

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

X. Jahrgang.

Zweites Heft.

März 1897.

Das geologische Experiment in der Schule.

Von

Prof. Dr. B. Schwalbe in Berlin.

I. Allgemeiner Teil.

Seit einer langen Reihe von Jahren habe ich in den physikalischen und früher auch in den chemischen Unterrichtsstunden geologische Erscheinungen und Gesetze zum Belege oder als Ausgangspunkt der Erörterