurzweg vom Potential, bald vom Potential auf die Masseneinheit die Rede; bei den Dimensionen wird wieder zwischen Potentialfunktion und Potential unterschieden. Doch hat man überhaupt zur Unterscheidung zwischen Potentialfunktion und Potential keine Veranlassung. Die Größe m_1m_2/r ist eine Arbeit und als solche hinreichend benannt; die Größe m/r hingegen, das Potential, charakterisiert, je nach der Auffassung, den Zustand eines Körpers oder den durch den Körper bedingten Zustand des Raumes.

Es folgt ein Kapitel über die Anziehung der homogenen Kugelschale, der Vollkugel und der Hohlkugel, worin auch die Abplattung der Erde, Ebbe und Flut, die Präcession der Äquinoktien, die Nutation der Erdachse, die Verlangsamung der Erddrehung und die Helmholtzsche Erklärung des Wärmegleichgewichts der Sonne zur Sprache kommen. Darauf werden die von Faraday und Maxwell eingeführten Vorstellungen von den Kraftlinien, den Kraftströmen, dem Kraftfluß und den Potentialzellen und deren vielfache Anwendungen auf die Elektrostatik und die stationären Ströme erörtert. Wieder mehr rein mathematisch ist die Ermittlung und die Konstruktion der Potentiale und der Niveauflächen für zwei, drei u. s. w. Massenpunkte, woran sich eine Betrachtung des durch die Spannungssätze von Laplace und Poisson beherrschten Bereichs von Erscheinungen knüpft.

Hierdurch wird der Verf. veranlaßt, die Vorgänge in dielektrischen mit denen in elastischen Körpern zu vergleichen. Er spricht bei dieser Gelegenheit auch von Anziehung und Abstofsung, überhaupt von Kinematik der Kraftlinien. Eine solche ist aber abzulehnen, nicht weil Linien sich nicht bewegen können, sondern weil, wenn man sie in Bewegung denkt, man naturgemäß Massen an ihre Stelle setzt, die es vielleicht gar nicht giebt oder die sich wenigstens nicht auffinden lassen. In der That sagt der Verf., von Anziehung und Abstofsung der Kraftlinien zu reden, sei nur bildlich, man müßte von Anziehung und Abstofsung polarisierter Moleküle sprechen. Indes erstens führt man die von Kraftlinien durchsetzten elektrischen Felder gerade ein, um des unverständlichen Begriffes der

Fernwirkung d. h. der Anziehung und Abstossung nicht zu bedürfen; zweitens sind z. B. im leeren Raume gar keine Teilchen, die sich anziehen oder abstossen könnten, nachweisbar. Die Kraftlinien geben nur an, was längs ihrer Erstreckungen geschieht, wenn Massenteilchen, die jede Bewegung ungehemmt auszuführen vermögen, in den Raum gebracht werden, und dienen auf diese Weise dazu, einen gewissen, im übrigen uns unbekanntem Zustand des Raumes zu kennzeichnen, nicht zu beschreiben. Dies kann jeder, der die hierhergehörigen schwierigen Rechnungen und Konstruktionen auszuführen im Stande ist, wohl verstehen, und man hat also auch nicht nötig, im Zusammenhange jener Rechnungen und Konstruktionen auf dieses Verständnis zu verzichten.

Nachdem die Methode der elektrischen Bilder ausführlich besprochen und ein kurzes Kapitel über centrobarrische Flächenbelegungen und Körper hinzugefügt ist, wird von den Raumproblemen zu den Problemen der Ebene sowohl für einen wie für mehrere Punkte übergegangen. Dabei handelt es sich physikalisch um die stationäre Strömung eines geraden Flusses von constantem Querschnitt, den Druck in Wasserleitungsröhren ebenfalls von constantem Querschnitt, stationäre elektrische und thermische Ströme in ebenen Platten, besonders auch um einige Fouriersche Probleme, dann um freie Ausflusstrahlen, magnetische Felder, elektromagnetische und elektrodynamische Wirkungen galvanischer Ströme, Induktionsströme, Hertz'sche Schwingungen und Helmholtz'sche Wirbel, schliesslich um die Forchheimersche Theorie der Grundwasserbewegung in der Umgebung von Brunnen und Sickerschlitten. Die zweidimensionalen Probleme erweisen sich hiernach noch mehr als die dreidimensionalen der elementaren Behandlung fähig und gestatten eine weitreichende Anwendung. Als beiläufig, wenn auch nicht als ganz nebensächlich werde erwähnt, dass die über die Maxwell'schen mechanischen Analogieen gegebenen Mitteilungen bei unvorbereiteten Lesern den Eindruck hervorrufen können, wie wenn in ihnen die Hauptleistung Maxwells bestände. Die Hertz'sche Mechanik hat Lenard herausgegeben, nicht Helmholtz.

Aus der kurzen Skizzierung des Inhalts des Holzmüllerschen Buches wird man erkennen, dass es nur für Leser bestimmt sein kann, die eingehenden Fachstudien obliegen. Insbesondere möge es auch den Lehrern der höheren Schulen dringend empfohlen sein. Jeder wird daraus direkt für sich selbst und indirekt für den Unterricht viel gewinnen. Der Verf. wünscht freilich manches in den mathematischen Stunden auf der obersten Stufe der neunklassigen Lehranstalten wirklich behandelt zu sehen. Für einzelnes, wenigens mag dies angehen (vergl. auch d. Ztschr. XI 37); im allgemeinen ist aber zu sagen, dass die Einführung in die Lehre von dem Potential und den Kraftlinien auf der höheren Bildungsschule hauptsächlich am Leitfaden des Experiments zu geschehen hat.

Paul Gerber, Stargard.

Die Sternkunde. Gemeinfaßlich dargestellt von R. H. Blochmann. 315 S. Gr. 8°. Mit 69 Abbildungen, 3 Tafeln und 2 Sternkarten. In elegantem Orig.-Band M. 5. Stuttgart, Verlag von Strecker und Moser. 1899.

Das vorliegende Buch stellt eine sorgfältig abgefaßte und gediegen ausgestattete, auf dem Standpunkt der heutigen Wissenschaft stehende Himmelskunde dar, die recht wohl geeignet ist, den Anfänger in anregender Weise in das Gebiet einzuführen. Dabei ist der Preis ein recht niedriger, sodass sich das Werk z. B. sehr wohl für Prämien empfiehlt, bei denen ja die zur Verfügung stehenden Mittel meist nicht allzu reichlich sind. Die Abbildungen sind der Zahl nach auf das notwendigste beschränkt, aber durchweg wohl gelungen. Aufserordentlich schön und klar ist namentlich die Reproduktion einer Loewyschen Mondphotographie, welche sogar die sog. Eisenbahn und das Querthal der Alpen prächtig erkennen läßt. Einzelne, rein historische Dinge hätten in einer so gedrängten Darstellung astronomischer Thatsachen füglich unberührt bleiben sollen, so z. B. die irrige Annahme des Copernikus, dass zur Erreichung der stets sich selbst parallel bleibenden Stellung der Erdachse dieser eine besondere, jährliche Bewegung auf einem Kegelmantel zugeschrieben werden müsse. Dies wird Seite 52 ausführlich erörtert und durch zwei Figuren illustriert, ohne dass darauf hingewiesen wäre, dass diese ganze Schwierigkeit nur eine eingebildete war, und dass die unveränderliche Richtung der Erdachse nach der Entdeckung des Beharrungsvermögens gar keiner Erklärung mehr bedurfte. — Auch das nähere Eingehen auf die Ursachen von Präzession und Nutation halten wir hier für verfehlt, ein wirkliches Verständnis dieser doch ein höheres Maß von mathematisch-physikalischer Schulung erfordernden Erscheinungen ist mit wenigen Worten doch nicht zu erreichen. — Bei der Seite 167 reproduzierten Haleschen Sonnenfackelphotographie hätte betont werden sollen, dass dieselbe nicht den gewöhnlichen Anblick der Sonne im Fernrohr wiedergibt, sondern die Fackelgebilde deswegen wesentlich deutlicher und ausgedehnter zeigt, weil die Aufnahme mit Hilfe einer ganz besonderen, in den Fackeln sehr intensiven Strahlenart erfolgte.

F. Kbr.

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Prof. Dr. Aug. Föppl. Vierter Band: Dynamik, mit 69 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1899. VIII u. 456 S.

Ein Vergleich des vorliegenden Bandes der Föppl'schen Vorlesungen mit dem früher in dieser Zeitschrift angezeigten ersten Bande lehrt, daß es sich hier nicht um eine Dynamik im Gegensatze zur Statik handelt, sondern um eine Erweiterung und Vertiefung der dort vorgetragenen Lehren, nachdem sie in dem noch nicht erschienenen zweiten und in dem ebenfalls früher angezeigten dritten Bande auf die für den Techniker wichtigen statischen und diesen am nächsten stehenden dynamischen Vorgänge angewandt sind. Der Reihe nach werden behandelt der materielle Punkt, die starren Körper und die Punkthaufen, die relativen Bewegungen, die zusammengesetzten Systeme und die Flüssigkeiten. Besonders hervorzuheben ist, daß außer den mit den technischen Zielen zusammenhängenden, sonst in allgemein mechanischen Lehrbüchern seltener oder gar nicht vorkommenden Gegenständen, wie dem Massenaugleich bei Schiffsmaschinen, der Bewegung des Schwungringes einer über eine Kurve fahrenden Lokomotive, den Schwingungen der Regulatoren, den Grundwasserströmungen und anderen, mehrfach die Bedeutung und die Anwendung der mechanischen Methoden und Gesetze bei Untersuchungen über elektrische und magnetische Erscheinungen besprochen werden. Im übrigen kann nur, was Klarheit, Ausführlichkeit und Eleganz der Darstellung und Auswahl der Aufgaben anlangt, das über die früheren Bände rühmend Gesagte bestätigt werden. Die im Vorwort des ersten Bandes vom Verf. dringend empfohlene Vektorenrechnung ist auch hier consequent durchgeführt.

Paul Gerber, Stargard.

Licht-, Elektrizitäts- und X-Strahlen. Beitrag zur Erklärung der Ätherwellen von Rudolf Mewes. Zweite, bedeutend erweiterte Ausgabe. Berlin, M. Krayn. 1899. 131 S. M. 2,50.

Aus der Auffassung der elektrischen Energie als Ätherenergie und der magnetischen Energie als der durch das Mitschwingen der ponderablen Masse absorbierten Energie ergeben sich die elektromagnetischen Grundgleichungen von Maxwell. Doch ist dies keine besondere Stütze für die Mewes'sche Theorie. Denn jede lebendige Kraft, die man für die elektrische Energie, also jede Geschwindigkeit, die man für die elektrische Kraft einführt, muß den Maxwell'schen Gleichungen genügen, da die elektrische Kraft gleich der tonischen Geschwindigkeit ist und der Tonus jeder beliebige Zustand sein kann.

Der elektrische Strom in einem Drahte besteht nach Mewes in zwei den Draht nach beiden Seiten hin längs durchsetzenden Wellenzügen, wobei die Wellen theils an der Oberfläche nach dem Innern des Drahtes total reflektiert werden, theils durch die Oberfläche nach außen hindurchgehen. Für die den Raum zwischen zwei Drähten durchmessenden Wellen findet dann das Dopplersche Prinzip Anwendung, woraus Mewes für die ponderomotorische Wirkung beider Ströme das Webersche Grundgesetz erhält. Er gelangt aber nur dadurch zu seinem Ziel, daß er die Anzahl der in einem Drahte in der Sekunde erfolgenden Schwingungen für einerlei mit der Elektrizitätsmenge erklärt, was weder mit seinem aus den Maxwell'schen Gleichungen gefundenen Werte der elektrischen Kraft in Einklang ist, noch eine Unterscheidung zwischen positiver und negativer Elektrizität zuläßt. Fehler in der Benutzung mathematischer Bezeichnungen und in der Anwendung der Vorzeichen, die in den an das Webersche Gesetz wie an die Maxwell'schen Gleichungen sich anschließenden Rechnungen vorkommen, mögen hier unerwähnt bleiben, da sie die Endergebnisse nicht beeinflussen.

Als Complexe von Schwingungen werden auch die Vorgänge in den Gasen betrachtet. Von Vergleichen mit der Erfahrung ist dabei wenig die Rede. Es wird gezeigt, daß man für die Molekulargeschwindigkeit, für das Verhältnis der äußeren Arbeit zur inneren Energie, für die Wärmeleitfähigkeit und für die Gleitungsconstante nach der Schwingungstheorie andere Werte als nach der kinetischen Theorie erhält, woraus natürlich nichts für die eine und nichts gegen die andere folgt. Nur die Wärmeleitfähigkeit von Kohlensäure, Stickoxydul, Methan und Äthylen ergibt sich nach der Schwingungstheorie in besserer Übereinstimmung mit den Beobachtungen als nach der kinetischen Theorie. Das Produkt aus der Gleitungsconstante in die brechende Kraft dividirt durch den Reibungscoefficienten ist nach der Schwingungstheorie bei allen Gasen gleich, das Verhältnis dieser Größen bei zwei Gasen also 1. Aber dies bestätigt sich bloß einmal; in zwei anderen Fällen beträgt das Verhältnis 0,7, was Mewes freilich als nahezu 1 ansieht.

Am meisten unter den gastheoretischen Ergebnissen fällt folgendes auf. Ist τ die Dauer der Ätherschwingungen, δ die Dauer der Molekularschwingungen, c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles und v die Geschwindigkeit der Moleküle, so wird abgeleitet $\tau^2/\delta^2 = 1 - c^2/v^2$. Bei Luft findet Mewes für $1 - c^2/v^2$ eine Zahl, die gleich dem Verhältnis der beiden spezifischen Wärmen ist; er vermutet daher, ohne es aus seiner Theorie begründen zu können, daß sich für andere Gase dasselbe ergeben werde, was dann auch zutrifft. Dies überrascht. Die Überraschung wird jedoch noch größer, wenn man nach längerem Überlegen und Probieren herausbekommt, wie Mewes seine Ent-

deckung gemacht hat. Er giebt für v den Ausdruck $\sqrt{2A \cdot c_p \cdot T} \cdot 9,81$, wo A das mechanische Wärmeäquivalent, c_p die spezifische Wärme bei constantem Druck und T die absolute Temperatur bedeutet. Eine Controlle seiner Zahlen für v bei 0°C. zeigt, daß er aber den Faktor 2 fortgelassen oder wenigstens immer einen sehr angenähert durch $1/\sqrt{2} = 1/1,41$ bemessenen Bruchteil seines theoretischen Wertes herausgerechnet hat; er spricht ja wohl von der Molekulargeschwindigkeit bei constantem Volumen, hätte indes dann nicht durch $\sqrt{2}$ dividieren dürfen. Formt man nun die fragliche Differenz $1 - c^2/v^2$ mit Hilfe des falschen Ausdruckes $\sqrt{A \cdot c_p \cdot T} \cdot 9,81$ und mit Benutzung des Mariotte-Gay-Lussacschen Satzes um, so erhält man die bekannte, aus der mechanischen Wärmelehre folgende Beziehung zwischen der Schallgeschwindigkeit und dem Verhältnis der beiden spezifischen Wärmen. Die Mewessche Theorie in Verbindung mit einer ihr widersprechenden Formel führt also auf ein längst theoretisch sicher begründetes Gesetz!

Auch das angebliche Gesetz über die Absorptionsäquivalente, worunter die durch die Dichten dividierten Produkte der brechenden Kraft in das Atom- oder Molekulargewicht zu verstehen sind, lehrt, wie sehr es Mewes an Besonnenheit in Abwägung der Thatsachen mangelt. Das Absorptionsäquivalent einer chemischen Verbindung soll gleich der Summe der Absorptionsäquivalente der Elemente sein. Die Berechnungen liefern in der That Zahlen, die einigermassen mit den Beobachtungen übereinstimmen. In manchen anderen Fällen würde das Maß dieser Übereinstimmungen völlig hinreichen, hier aber täuscht es. Mewes selbst führt ein Citat aus Wüllners Experimentalphysik, betreffend die Unzulässigkeit der Anwendung des Gesetzes von Arago und Biot über die brechende Kraft von Gasgemischen auf die brechende Kraft von Gasverbindungen, an, wonach die durch Beobachtungsfehler bedingten Unterschiede zwischen Theorie und Erfahrung nur sehr klein sein dürfen; er konnte daraus ersehen, daß die Unterschiede, die er erhält, zu groß sind, denn z. B. für Chlorwasserstoff ist sein Satz mit dem von Arago und Biot identisch. Außerdem bemerkt er, daß der Satz sich für alle Aggregatzustände bewähre, d. h. nur eine chemische Eigenschaft der Körper bezeichne; doch eben deshalb bewährt er sich gar nicht. Die Absorptionsäquivalente müßten danach nämlich unabhängig von Druck und Temperatur sein. Es ist aber längst bekannt, daß sie es nicht sind.

Mewes versteigt sich noch weiter ins Chemische. Die Atomgewichte der Elemente betragen Vielfache der Werte 0,57 und 0,43 oder Summen von solchen Vielfachen. Man braucht nicht nachzurechnen; würde es nicht stimmen, so ließen sich andere derartige Werte erfinden, höchstens entstünden neue Anforderungen an die Geduld des Rechners. Die Summe von 0,57 und 0,43 ist 1, daher sind 0,57 und 0,43 die Gewichte der beiden Atome eines Wasserstoffmoleküls. Die entsprechenden Raunteile des Atomvolumens des Wasserstoffs verhalten sich mithin wie 0,57 zu 0,43. Dies hat eine doppelte Bedeutung. Erstens ist das Verhältnis gleich 1,32 oder annähernd gleich dem Verhältnis der beiden spezifischen Wärmen, obgleich dieses tatsächlich 1,41 beträgt; zweitens stimmt es fast genau mit dem Verhältnis der Rauminhalte einer Kugel vom Radius 1 und eines Rotationsellipsoides von der halben großen Achse $1/2$ überein, folglich ist das eine Wasserstoffatom eine Kugel, das andere ein Rotationsellipsoid! Dies genügt wohl, um die weitere Ausspinnung dieses Irr- und Wirrgewebes übergehen zu dürfen.

Auch der letzte Abschnitt, der über das Ohmsche Gesetz handelt, taugt nichts. Es soll bewiesen werden, daß die thermoelektromotorische Kraft zwischen Silber und jedem anderen Metall mit Lötstellen von 0° und 100°C. bei passend gewählter Masseinheit gleich dem Quotienten aus der Leitungsfähigkeit des Silbers durch die des Metalles bei 100° sei. Es stimmt jedoch tatsächlich in keinem der neun als Beweis angeführten Fälle.

In einem Anhang kommt Mewes auf seine 1896 erschienene Broschüre über „Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen und deren Wirkungsgesetze“ zu sprechen, die mit dem vorliegenden Buche einigen Zusammenhang hat. Er beklagt sich, man habe ihn unsachlich und ironisch abgefertigt und auf die sehr abweichenden Ergebnisse anderer Forscher verwiesen. Er behauptet nämlich, auf zwei Arten gezeigt zu haben, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwere gleich der des Lichtes sei. Er glaubt, am Horizontalpendel müsse sich in der von Zöllner angegebenen Weise eine Wirkung der Sonnenanziehung und zwar mit einer Verspätung von 8 Minuten, gleich der Zeit, die das Licht von der Sonne bis zur Erde braucht, zu erkennen geben. Dies ist freilich falsch, möge jedoch hier als richtig angenommen werden. In Wilhelmshaven und Potsdam hat Rebeur-Paschwitz mit einem sehr feinen Horizontalpendel Beobachtungen angestellt und, um den Einfluß des Mondes zu bestimmen, den der Sonne eliminiert. Dabei müßte eine die Periode des Einflusses abgrenzende Größe von der halben Länge eines Mondtages oder 11 Stunden 30 Minuten zum Vorschein kommen; sie ist aber für verschiedene Beobachtungsreihen zu klein um 28, 10, — 4, — 1, — 1 und 8 Minuten. Weil nun diese Zahlen ungefähr gleich 3, 1, — $1/2$, 0 und 1 mal $8\frac{1}{4}$ sind, wobei nur leider die Bedeutung jener Faktoren völlig rätselhaft bleibt, und das Mittel aus den vier ersten

Zahlen, die doch zwischen 28 und — 4 schwanken, ebenfalls $8\frac{1}{4}$ beträgt, geht nach Mewes daraus hervor, daß sich so die genannten 8 Minuten Verspätung der Sonnenanziehung ankündigen. In dem anderen Falle ermittelt Mewes die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwere, übrigens auf einen auch von seinem Standpunkte aus fehlerhaften Wege, wovon indes wieder abgesehen werde, für jeden Planeten und findet vom Merkur bis zum Neptun Zahlen, die mit 667 000 km/sec anfangen und mit 275 000 km/sec endigen. Offenbar schließt jedermann hieraus, daß die zu Grunde liegende Hypothese oder die Rechnung oder beide falsch sind. Trotzdem hat Mewes den Mut, einen Mittelwert gleich 464 000 km/sec zu berechnen. Wohl gemerkt, dies ist c , womit die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwere bezeichnet war. Jetzt wird noch $\frac{2}{3}$ davon genommen, und da dies 310 000 km/sec ergibt, gefolgert, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwere sei gleich der des Lichtes. Der Bruch $\frac{2}{3}$ schneit hier plötzlich herein, weil nach der Stoftheorie der Schwere sich die Geschwindigkeit der Ätherteilchen zur Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes wie 3 zu 2 verhält. Mewes berechnet also die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation aus zweifelhaften Hypothesen auf Wegen, die nicht bloß schlechthin unexakt, sondern im schlimmsten Sinne zahlenspielerisch sind, während alle früheren Forscher zwar ebenfalls zweifelhafte Hypothesen zu Grunde gelegt, ihre Rechnungen aber exakt durchgeführt haben.

Mewes sagt am Schlusse, seine Bücher dürften nicht bloss gelesen, sie müssten studiert werden. Zu welchem Ergebnis ein solches Studium führt, ist hier in einer zum Werte der Sache in keinem Verhältnis stehenden Ausführlichkeit gezeigt, da eine kürzere Abfertigung kein deutliches Bild von der Fülle der Unzulänglichkeiten des Buches zu geben vermöchte. Trotzdem ist einiges übergegangen, wie über das Verhältnis der Wärmeabsorption und der spezifischen Wärme zur brechenden Kraft, über die Exstinctioncoefficienten von Strahlen und über die spezifischen Faktoren, womit die Thatsachen ebenfalls mißhandelt werden.

Paul Gerber, Stargard.

Grundrifs der Naturlehre. Für die oberen Klassen der Mittelschulen. Von Prof. Dr. W. Pscheidl. Mit 283 Abbildungen. Wien u. Leipzig. W. Braumüller. 1899. 371 S. Mk. 4,40 (fl. 2,60).

Der Verfasser sagt in der Vorrede, daß das vorliegende Buch nicht durch den Umfang, sondern durch die Behandlungsweise des ausgewählten Stoffes sich wesentlich von den meisten anderen gleichem Zwecke dienenden Büchern unterscheide. Das kann man nur von denjenigen Büchern gelten lassen, die nach den Grundsätzen der modernen Methodik des physikalischen Unterrichts bearbeitet sind; denn diese werden in dem vorliegenden Buche vollständig aufser Acht gelassen. Daß die Induktion gegen die Deduktion, das Experiment gegen die mathematische Rechnung sehr stark zurücktritt, mag man gelten lassen, da man vielfach eine solche Methode in den oberen Klassen für richtig hält. Aber als Grundlage der Deduktion werden meist Sätze gewählt, die entweder dogmatisch aufgestellt oder durch ganz lückenhafte Induktion gewonnen sind. Hypothesen und Thatsachen werden nicht scharf getrennt. Die in den mathematischen Formeln gebrauchten Größen sind vielfach gar nicht oder so mangelhaft definiert, daß eine experimentelle Bestimmung ihrer Zahlenwerte unmöglich ist. Finden sich daneben noch vielfach Mängel in der Anordnung des Stoffes und auffällige Lücken, sachliche Fehler und Unvollkommenheiten im Ausdruck und der Darstellung, so haben wir in diesem Lehrbuch die ganze Musterkarte von Fehlern, die bei physikalischen Schulbüchern gemacht zu werden pflegen.

Einige Beispiele nur mögen als Belege für das Gesagte angeführt werden. In der Mechanik wird mit der Dynamik begonnen und aus der Definition der Kraft als „der letzten sinnlich nicht mehr wahrnehmbaren Ursache einer Erscheinung“ ohne weiteres geschlossen, daß eine konstante Kraft eine gleichförmig beschleunigte Bewegung bewirkt. Der freie Fall und die Bewegung an der Fallmaschine werden nur als Beispiele für diesen Satz angeführt. Der Fall auf der schiefen Ebene steht zwischen kreisförmiger Bewegung und Pendel, dann folgt der schiefe Wurf (der senkrechte ist 40 Seiten vorher behandelt) und weiter die Fliehkraft und die Centralbewegung. Pendel- und geradlinige harmonische Schwingungen sind ganz getrennt behandelt, die letzteren erst in der Einleitung zur Akustik. Die Fliehkraft ergibt sich (S. 66) durch unrichtige Zerlegung als die ursprüngliche Kraft beim Zustandekommen einer kreisförmigen Bewegung: „Soll sich daher der materielle Punkt längs der Peripherie des Kreises bewegen, so muß die auf ihn wirkende Fliehkraft durch eine mit ihr gleich große Gegenkraft aufgehoben werden.“ Die Centralkraft bei der Planetenbewegung wird als selbstverständlich angenommen und daraus der Flächensatz bewiesen. Die Begründung der Präcessionsbewegung beim Kreisel (S. 76) ist unrichtig. Experimente und Apparate sind in der ganzen Mechanik fester Körper nur drei oder vier beschrieben, meist wird nur am Schlusse der Deduktionen die Bemerkung gemacht „Bestätigung durchs Experiment“. Ausführbar sind die beschriebenen Experimente auch nicht alle, wie z. B. das zur Bestätigung des archimedischen Prinzips. Die Oberflächenspannung wird mit dem Grenzdruck senkrecht zur Flüssigkeitsoberfläche verwechselt.

Dass die Oberflächenspannung größer wird, je kleiner q ist, genügt dem Verfasser zur Aufstellung der Formel k/q . Die „Erscheinung“, dass ein Luftstrahl saugend wirkt, wird sicher nicht „gewöhnlich als negativer Druck bezeichnet“. Mehrfach werden Gesetze benutzt, die vorher gar nicht angeführt sind, so beim Hygrometer das Gesetz über die Sättigungsmenge des Wasserdampfes in Luft, oder bei der Laneschen Maßflasche das Gesetz über die Beziehung von Schlagweiten des elektrischen Funkens und Potentialdifferenz. Das Gesetz von der Dampfspannung beim Sieden wird ohne jeden Beweis gegeben. Experimente über Wärmeleitung fehlen, und was über Wärmestrahlung und ihre Beziehung zu den Lichtstrahlen gesagt wird, ist ganz unzureichend; dafür wird aber in der Optik Polarisation und Doppelbrechung, ja selbst Cirkularpolarisation ausführlich behandelt. Mit der „Einheit des Nordmagnetismus“, „den Massen der freien Magnetismen“, der Intensität des Erdmagnetismus wird lange gerechnet, bevor eine Definition der Polstärke gegeben wird. Ebenso geht es mit der Elektrizitätsmenge und später mit der Stromstärke. Die Stromstärke z. B. wird bereits im ersten Faradayschen Gesetze benutzt, bevor überhaupt durch ein Experiment quantitative Verschiedenheiten von Strömen nachgewiesen sind. Das elektrostatische Potential wird rein mathematisch eingeführt, jede Beziehung zum Experiment, z. B. dass man auch Potentiale messen oder Potentialunterschiede experimentell feststellen kann, fehlt. Der Abschnitt über „Berührungselektrizität“, zu dem hier auch Magnetinduktion, Diamagnetismus, Dynamomaschinen etc. gerechnet werden, beginnt mit dem Voltaschen Fundamentalversuch; die angegebenen Zahlen für die Potentialdifferenzen in willkürlichem Maße müssen dem Schüler, der keine Methoden zum Vergleich von Potentialdifferenzen kennt, unverständlich bleiben. Um mit Hilfe dieser Zahlen die Potentialdifferenz an den Polen einer offenen Voltaschen Kette von 3 Elementen abzuleiten, braucht der Verfasser ein Gleichungssystem mit 100 (!) Größen. Die Erklärung der galvanischen Polarisation ist vollständig falsch. Wie die Maße für Stromstärke, Widerstand und elektromotorische Kraft eingeführt sind, lässt sich nicht erkennen, da Druckbogen 14, auf dem das geschieht, vollständig verdruckt ist (je eine Seite ist doppelt vorhanden, die folgende fehlt). Doch kann man darauf schließen aus einer Bemerkung (S. 196), wo drei Größen, „elektrische Scheidungskraft, elektromotorische Kraft und Potentialdifferenz“ in Parallele gestellt werden mit „Kraft, lebendiger Kraft und potentieller Energie“, und aus der Thatsache, dass bei der Induktion von elektromotorischer Kraft keine Rede ist, dagegen gesagt wird, dass die Intensität des Induktionsstromes um so größer wird, je rascher die Intensität des Hauptstromes sich ändert. Der Abschnitt über Dynamomaschinen, in dem z. B. das Prinzip der Dynamomaschine in einer Figur dargestellt sein soll, ist sehr verworren. In der Optik wird von der Ätherhypothese und der Undulationstheorie als Thatsachen ausgegangen, aus denen Reflexion, Brechung, Interferenz etc. gefolgert werden. Auch die Dispersion leitet der Verfasser in wunderbarer einfacher Weise daraus her: „In festen und flüssigen Körpern ist die Dichte der von den Körpermolekülen angezogenen Äthertheilchen eine größere als in Gasen, es pflanzt sich also Licht von kleiner Wellenlänge in den festen und flüssigen Körpern langsamer fort als jenes von größerer Wellenlänge.“ Beim Spektrum werden die ultravioletten Strahlen erwähnt, die ultraroten aber vergessen. Auf die Physik folgt eine kurze Darstellung der elementaren Astronomie und der Chemie. Auch in diesen tritt die Induktion ganz zurück. Die Chemie giebt nur einen kurzen Auszug einer systematischen Darstellung, in der sehr viel Stoff ohne viel Zusammenhang aufgehäuft ist. Charakteristisch ist, dass chemische Formeln und Gleichungen reichlich gebraucht werden, ohne dass das Gesetz von den konstanten Proportionen auch nur angedeutet wäre.

Nach dem Gesagten braucht über die Brauchbarkeit des Buches in der Schule nichts zugefügt zu werden. Den österreichischen Schulen stehen für ihre oberen Klassen bessere Lehrbücher zur Verfügung. *Götting.*

Experimentierbuch für den Elementarunterricht in der Naturlehre. Mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der österreichischen Bürgerschulen und im Anschlusse an Swoboda-Mayers Naturlehre für Bürgerschulen. Von Dr. Karl Rosenberg. 2. Teil. Mit 104 Textfiguren. Wien 1899, A. Hölder. 114 S.

Was vom ersten Teile an dieser Stelle (ds. Zeitschr. XII 51) anerkennend hervorgehoben wurde, gilt in noch stärkerem Maße von dem vorliegenden zweiten, eine höhere Stufe behandelnden Teile. Das Buch enthält eine Fülle instruktiver Versuche, die noch den großen Vorzug haben, dass sie fast alle mit leichten Mitteln anzustellen sind. Bei dem Shawschen Versuch über das Nichttönen einer Glocke innerhalb eines Kolbens, dessen Luft durch Sieden von Wasser verdrängt wurde (S. 61), hätte vielleicht als Vorsichtsmaßregel angegeben werden sollen, dass für den Versuch nur ein starkwandiger Kolben zu wählen ist. Das Experimentierbuch füllt ein wirkliche Lücke aus und ist allen zu empfehlen, denen die Werke von Weinhold, Heumann u. a. nicht zugänglich oder zur Anschaffung zu teuer sind. Auch bei praktischen Schülerübungen wird es mit Nutzen verwandt werden können. *O.*

Versammlungen und Vereine.

71. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München

vom 17. bis 23. September 1899 (Schlufs).

Abteilung für Physik.

Herr WÜLLNER (Aachen) sprach über die Spektren der Kanal- und der Kathodenstrahlen. Die Kanalstrahlen wurden in der Weise hervorgebracht, dafs in eine luftleere Glasröhre ein Messinggitter eingesetzt war, welches die von einem Funkeninduktorium erzeugten Strahlen passieren mufsten. Die Röhren waren 1 m lang und besafsen 1—4 mm Durchmesser. Wenn das Leuchten von ausgeworfenen Teilen der Elektroden herrührte, so mufste man bei Anwendung der Spektralanalyse Metallspektren sehen. Alle Spektren aber waren Teile der Gasspektren. Bei den Kathodenstrahlen sieht man keine Linien des Sauerstoffspektrums. Die Kanalstrahlen zeigten keine Spur von Banden, dagegen sah man die Sauerstofflinien. Mit dem Wasserstoff war es ähnlich. Äthylen zeigte ein Spektrum, das dem Wasserstoffspektrum beinahe gleich ist. Wenn man dem Wasserstoff etwas Sauerstoff zuführte, so zeigte sich keine Änderung. Wenn man aber dem Äthylen etwas Sauerstoff zuführte, so traten mit einemmale die Banden des Kohlenstoffspektrums auf. Beim Stickstoff ist die Sache noch zweifelhaft. (Vgl. d. Zeitschr. XI 140.)

Herr GIESEL (Braunschweig) führte Radium und Polonium vor, welche aus Pechblende gewonnen werden. Aus 1000 kg Rohmaterial wurden 10 g gewonnen. Diese beiden radioaktiven Substanzen wirken ähnlich wie Uran phosphoreszenzerregend, jedoch in viel erheblicherem Grade und greifen die photographische Platte sehr stark an. Ein Radiumstückchen wurde in einem Bleikasten von 6 mm Wandstärke und 12 mm Deckelstärke eingeschlossen und war in stande, durch die Bleiwände hindurch einen Baryumplatincyanschirm zum Leuchten zu bringen. Hielt man das Kästchen, in welchem sich Radium befand, an das Schläfenbein, so empfand man einen Lichtreiz; also müssen die Strahlen durch die Knochen des Kopfes gedrungen sein.

Herr HEINKE (München) berichtete über eine Reihe von Untersuchungen, die angestellt wurden, um die Energieverteilung zu studieren, welche letztere bei Anwendung des Wehnelt'schen Unterbrechers durch eine Gleichstromquelle entsteht. Der mit Anwendung des genannten Unterbrechers entstandene Wechselstrom kann am einfachsten als Übereinanderlagerung von Gleichstrom und sinusförmigem Wechselstrom angesehen werden. Dafür soll der Name Wellenstrom eingeführt werden. Die Leistung dieses Wellenstroms darf man nicht durch Multiplikation von Stromstärke und Spannung des Gleichstrominstruments angeben, sondern man mufs entweder mit Hülfe des Wattmeters den Energieverbrauch messen oder man verwandelt die ganze elektrische Energie in Wärme und mifst die elektrische Leistung auf kalorischem Wege.

Herr FOMM (München) liefs Büschellicht auf Trockenholz ausströmen und erhielt dadurch die Strukturbilder des Holzes. Man legt das Holz auf ein zur Erde abgeleitetes Stanniolblatt, bringt auf die abzubildende Fläche ein sehr empfindliches photographisches Papier (Eastman Paper) und stellt in 5 cm Abstand darüber eine metallische Spitze, die mit dem einen Pol einer Influenzelektriermaschine in Verbindung ist. Die so entstandenen Bilder sehen fast genau so aus, wie wirkliche Photographieen, sind es aber nicht. Denn bei der photographischen Abbildung sind die Jahrringe dunkel und die dazwischen liegenden Stellen hell, hier aber sind die Markstrahlen bald dunkel, bald hell, je nach ihrem Gehalt an Stärkekörnern. Man kann daher mittels der Elektrophotographie chemische Eigenschaften des Holzes ermitteln.

Herr ELSTER (Wolfenbüttel) berichtete über die von ihm auf dem Brocken und auf dem Säntis angestellten Versuche über Elektrizitätszerstreuung in der freien Atmosphäre. Ein geladenes Elektroskop entlädt sich in Luft verschieden, je nachdem letztere trocken, feucht oder staubig ist und je nach der Höhe, in der sich das Elektroskop befindet. Die Entladungsgeschwindigkeit ist auch verschieden, wenn sich das Elektroskop in einem Drahtkäfig befindet, der einmal gleichnamig, das andere mal ungleichnamig elektrisch ist. Alle Versuche führten zu folgender Vorstellung: Die Luft enthält teils positiv, teils negativ elektrische Teilchen von ungefähr gleicher Menge. Die elektrische Spannung der Luft rührt von einem Überschufs der einen oder anderen Teilchen her. Bergspitzen ziehen positiv elektrische Teilchen an. Zum Schlusse wurde einem geladenen Elektroskop das bei dem Vortrag von Giesel benutzte Bleikästchen, in welchem sich Radium befand, in einer Entfernung von 50—25 cm genähert. Sofort fielen die Blättchen des Elektroskops zusammen.

Herr FALLER (Zweibrücken) trug eine neue Anschauung über die Reibung vor.

Herr EMDEN (München) führte einen schnell rotierenden Spiegel vor. Der Spiegel hatte die Gröfse eines Markstücks und trug oben eine horizontale ausgehöhlte Scheibe von gleicher Gröfse, in

welche comprimierte Luft von 8—10 Atm. einströmte. Der Spiegel wurde dadurch in so rasche Rotation versetzt, daß er 1600 Touren in der Sekunde machte, was man durch Herabfallenlassen von photographischen Platten, auf denen sich die Lichtbilder des Spiegels markierten, bestimmte. In der Sekunde legt ein Lichtpunkt, den man durch einen auf den Spiegel fallenden Lichtstrahl erhält, 12 600 m zurück. Derselbe Vortragende zeigte auch die Schlierenbildung an comprimierter Luft. Liefs man das Licht eines Projektionsapparates auf die ausströmende comprimierte Luft fallen, so erblickte man auf einem dahinter gehaltenen Schirm abwechselnd Verdichtungen und Verdünnungen, die ein kegelförmiges Aussehen hatten.

Herr KLEMENCIC (Innsbruck) demonstrierte das Mitschwingen von Pendeln, welche verschiedene Länge besitzen. Ein Pendel von der Form eines Sekundenpendels trug oben an der Aufhängung ein gleichseitiges Dreieck, welches mit dem Pendel in Schwingungen versetzt wurde. Die Pendel, welche zum Mitschwingen gebracht werden sollten, waren Metallkugeln, die an Fäden aufgehängt waren. Die Längen dieser Fäden waren im Vergleich zum Hauptpendel 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$. Hängte man nun diese Pendelkugeln an das Dreieck, so zeigte sich bei einzelnen ein Mitschwingen, während andere in Ruhe blieben. Wurden die Pendel an einem Haken in der Basismitte des gleichseitigen Dreiecks aufgehängt, so schwang Pendel von der Länge 1 mit, Pendel 2 blieb in Ruhe, Pendel 3 schwang wieder mit. Der Vortragende verglich diese Erscheinung mit dem Mitschwingen der Obertöne. Dann wurde eine asymmetrische Aufhängung angebracht, indem das Hauptpendel erst, wenn es aus seiner Gleichgewichtslage gekommen war, an einen Stift anschlug, der einen Arm trug. An diesem Arm wurden nun die Pendelkugeln aufgehängt; nun schwang Pendel 1 mit, Pendel 2, das dem ersten Oberton entspricht, ebenfalls, dagegen blieb Pendel 3 in Ruhe.

Herr CEREBOTANI (München) sprach über Typentelegraphie ohne Draht oder fünffache Gegentypentelegraphie ohne Draht unter Vorführung von Versuchen.

Herr PLANK (Berlin) sprach über irreversible Strahlungsvorgänge. Aus dem Vortrag ist hervorzuheben, daß im Brennpunkt einer Linse keine höhere Temperatur herrscht, sondern nur mehr Strahlen vereinigt sind. Reflektierte Strahlen haben eine andere Temperatur, und wenn man sie auch in einem Brennpunkt wieder vereinigt, erhält man nicht die ursprüngliche Temperatur. Das Gesetz der natürlichen Strahlung und der molekularen Anordnung (nach Boltzmann) sind blofs andere Ausdrücke für den zweiten Satz aus der Thermodynamik.

Herr PRINGSHEIM (Berlin) sprach über die Verteilung der Energie im Spektrum des „schwarzen“ Körpers und des Platins nach gemeinsam mit O. Lummer ausgeführten Versuchen. Es wurde eine Reihe von Kurven vorgeführt und die Tabellen über Versuche in der physikalischen Reichsanstalt erklärt. Unter Zugrundelegung der Kurven wurde die Temperatur einer Glühlampe zu 2200° bestimmt, die der Nernstschen Lampe zu 2500°; ebenso hoch die des Auerlichts. Für die Sonne erhält man unter gleichen Voraussetzungen 5435° C., welche Temperatur dem von Pouillet gefundenen Werte entspricht, dagegen von dem durch Langley gefundenen abweicht.

Herr ASCHKINASS (Berlin) hat die Absorptionsspektren und zwar von Kalkspat, Gyps, Alaun und Marmor untersucht. Wenn der Brechungsexponent bei 50 μ oder 60 μ wesentlich gröfser ist als der extrapolierte Wert, so mufs eine anomale Dispersion bestehen. Es wurde gefunden:

Dielektrizitätsconstante für Kalkspat	2,9	Brechungsexponent n bei 51 μ	2,7
Gyps	2,25		2,5
Alaun	2,58		2,5

Marmor, Gyps und Alaun besitzen anomale Dispersion an einer Stelle des Spektrums, wo die Wellenlänge des Marmors 29,4 μ beträgt. Für Bornatrium liegt die Wellenlänge für die anomale Dispersion zwischen 50 und 55 μ , für Bromkalium zwischen 60 und 70 μ .

Herr HAGENBACH-Bischoff (Basel) und Herr EMDEN (München). Mit einer Pumpe zur Compression und Verdünnung der Luft wurde folgender Versuch vorgeführt: In eine Messingplatte von 20 cm Durchmesser ist ein Rohr senkrecht eingeschraubt, und durch dieses wurde comprimierte Luft von 8 Atm. eingeblasen. Wurde eine zweite Messingplatte von derselben Gröfse nahe genug parallel zur ersten hingehalten, so wurde dieselbe so stark angezogen, daß sie durch ein Gewicht von 2 kg nicht abgerissen werden konnte. Es wurde auch die Stellung gezeigt, bei der die durch das Blasen hervorgebrachte Abstofsung in Anziehung übergeht. Hierauf wurde ein hartgesottenes Ei mit seiner Bauchseite auf den Tisch gelegt und horizontal in Rotation versetzt. Das Ei richtete sich auf, ähnlich einem Kreisel. Bei einem weichgesottenen oder rohen Ei gelingt der Versuch nicht, da die innere Reibung das Aufrichten verhindert. Legte man das hartgekochte Ei auf den senkrecht in Höhe steigenden Strahl der comprimierten Luft, so tanzte dasselbe auf und ab, während das rohe auf dem Luftstrahl vollständig ruhig blieb. Eine gewöhnliche Sirene, bestehend aus einer Pappscheibe, die mit Lochreihen versehen war, wurde durch den Luftstrom von 8 Atm. angeblasen und auf einem

Centrifugalapparat herumgedreht. Die dadurch hervorgebrachten Töne klangen wie eine Orgel. Man liefs die comprimierte Luft durch den unteren Teil einer Orgelpfeife, deren oberer Teil abgenommen war, strömen, wodurch man ein unerträgliches Geräusch erhielt. — In der Diskussion wurde erwähnt, dafs man diesen Versuch auch mit flüssiger Kohlensäure anstellen kann, wenn man eine Flasche vorschaltet.

Herr DIETERICI (Hannover) spricht über die Zustandsgleichung von van der Waals.

Herr KAHLBAUM (Basel) sprach über fraktionierte Destillation von Metallen. Zu den Versuchen wurde ein Destillationsofen, eine Luftpumpe und ein Manometer verwendet. Die meisten Metalle wurden in Glas- oder Porzellanröhren destilliert. Zinn (Schmelzpunkt 480) ist das Metall, welches am schwierigsten destilliert. Es sind fast alle Metalle destilliert worden, u. a. auch Selen und Tellur. Silicium und Mangan lassen sich leicht destillieren, Kupfer nur aus Porzellan. Das destillierte Kupfer bildet eine zusammenhängende krystallinische Masse; die Krystalle bestehen aus Würfeln und Oktaëdern. Das Gold siedet unschwer und läfst sich in Glas kochen. Dagegen läfst es sich ebenso wie Silber, Kupfer und Eisen nur in Porzellan destillieren. Chrom greift die Glasur des Porzellans sehr stark an. Auch Aluminiumzirkon konnte verdampft werden. Zum Schluß wurde das Destillationsprodukt eines 10 Pfg.-Stückes gezeigt. Man konnte daran deutlich die Kupfer- und Nickelkrystalle erkennen. — In der Diskussion teilte Lummer mit, dafs die Porzellanfabrik in Charlottenburg eine neue Masse hergestellt habe, die bei 1680° nicht schmilzt und leichter formbar ist wie Porzellan.

Herr MARTENS (Berlin) trug vor: a) Über ein neues Polarisationsphotometer für weifses Licht, b) Über ein Vergleichskolorimeter für Spektroskope.

Herr LEVY (Berlin) demonstrierte einen Quecksilberunterbrecher für Funkeninduktoren. An einem Zylinder sitzen keilförmige Kupferstreifen, deren Spitzen nach unten gerichtet sind. Aus einer Düse strömt ein Quecksilberstrahl auf die Kupferkeile. Das Ganze befindet sich in Petroleum und wird durch einen Elektromotor in Rotation versetzt. Durch Heben oder Senken des Zylinders konnte man die Funkenlänge regulieren. Es wurde bei 130 V. und 2 A. und bei 20 V. und 6 A. gearbeitet. Der Apparat wurde mit 2000 Unterbrechungen in der Minute vorgeführt, doch kann man mit demselben 24000 Unterbrechungen in der Minute hervorbringen.

Herr ARONS (Berlin) trägt vor: Über den Lichtbogen zwischen Metallelektroden. Er untersucht die Minimumspannung, welche notwendig ist, um einen elektrischen Lichtbogen zwischen verschiedenen Metallen in Luft und bei einer anderen Versuchsreihe in Stickstoff hervorzubringen. Die Kohle eignet sich nicht zu diesen Versuchen, weil sie vergast.

Herr STRAUBEL (Jena) sprach über die Energiebahnen des gebeugten Lichtes.

Abteilung für Chemie.

Aus der großen Zahl der Vorträge seien nur folgende hervorgehoben:

VAN 'T HOFF (Berlin): Über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. — KRÄMER (Berlin) führte die Entstehung des Erdöls auf das Pflanzenreich zurück, was von ENGLER (Karlsruhe) bestritten wurde, der an der Ansicht festhält, dafs das Petroleum aus animalischen Fetten entstanden sei. — WERNER (Zürich): Neue Untersuchungen über Kobaltammoniake. Es ist dem Vortragenden gelungen, zwei Reihen isomerer Salze herzustellen, welche ausser stereochemischer Verschiedenheit auch noch dadurch differieren, dafs Radikale der Salze sich von zwei verschiedenen Formen einer tautomeren Säure ableiten. — KÜSTER (Clausthal) sprach über elektrolytische Fällung von Metallen aus gemischten Lösungen; ferner wies der Vortragende nach, dafs die Metalle Calcium, Baryum, Strontium durch Anwendung eines Gemisches von Kaliumsulfat und Karbonat sich analytisch trennen lassen. — v. LOEBEN (Dresden) führte einen Filtrierapparat für chemische Laboratorien vor. Durch eine Radfahrluftpumpe wird ein Druck über der zu filtrierenden Flüssigkeit erzeugt. — BLEIER (Wien) sprach über Dampfdichtebestimmung des Schwefels, dessen Molekül bei 500° aus sechs Atomen, bei 1000° infolge zunehmender Dissoziation nur noch aus zwei Atomen besteht. Bei noch niedrigerer Temperatur, d. h. unter dem Siedepunkt und entsprechend geringem Druck erhält man eine Dichte, welche einer noch größeren Atomzahl entspricht. — MARX (München) ist auf grund arithmetischer Betrachtungen zu der Ansicht gekommen, dafs die Zahlen 14 und 19 eine besondere Rolle bei den Atomgewichtszahlen spielen.

Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht.

ADAMI (Hof) und HALBOTH (München) führten Galvanometerversuche vor. Der Vortrag wird in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

RECKNAGEL (Augsburg) sprach über den Anfangsunterricht in der Algebra.

KREBS (Hagenau): In welcher Weise kann der Realschulunterricht besonders in den Naturwissenschaften um den geographischen Unterricht konzentriert und ihm solcher Gestalt ein zeitgemäßes Ziel wirtschaftlicher Vorbildung gesetzt werden?

ARCHENHOLD (Treptow) zeigte seine auch in der Ausstellung aufgestellten Mondreliefs und zwar das „Mare imbrium“ vor.

FISCHER (München) demonstrierte Unterrichtsmodelle zur Mechanik. Zunächst führte der Vortragende ein Wellenmodell vor. 25 cylindrische Bleistücke von 2 cm Höhe und 6 cm Durchmesser und 25 solche Bleistücke von 4 cm Höhe sind an Fäden von 50 cm Länge aufgehängt. Diese Fäden werden oben an eine 5 m lange eiserne Stange mittels Ösen eingehakt. Durch die Mittelpunkte aller dieser Cylinder ist eine Gummischnur gezogen. Das eine Ende der Gummischnur ist frei, während das andere Ende an einem Stativ festgebunden ist. Setzt man nun das freie Ende mit der Hand in eine hin- und hergehende Bewegung, so pflanzt sich diese Bewegung wellenförmig bis zum anderen Ende fort. Es wurde dann die Interferenz der Wellen, sowie die stehenden Schwingungen gezeigt. Ebenso wurden durch Anziehen und Nachlassen der Gummischnur Longitudinalwellen hervorgebracht. Man konnte auf den ersten Blick ablesen, dass $\frac{l}{t} = V$. Wenn nun das vor-

her festgemachte Ende losgebunden wurde, und man erregte an dem gleichen Ende wie zuvor wieder eine Welle, so trat an der Stelle, wo sich die dickeren Bleistücke befanden, teilweise eine Fortpflanzung der Welle und teilweise eine Reflexion ein. — Ein zweites Wellenmodell hatte folgende Einrichtung: Von der Decke des Hörsaales herab hingen ca. 40 Bleikugeln, die durch Spiralfedern gegenseitig verbunden waren. Jede Bleikugel hatte unter sich an einer 1,2 m langen Schnur wieder ein Bleistück hängen. Versetzte man die oberen Bleikugeln in rasche Wellenbewegung, so blieben die unteren Kugeln ohne Ausnahme in Ruhe, wurde aber die Wellenbewegung der oberen Bleikugeln langsam hervorgebracht, so folgten die unteren den oberen Kugeln vollständig.

Hierauf zeigte der Vortragende eine schallempfindliche Flamme, die aus einem oben zugespitzten Bunsenbrenner mit Drahtnetz erzeugt war. Oben darüber befand sich ein dünner Platindraht, der durch die Flamme in weithin sichtbare Weißglut versetzt wurde. Schlug man nun eine Stimmgabel an und drehte dieselbe vor der Flamme um die Axe des Stieles, so leuchtete die Flamme bald stärker, bald schwächer, je nach der Stellung der Gabelzinken zur Flamme.

Das Beharrungsvermögen wurde mit einer Centrifugalmaschine gezeigt. Eine feste berufste Platte war unter der Centrifugalmaschine aufgestellt; an der Maschine war eine Kugel eingeklemmt; wurde die Maschine in Bewegung gesetzt, so beschrieb die Kugel auf dem Rufe Kreise, und wenn sie fortgeschleudert wurde, geschah dies in der Richtung der Tangente. Wurde die Scheibe, die vorher festgestanden hatte, mit herumgedreht, so erhielt man ganz andere Kurven.

Um den Begriff der Masse zu erläutern, wurden Bleirollen von verschiedenem Gewichte an die beiden Enden einer horizontal auf dem Tisch ausgespannten Feder gehängt und hierauf die Feder losgelassen. Aus der Bewegung der Rollen konnte man einen Schlufs auf die Masse ziehen.

Hierauf wurde ein Elektromotor aufgehängt und durch einen Strom der Anker in Rotation versetzt. Es drehte sich dann der ganze Elektromotor mit herum (Prinzip der actio und reactio).

Verschiedene Bleistücke sind an einem einzigen Faden übereinander aufgehängt. Zieht man am unteren Ende des Fadens langsam, so reißt der Faden zwischen den Bleistücken ab; zieht man rasch, so bleiben die Bleistücke in Ruhe, während der Faden unten zerreißt. Es folgte noch der ebenfalls bekannte Versuch mit den Handschen (Augustschen) Fallkugeln.

HERBERICH (München) begründete Thesen zur Schulreform und Unterrichtshygiene.

SCHMID-MONNARD (Halle a. S.) referierte über Thesen zur Schulreform und Unterrichtshygiene.

WEBER (Strafsburg) und HAUCK (Berlin) berichtete über die Ordnung des mathematischen Universitätsunterrichtes auf grund der neuen preussischen Prüfungsordnung.

SCHOTTEN (Halle a. S.) sprach über die Stellungnahme des Gymnasialunterrichtes gegenüber der Neuordnung der Lehramtsprüfung in Preussen.

RUDEL (Nürnberg) sprach über die neue bayerische Prüfungsordnung für das Lehramtsexamen der Lehrer für Mathematik und Physik.

Nicht in einer der 37 Abteilungen, sondern auferhalb des Rahmens der Abteilungen sprach zum Schlusse der Versammlung noch

v. SCHRÖN (Neapel) über die Entstehung der Krystalle aus Bacillen und Bakterien. Eine auferordentlich große Reihe von Bildern zeigte die verschiedenen Stadien der Ausscheidungen der Bacillen von Cholera nostras und Cholera asiatica sowie verschiedener anderer Bacillen. Der Vortragende unterscheidet 4 Stadien der Ausscheidungen: 1. eine seröse Flüssigkeit; 2. eine gasartige Ausscheidung;

3. Albuminausscheidungen, welche wahrscheinlich die Toxine enthalten, und 4. als letztes Stadium die Krystalle. Während die Krystalle der Cholera nostras rhombenförmig waren, hatten die Krystalle der Cholera asiatica die Form von rechteckigen Säulen. Durch den vom Vortragenden als Entogenie bezeichneten Vorgang bilden sich im Innern der Krystalle neue Krystalle, welche den Mutterkrystall durchbrechen und sich außerhalb des Krystalls begeben. Auf einem Bild war ein Krystall zu sehen, der 19 Tage gebraucht hatte, um aus seinem Mutterkrystall herauszukommen. Der Vortragende behauptet, aus den Krystallen das Auftreten der Lungenphthisis schon erkennen zu können, wenn noch keine Spur von Bacillen im Sputum nachzuweisen ist.

An jedem Tag wurden außerdem noch in LINDE's Etablissement Versuche mit flüssiger Luft angestellt und erklärt, in welcher Weise die flüssige Luft als Sprengstoff benutzt wird. Letzteres geschieht dadurch, daß Paraffin mit Kieselguhr vermischt und zum Schlusse mit flüssiger Luft imprägniert wird. Petroleum mit Kieselguhr vermischt und mit flüssiger Luft imprägniert, ist unbrauchbar, weil das Gemisch sofort explodiert.

Die Ausstellung.

Über die Ausstellung kann nur in der Weise berichtet werden, daß das Hauptsächlichste hervorgehoben wird, womit aber nicht gesagt sein soll, daß das Nichterwähnte bedeutungslos gewesen wäre.

Professor Dr. Chun (Leipzig) hatte von der Tiefseeexpedition der „Valdivia“ eine große Anzahl prachtvoller photographischer Abbildungen, sowie eine Menge von Tiefseethieren, alle vorzüglich präpariert und vielfach Unika, ausgestellt.

Hauptsächlich durch Funkeninduktoren waren vertreten: die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin; Reiniger, Gebbert & Schall (Erlangen); Max Kohl (Chemnitz); Dr. Levi (Berlin); Voltom (München); elektrotechnisches Institut (Frankfurt a. M.); Ernecke (Berlin); Siemens & Halske (Berlin).

Ferner hatten ausgestellt: Linnaea; Haverlandt & Pippow (Wilmsdorf bei Berlin); aufgeschnittene Tiere mit verschiedenen Injektionsflüssigkeiten gefärbt; Photocol-Gesellschaft; Brendel (Grünwald bei Berlin); Diatomeen aus Glas; Dr. Field (Schweiz) einen internationalen Zettelkatalog; Professor Ducrué (München) stellte in der Form, wie alljährlich in dieser Zeitschrift die Sonnenbahn verzeichnet ist, sowohl die Sonnen- als auch die Mondbahn dar.

Archenhold (Treptow) hatte verschiedene Mondreliefs zur Ausstellung gebracht. Riefler (München) war durch seine bekannten astronomischen Uhren vertreten, ebenso die Firma Neher (München) durch Präzisionsuhren. Cerebotani (München) hatte eine Serie seiner Typendrucktelegraphen ausgestellt.

Adami, Hof.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts zu Berlin.

Sitzung am 8. Mai 1899. Herr Strecker zeigte und erläuterte die Einrichtungen des neuen physikalischen Hörsaals der kaiserlichen Post- und Telegraphenschule. Er führte vor: einen Motortransformator und ein mechanisches Modell einer Drehstromübertragung. Er zeigte durch Projektion: eine Herleitung der Gedächtnisregel für die Richtung der induzierten elektromotorischen Kraft, die Arbeitsweise eines Modells für die Schiebersteuerung einer Dampfmaschine und die Kapillardepension des Quecksilbers. Er machte einen Vorlesungsversuch, um die Verschiedenheit der Dielektrizitätskonstante für verschiedene Medien nachzuweisen. Er zeigte die Wanderung eines schwimmenden Magnetpols entlang einer Kraftlinie. Er wies mit einem Mefshebel die Ausdehnung von Eisen, Messing und Glas und das Archimedische Prinzip nach. Er stellte mittels leichter Hertzscher Spiegel Versuche mit elektrischen Wellen an.

Sitzung am 29. Mai 1899. Herr Schwalbe zeigte ein von dem Mechaniker Herbst angefertigtes Modell eines Automaten, ein von dem Glasbläser Niehls hergestelltes Breguetsches Thermometer und das Modell eines Gasmotors von Richter-Wandsbek (vgl. d. Zeitschr. *XII* 265). Er machte dann eingehende Mitteilungen über die neuingerichteten Kurse zur Vorbildung und Weiterbildung der Lehrer der Naturwissenschaften (vgl. d. Zeitschr. *XII* 319). — Herr Fordemann gab eine Erklärung eines von d'Ocagne angegebenen und im Conservatoire des arts zu Paris aufbewahrten Diagramms, mit dem man durch Ziehen einer Linie die Entfernung zweier Orte der Erde aus deren Längen und Breiten bestimmen kann. — Herr R. Heyne machte nähere Angaben über die Kosten des elektrischen Anschlusses im Falk-Realgymnasium.

Am 28. Juni 1899. Besichtigung der Schloßbrauerei zu Schöneberg.

Sitzung am 11. September 1899. Herr P. Heitchen empfahl zur Vergleichung kleiner mechanischer Kräfte Federwagen. Er wickelte Zitherdrähte um einen Federhalter, hängte die einzelnen so

erhaltenen Spiralen aneinander und befestigte unten daran als Schale eine Streichholzschachtel, in die er Münzen als bekannte Massen (vgl. *Carry, Experimentalphysik 44*) einlegte. Er bestimmte damit z. B. die Masse eines Markstückes. Er gab verschiedene Verfahren an, um aus solchen Messungen die genauesten Werte durch Interpolation zu berechnen. Er stellte einen einfachen und sicheren Widerstand her, indem er blanken Draht mit einer Petroleumlampe erwärmte und dann auf ein Brettchen einer Cigarrenkiste aufwickelte, wodurch er eine sehr feste Lagerung des Drahtes erzielte. — Herr Johannesson gab ein Verfahren zur Herstellung einfacher Lampenwiderstände an.

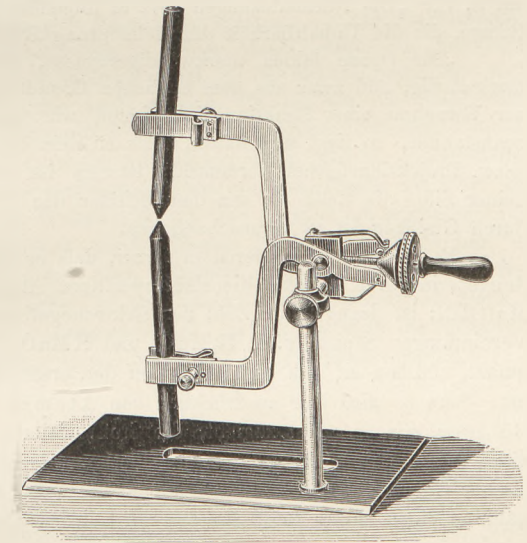
Mitteilungen aus Werkstätten.

Neue Bogenlampe für Handregulierung.

Von Dr. Stöhrer und Sohn in Leipzig.

An Stelle der umfangreichen automatisch regulierenden Bogenlampe wird für kürzere Vorführungen, namentlich bei Spektralversuchen, ein einfacher guter Handregulator in der Camera oft erwünscht sein. Die seither zu diesem Zwecke gebräuchlichen Lampen sind meist mittelst Triebwelle und Triebstange einstellbar und haben bei zunehmender Erwärmung unter der Dehnung der Triebstangen zu leiden, namentlich dann, wenn die Triebteile als Stromleiter benutzt werden. Für die Neuconstruction einer solchen Lampe wurden nun folgende Bedingungen gestellt: Wegfall aller Triebe, möglichste Einfachheit und Sicherheit beim Gebrauch; Stellbarkeit nach allen Richtungen und solche Form, daß der Apparat in älteren kleinen Projektionslaternen verwendet werden kann. Diese Bedingungen wurden, wie sich aus nachstehender Beschreibung der Lampe ergibt, gut erfüllt.

Auf einer Metallplatte, welche in die Projektionscamera eingeschoben wird, ist ein Hebelpaar befestigt. Der Halter dieser Hebel ist an einem Metallstab vertikal durch Schraubeklemmung verstellbar, um den Lichtpunkt in die Höhe der optischen Achse grob einstellen zu können. Die gleiche Schraubeklemmung bewerkstelligt auch die horizontale Einstellung. Beide Hebel sind auf einer gemeinschaftlichen Achse in jede Winkelneigung zu bringen. Es ist dadurch die beliebige Schrägstellung der Kohlen und volle Ausnutzung, sowie sofortige



genaue Fixierung des Lichtbogens ohne Störung desselben ermöglicht.

An der Befestigungsplatte der Hebel ist rechtwinklig zur Drehungsachse ein Kegelstück mittelst Gewinde verstellbar angebracht. Die kurzen Hebelarme ruhen auf diesem Kegel, durch Federdruck mächtig angepreßt. Es ist nun leicht ersichtlich, daß die geringste Drehung dieses Kegels eine Änderung der Lichtbogenlänge hervorrufen muß, und daß so mit größter Einfachheit der Lichtbogen reguliert werden kann. Auf dieser Einrichtung beruht der Vorzug dieser neuen Lampe. Selbstverständlich sind diese Lampen für jede Stromstärke, jede Kohlenlänge, sowie gleich gut für Wechsel- und Gleichstrom einzurichten. Da eingangs dieser Beschreibung die Benutzung für Spektralzwecke besonders betont ist, ist es nötig, daran zu erinnern, daß bei der Spektrallampe die untere Kohle als positive benutzt wird, was bei den automatisch regulierenden Lampen nicht angeht. Um Kohlenstäbe ganz verschiedener Stärken für eine Lampe verwenden zu können, wird (wie auch bereits hergestellt) der untere Halter vor- und rückwärts, der obere Halter seitlich verstellbar gemacht. Die Stromleitung wird von isolierten Polklemmen mittelst beweglichen isolierten Kabels direkt den Kohlen zugeführt. Der Griff des Stellkegels ist eine Steinplatte.

Diese Bogenlampe ist in dem neuen Projektionskataloge der Firma Stöhrer unter No. 20 zum Preise von 35 Mark eingestellt und genannter Firma gesetzlich geschützt.

Correspondenz.

Das 3. Heft d. vor. Jahrganges bringt eine von Herrn H. BÖTTGER verfasste Recension meiner „Einführung in das chemische Praktikum für den Unterricht an den höheren Lehranstalten“, die eine Erweiterung nötig macht.

Der Herr Rezensent eifert gegen die Anwendung der chemischen Symbole als Abkürzungen für Worte. Thatsächlich werden aber in der chemischen Litteratur, die Lehrbücher nicht ausgenommen, Abkürzungen in dem Sinne gebraucht, daß man das chemische Symbol für das Wort setzt, ich erinnere hier nur an das nun in 14. Auflage erschienene Lehrbuch der anorganischen Chemie von Lorscheid-Hovestadt, ferner an die Anleitung zur chemischen Analyse von Beilstein, sowie an das vorzügliche Lehrbuch der technischen Chemie von H. Ost; in letzterem findet sich z. B. auch der Buchstabe N als Abkürzung für Stickstoff (S. 375 „die N-freien Stoffe...“). Der verständige Leser wird mit derartigen Abkürzungen stets den richtigen Sinn verbinden, sofern er nicht nach Anschauungen unterrichtet worden ist, denen so ausgesprochen wie den Böttgerschen die Schablone anhaftet. Durchaus unrichtig ist sodann auch die Angabe des Referenten, die Bezeichnung N als Abkürzung von „Normal“ sei ungebrauchlich. Es sei hier vorab auf das kürzlich herausgekommene Werk „Chemisch-technische Untersuchungsmethoden“ von Prof. Dr. G. Lunge (Springer, Berlin 1899) verwiesen, wo die vom Kritiker beanstandete Abkürzung ebenfalls angewendet wird. Im schweizerischen Lebensmittelbuch, bearbeitet vom Verein schweiz. analytischer Chemiker (Bern 1899) heißt es auf S. VI: „Die Normallösungen sind in folgender Weise bezeichnet: N = Normal“. Die Zahl der Belege, die die Unhaltbarkeit der Behauptung Böttgers darthun, liefs sich unschwer vergrößern. —

„Die Ozone fehlen merkwürdigerweise“, schreibt der Herr Rezensent. Das ist keineswegs merkwürdig, und zwar aus dem einfachen Grunde nicht, weil das Ozone entfernt nicht in dem Maße zur Vornahme einer Reaktion sich eignet, wie das Osazon. Wenn der Referent die Dextroseformel beanstandet, so liegt dies daran, daß er eben die gewöhnliche Constitutionsformel mit einer Raum- bzw. Projektionsformel vertauscht; letztere ist aber gar nicht nötig — es ist von dieser auch mit keiner Silbe die Rede —, um dem Schüler den Übergang der Aldose in das Hydrazone und Osazon durch Gleichungen zu veranschaulichen.

Es passiert dem Referenten ferner, daß er den Satz: „Diejenigen hydroxylierten Manganverbindungen, in deren Molekül die elektropositiven Atome vorherrschen, sind Basen, z. B. $Mn(OH)_2$ und $Mn(OH)_3$; ist dagegen die Zahl der elektronegativen Atome größer als die der positiven, so sind die Verbindungen Säuren, z. B. H_2MnO_4 und $HMnO_4$ “, mit der elektrolytischen Dissociationstheorie verquickt, obschon er, wie man schon auf den ersten Blick sieht, mit dieser Theorie nichts zu schaffen hat, denn es wird hier ausdrücklich von Atomen und nicht von Ionen gesprochen. Indem Herr Böttger, wie er selbst zugiebt, die Stoffverteilung an der St. Galler Kantonsschule nicht kennt, so diene ihm die Bemerkung, daß am hiesigen Gymnasium dem Unterricht in anorganischer und organischer Chemie in zwei Jahreskursen je drei wöchentliche Stunden und für das chemische Praktikum während einem Jahre fünf Stunden wöchentlich eingeräumt sind, und daß die Schüler (das Durchschnittsalter beträgt $19\frac{1}{2}$ Jahr) das chemische Praktikum erst besuchen, nachdem sie einen Jahreskurs in anorganischer Chemie absolviert haben; in diesem wird auch die elektrolytische Dissociationstheorie besprochen, sodaß es dann nicht mehr nötig erscheint, bei den Reaktionen der Salzsäure im Praktikum noch einmal auf das verschiedene Verhalten des Chlorions gegenüber dem des nicht mit einer elektrischen Ladung behafteten freien Chloratoms besonders hinzuweisen.

Wenn endlich Herr Böttger auch noch gegen die Einführung des Ionenbegriffs Bedenken trägt, so dürfte er damit höchstens beweisen, daß er es bis jetzt unterlassen hat, in seinem Unterrichte die Dissociationstheorie anzuwenden.

Steiger, St. Gallen.

Zu den vorstehenden Ausführungen habe ich Folgendes zu bemerken. Die Thatsache, daß in einigen zum Gebrauch an höheren Lehranstalten bestimmten Lehrbüchern der Chemie die chemischen Symbole und Formeln zur Abkürzung von Worten verwendet werden, ändert nichts daran, daß diese Anwendung für den Schulunterricht aus dem Grunde bedenklich ist, weil durch ihn die ursprüngliche Bedeutung jener Zeichen verwischt und gerade die schablonenhafte Anwendung derselben herbeigeführt wird, die der Verf. obiger Entgegnung meinen Anschauungen vorzuwerfen für gut befand. Es ist mir auch durchaus nicht neu, daß H. Ost in seinem vorzüglichen Lehrbuch der technischen Chemie aus Raumerparnis Abkürzungen, wie N-frei, sehr viel verwendet. Dieses Buch ist aber ebensowenig wie Beilsteins Anleitung zur chemischen Analyse für den Gebrauch im Schulunterrichte bestimmt, und in meiner Besprechung ist (S. 185) gerade das Wort Schulbuch gesperrt

gedruckt. — Die Abkürzung N- für „normal“ ist doch nicht so allgemein gebräuchlich, daß es dem Verf. seinem Versprechen gemäß unschwer gelingen dürfte, die Zahl der betreffenden Belege zu vergrößern; auch habe ich in der Besprechung den Grund, weshalb mir diese Bezeichnung (in einem Schulbuch) unzuweckmäßig erscheint, angegeben, ohne eine Widerlegung in den Ausführungen des Verf. erfahren zu haben. — Die von mir ganz nebenbei gemachte Bemerkung hinsichtlich der Osone hebt der Verf. als unbegründet hervor, ohne auf den Kernpunkt meiner Darlegungen einzugehen, daß nämlich nach meinem Dafürhalten die von ihm als Phenylhydrazinprobe bezeichnete Reaktion nicht in den Schulunterricht hineingehört, einfach deshalb nicht, weil sie die Schüler nicht verstehen. Ich habe auch durchaus nicht die Raumformel der d-Glukose mit der gewöhnlichen Strukturformel verwechselt, vielmehr gerade hervorgehoben, daß die vom Verf. angewendete und in meiner Besprechung wiedergegebene Schreibweise da, wo stereoisomere Verhältnisse in Betracht kommen können, zur Veranschaulichung der letzteren dient. — Der vom Verf. angegebene Unterschied zwischen den sauren und basischen Hydroxyden des Magans ist mir heute noch ebenso unverstänlich wie damals, als ich die Besprechung niederschrieb; ich wäre dem Verf. dankbar gewesen, wenn er mir eine Erläuterung zu seinen Worten gegeben hätte, anstatt mir vorzuwerfen, ich habe den betreffenden Satz mit der Iontentheorie „verquickt“. Ich habe doch gerade nachzuweisen mich bemüht, daß der Verf. mit seinen elektropositiven und -negativen Atomen die Ionen nicht gemeint haben kann. Nach den heutigen Ansichten giebt es überhaupt nicht elektropositive und -negative Atome. Das kleinste Massenteilchen eines Elements ist entweder elektrisch neutral: dann ist es ein Atom, oder es ist mit einer elektrischen Ladung behaftet: dann ist es ein Ion. Die Bezeichnung des Verf. ist vielleicht als Überbleibsel der längst überwundenen Berzelius'schen elektrochemischen Theorie zu erklären. — Für die Belehrung in Bezug auf die Stoffverteilung des chemischen Unterrichtes an seiner Anstalt stattete ich dem Verf. geziemenden Dank ab; ich hege indes auch jetzt noch einige Zweifel, ob die Schüler, wenn sie nach Absolvierung eines dreistündigen Jahreskurses in der anorganischen Chemie an die praktischen Übungen im Laboratorium herantreten, wirklich dabei mit Vorteil einen Leitfaden benutzen können, welcher auf der Iontentheorie aufgebaut ist, auch wenn die Anwendung dieser Theorie consequenter durchgeführt wird, als es, wie ich schon einmal hervorheben mußte, in dem Buche des Verf. geschehen ist. Es wird wohl auch anderwärts nur mit Wasser gekocht, und so sehr ich persönlich von der Richtigkeit und der außerordentlichen Fruchtbarkeit der erwähnten Theorie überzeugt bin, so trage ich trotz der Ausführungen des Verf. auch heute noch Bedenken, ob es möglich ist, selbst 19¹/₂-jährigen Schülern Begriffe mit hinreichender Klarheit zu entwickeln, die im chemischen Denken geschulten Männern vor noch nicht zu langer Zeit so ungeheuerlich erschienen, daß die Anhänger der Iontentheorie des Spottes genug über sich ergehen lassen mußten. H. Böttger, Berlin.

Anleitung zum Gebrauch der astronomischen Tafel für 1900.

Die wechselnden Pfade, auf denen der Mond und die Planeten in Monaten, Jahren, Jahrzehnten des Fixsternhimmel umwandern, liegen seit Menschengedenken immer innerhalb einer Zone, des Tierkreisgürtels, und drängen sich am dichtesten längs der Ekliptik, d. h. Finsternislinie, zusammen, welche selbst die unveränderliche, jährlich von der Sonne durchmessene Bahn bildet.

Der Fixsternhimmel wird täglich um den Wohnplatz des Beobachters herumgedreht und zwar um eine Achse, deren Neigung man Polhöhe nennt, und die zum Wohnplatz des Beobachters ewig fest steht, zum Himmel aber nur etwa für eine Lebenszeit. Augenblicklich stützt sich der Himmel im nördlichen Polarstern auf die Achse. Projiziert man sie auf den Horizont, so erhält man den Nordpunkt und damit die übrigen Himmelsrichtungen. Sterne, welche im Ostpunkt aufgehen, z. B. α in den Fischen, δ im Gürtel des Orion (der oberste), η und ζ in der Jungfrau, ϑ im Adler, durchlaufen bei dem täglichen Umschwung das blaue auf dem Wohnplatz ruhende Himmelsgewölbe in derselben Spur, der eine tritt in des anderen Fußstapfen. Alle gehen genau im Westpunkt unter, sind 12 Stunden über dem Horizont. Ein nach ihnen gerichteter Stab steht auf einem dauernd nach dem Polarstern zeigenden Stab immer senkrecht. Zweimal im Jahre folgt auch die Sonne dem täglichen Lauf dieser Sterne, z. B. am 21. März, wo sie vom Sternbild der Fische aus, wie ein Zuschauer im Theater auf die Bühne, in die Welt hineinsieht. An dem Punkte der Ekliptik, wo dann die Sonne steht (Frühlingspunkt), denkt man sich das Schloß des Gürtels geöffnet und ihn zu einem Streifen ausgebreitet, den Karte I darstellt. Längs der Ekliptik wird die Länge, quer dazu die Breite gemessen. In der Figur ist ein Grad = 1 mm. Da der Äquator halb über, halb unter der Ekliptik liegt, so wird er in der Figur zu Berg und Thal. Die Karte zeigt, daß z. B. am

23. April die Sonne an der Grenze von Widder und Stier weilt. Man muß also nach Sonnenuntergang die benachbarten Sternbilder Zwillinge und Fuhrmann am Westhimmel finden.

Stellt man sich die Schultern und die Füße des Orion vor um die Zeit, wo sein Gürtel aufgeht, so sieht man, daß die Schultern den Horizont mehr nach Norden zu geschnitten haben müssen und länger sichtbar sind als der Gürtel, die Füße nach Süden zu den Horizont passieren werden und kürzere Zeit sichtbar sind. Von der Sonne am 23. April muß ähnliches gelten wie von den Schultern des Orion.

Nach der Tabelle in Karte VII beginnt ein siderischer Monat am 29. III 16^h (bürgerlich 30. III 4^h morgens). Wo steht der Mond am 24. April 4^h morgens? Die Zwischenzeit beträgt 25 Tage. Verlegt man den Punkt 25 der Karte VII in den Tierkreisgürtel I, so kommt man auf die rechte Seite des Sternbildes Wassermann. Man erkennt aus VII den auffälligen Unterschied der Tageswege des Mondes unter den Fixsternen zur Zeit des Apogäum und des Perigäum. Durch Vergleichung des Mond- und Sonnenortes ergibt sich die Größe der Mondphase.

Auf HÖFLER's Anregung sind, wie schon im Vorjahr, außer den Tagesstationen des mittelsten siderischen Monats 1900, auch noch einmal die für 1899 angegeben. Wer will, kann daher durch Interpolation den Mondort unter Berücksichtigung der Jahreszeit noch genauer bestimmen, ihn z. B. ein wenig von 25 nach 25' verschieben. Die Tabelle: „C in O“ war bisher immer nur durch die mittlere Dauer des siderischen Monats abgeleitet, sie ist diesmal mit Rücksicht auf die Mittelpunktsgleichung der elliptischen Bewegung berechnet, es wird daher vom Ende eines Jahres zum Anfang des nächsten nicht mehr ein Sprung von mehreren Stunden stattfinden. Es ergab sich, daß der siderische Monat im Jahre 1900 durchschnittlich 27^d 8^h 1²/₂^h lang ist, das aus langen Perioden gewonnene Mittel ist bekanntlich 27^d 7³/₄^h.

Man erkennt aus Karte III bis VI leicht die Größe, Breite, Gestalt der Planetenschleifen. In der Mitte der Schleifen sind die oberen Planeten am besten zu sehen, sie stehen dann mit der Sonne in Opposition. Die unteren Planeten sind zwar in der Mitte der Schleife selbst unsichtbar, weil sie mit der Sonne in Konjunktion stehen, erlangen aber je einige Wochen vorher und nachher ihre beste Sichtbarkeit. Die Stellung der unteren Planeten zur Sonne ergibt sich noch deutlicher aus Karte VIII. Merkur wird in großer Elongation links von der Sonne, daher als Abendstern, im März und Juni mit bloßem Auge zu sehen sein — ein Anblick, nach dem Copernicus vergeblich sich sehnte. Die Ekliptik liegt abends im März sehr steil, im Juni hat sie ihre mittlere Neigung zum Horizont. Eine sehr flache Lage ist der Sichtbarkeit ungünstig.

Das wechselnde Antlitz des Sternhimmels bildete die genaueste Uhr der Alten. Legt man vom Polarstern über β Cassiopejæ am Himmelsgewölbe einen gekrümmten Zeiger, so trifft dieser auch α Andromedæ und den Frühlingspunkt. Wenn dieser Zeiger am höchsten steht, soll 0^h, wenn am tiefsten, 12^h Sternzeit sein. Eine Pendeluhr läßt sich so einrichten, daß ihr Hauptzeiger die eben erklärte Sternzeit anzeigt. Geht in einem hochstämmigen Walde eine Schneuse genau nach Süden, so kann man von ihr aus überhaupt nur immer eine, vom Pole ausgehende Reihe von Fixsternen sehen, welche zu einer bestimmten Sternzeit, α , den Meridian passiert, ähnlich wie das Wild im Walde wechselt. Man nennt α die Rektaszension. (In Quito, wo die Weltachse horizontal liegt und die Sonne immer um 6^h auf-, um 6^h untergeht, kann man die einem bestimmten α entsprechenden Sternreihen viel einfacher finden, wenn man zusieht, welche Sterne Stunde für Stunde gleichzeitig aufgehen. Daher stammt der an die sphaera recta erinnernde Name.)

In Tafel II und II^a sind solche Sternreihen durch die etwas schräg aufwärts gehenden Linien dargestellt, die unten mit dem zugehörigen Wert von α bezeichnet sind. Ferner sind dort Parallelkreise zum Äquator gezeichnet, die für die geographische Breite oder Polhöhe von Berlin und Wien angeben, bei welchen Sternen der halbe Tagesbogen statt 6^h wie am Äquator je $\frac{1}{2}$ ^h mehr oder weniger beträgt. Kennt man z. B. vom Antares (α Scorpii) die Culmination nach Sternzeit $\alpha = 16^h 22^m$, ferner den halben Tagesbogen $\frac{1}{2}T = 3^h 16^m$, so geht er nach Sternzeit um $\alpha - \frac{1}{2}T = 13^h 6^m$ auf, um $\alpha + \frac{1}{2}T = 19^h 38^m$ unter.

Die diagonalen Trajektorien in II und II^a, wie A und U, geben Reihen von Sternen an, die in der betreffenden Breite zu gleicher Zeit den Ost- oder Westhorizont passieren.

Da am 21. März auch die Sonne auf dem Hauptzeiger der um das Ende der Weltachse sich drehenden Stern-Kalotte steht, so wird an diesem Tage die Sternuhr auch Sonnenzeit angeben. Am nächsten Tage mittags hat aber die Sonne einen weiter links gelegenen Platz in den Fischen inne und kulminiert 4^{min} später. (Zu vergleichen ein Karoussel, vielleicht mit schiefer Achse, oder ein Ausstattungsrad, an welchem jemand während der Fahrt von seinem Platz zu dem seines ihm folgenden Nachbarn und dann weiter übersteigt.) Eine zweite Uhr, die Sonnenzeit angeben soll, muß daher etwas langsamer gehen, für sie ist maßgebend ein vom Polarstern nach der Sonne und über

sie hinweg geführter Zeiger, der an der Fixstern-Kalotte sich langsam verschiebt. Am 23. April ist z. B. die *AR* der Sonne $\alpha = 2^h 5^m$, die Sonne kulminiert um $2^h 5^m$ Sternzeit. An diesem Tage geht also die 2. Pendeluhr, welche Sonnenzeit giebt, gegen die erste um $2^h 5^m$ nach. Den oben erwähnten Aufgang des Antares müßte man daher um $\alpha = 2^h 5^m$ vermindern, um ihn in Sonnenzeit zu erhalten. Man findet $11^h 1^m$ *w. S. Z.*

Die Zeitgleichung ist in I durch eine Kurve dargestellt, deren Ordinaten so viel mm enthalten, als sie Minuten anzeigen sollen. Durch Addition dieser Zeitgrößen verwandelt man die wahre in mittlere Sonnenzeit, von der man dann noch zur *MEZ* übergehen muß.

Da in den früheren Jahrgängen vielfach diese Rechnungen an Beispielen erläutert sind, so beschränken wir uns hier auf den Abdruck der folgenden Tabellen, welche erst die in der Tafel gebotene Genauigkeit völlig auszunutzen gestatten. Aus denselben 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 $\Delta(\frac{1}{2} T)$ und Δw , 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 $\frac{1}{2} T$.

Berlin $\frac{1}{2} T$	$\left\{ \begin{array}{l} 6^h 0^m \\ 5^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 6^h 30^m \\ 5^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 7^h 0^m \\ 5^h 0^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 7^h 30^m \\ 4^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 8^h 0^m \\ 4^h 0^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 8^h 30^m \\ 3^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 9^h 0^m \\ 3^h 0^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 9^h 30^m \\ 2^h 30^m \end{array} \right.$
$\delta \pm$	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
$\Delta(\frac{1}{2} T) \pm$	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 $\frac{1}{2} T$	$\left\{ \begin{array}{l} 6^h 0^m \\ 5^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 6^h 30^m \\ 5^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 7^h 0^m \\ 5^h 0^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 7^h 30^m \\ 4^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 8^h 0^m \\ 4^h 0^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 8^h 30^m \\ 3^h 30^m \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 9^h 0^m \\ 3^h 0^m \end{array} \right.$
$\delta \pm$	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
$\Delta(\frac{1}{2} T) \pm$	0 ^m	1 ^m	2 ^m	3 ^m	5 ^m	6 ^m	8 ^m
$\Delta w \pm$	0°	0°	0°	1°	1°	1°	2°

M. Koppe.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

S. Günther, Handbuch der Geophysik, 2. gänzlich umgearbeitete Auflage, Bd. II. Stuttgart, Ferd. Enke, 1899. M. 23. — **A. Willner**, Lehrbuch der Experimentalphysik, 5. Aufl., Bd. IV (Lehre von der Strahlung, 2. Halbbd.). Leipzig, B. G. Teubner 1899. — **G. W. A. Kahlbaum**, Monographien aus der Geschichte der Chemie. Leipzig, Joh. Ambr. Barth. 3. Heft: Berzelius' Werden und Wachsen 1779—1821, von H. G. Söderbaum, M. 6. — 4. Heft: Christian Friedr. Schönbein, 1799—1868, von G. W. A. Kahlbaum und Ed. Schaer, M. 6. — 5. Heft: Justus v. Liebig und Chr. Friedr. Schönbein, Briefwechsel 1853—1868, von G. W. A. Kahlbaum und Ed. Thon, M. 6. — **Fr. Kretschmar**, Handbuch des preussischen Schulrechts, Leipzig, C. E. M. Pfeffer, 1899. — **Aug. Haas**, Lehrbuch der Integralrechnung, System Kleyer, 2. Teil, mit Aufgaben aus der Mechanik und Technik, Stuttgart, Julius Mayer, 1900. M. 9.

Sonderabdrücke: F. Stähli, Über die in Crookeschen Röhren auftretende Strahlung und andere neu entdeckte Strahlenarten, 28 S. (Apoth.-Ztg. 1899). — J. G. Macgregor, On the utility of knowledge-making as a means of liberal training. (Inaug.-Addr., Halifax, 1899.)

Himmelserscheinungen im Februar und März 1900.

☾ 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	
Heliocentrische Längen.	302°	319	339	1	27	57	88	119	146	169	189	206	♀
	38	46	54	62	70	78	86	94	103	111	119	127	♀
	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	♂
	308	311	314	317	320	323	326	330	333	336	339	342	♂
	237	238	238	238	239	239	240	240	240	241	241	241	♂
	268	268	268	268	268	268	268	269	269	269	269	269	♂
Aufst. Knoten.	257	257	257	257	256	256	256	255	255	255	254	254	☉
Mittl. Länge.	11	77	143	209	275	341	46	112	178	244	310	16	☉
Geocentrische Rektascensionen.	14	83	145	200	267	340	51	119	175	235	305	16	☉
	314	323	332	340	349	356	3	6	7	5	1	358	♀
	350	356	1	7	12	18	23	28	34	39	45	51	♀
	318	323	328	332	337	342	347	351	356	0	5	9	♂
	313	317	321	325	329	333	337	340	344	348	351	355	♂
	245	246	247	247	248	248	249	249	249	249	249	249	♂
	272	272	273	273	273	274	274	274	275	275	275	275	♂
Geocentrische Deklinationen.	+ 11	+ 23	+ 9	- 13	- 23	- 3	+ 21	+ 17	- 3	- 21	- 16	+ 11	☉
	- 19	- 17	- 13	- 10	- 6	- 1	+ 3	+ 6	+ 7	+ 6	+ 4	+ 1	♀
	- 5	- 3	- 0	+ 2	+ 5	+ 8	+ 10	+ 12	+ 15	+ 17	+ 19	+ 21	♀
	- 16	- 15	- 13	- 11	- 10	- 8	- 6	- 4	- 2	+ 0	+ 2	+ 4	♂
	- 19	- 17	- 16	- 15	- 14	- 12	- 11	- 9	- 8	- 6	- 5	- 3	♂
	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	♂
	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	♂
Aufgang.	19 ^h 38 ^m	19.29	19.19	19.9	18.59	18.48	18.36	18.25	18.13	18.1	17.49	17.38	☉
	21 ^h 24 ^m	0.3	5.31	11.8	16.16	18.39	21.0	1.8	6.42	12.19	15.52	17.52	☉
Untergang.	4 ^h 49 ^m	4.58	5.8	5.18	5.27	5.36	5.46	5.55	6.4	6.12	6.21	6.30	☉
	11 ^h 31 ^m	16.57	19.3	20.32	24.25	6.9	13.1	16.31	18.0	20.16	0.43	7.55	☉
Zeitglg.	+14 ^m 7 ^s	+14.26	+14.24	+14.3	+13.27	+12.35	+11.31	+10.16	+8.52	+7.23	+5.52	+4.21	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Februar 6	5 ^h 23 ^m	Erstes Viertel	März 1	0 ^h 25 ^m	Neumond
14	2 50	Vollmond	1	1	Mond in Erdnähe
15	14	Mond in Erdferne	7	18 34	Erstes Viertel
22	5 44	Letztes Viertel	14	14	Mond in Erdferne
			15	21 12	Vollmond
			23	18 36	Letztes Viertel
			29	12	Mond in Erdnähe

Aufgang der Planeten. Febr. 14 ♀ 19^h 40^m ♀ 20.27 ♂ 19.15 ♃ 14.46 ♄ 16.41

März 16 18.15 19.17 18.1 13.0 14.50

Untergang der Planeten. Febr. 14 5.22 8.31 4.25 22.55 0.29

März 16 7.33 10.5 4.43 21.5 22.39

Constellationen. Februar 2 3^h ♀ ♂ ☉; 3 3^h ♀ ♂ ♂; 9 10^h ♀ obere ♂ ☉, wird Abendstern; 22 17^h ♃ ♂ ☉; 24 11^h ♄ ♂ ☉; 28 7^h ♃ □ ☉; 28 12^h ♂ ♂ ☉. — März 2 7^h ♀ ♂ ☉; 3 21^h ♀ ♂ ☉; 4 0^h ♀ im Perihel. 8 0^h ♀ in größter östlicher Elongation von 18°; 18 8^h ♂ im Perihel; 20 15^h ☉ im Widderzeichen, Frühlingsnachtgleiche; 22 2^h ♃ ♂ ☉; 23 21^h ♄ ♂ ☉; 24 16^h ♀ untere ♂ ☉, wird Morgenstern; 25 9^h ♄ □ ☉; 27 12^h ♃ stationär; 29 11^h ♂ ♂ ☉; 29 20^h ♀ ♂ ☉.

Jupitermonde. Februar 13 17^h 27^m I E; 16 15^h 35^m II A; 23 15^h 49^m II E, 18^h 8^m II A; 27 16^h 37^m III E, 18^h 10^m III A. — März 8 17^h 36^m I E; 17 13^h 58^m I E; 24 15^h 51^m I E; 27 15^h 18^m II E.

Veränderliche Sterne. Von den früher genannten Sternen gehen *Mira* sowie die im Orion gelegenen durch den kosmischen Untergang im März verloren. — *Algols Minima* treten ein: Febr. 16. 9^h, 19. 6^h; März 8. 11^h, 11. 8^h.

Das Zodiakallicht 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 weit ungünstiger steht, gelingt die Auffindung nur dem Geübteren.

J. Pfafsmann, 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.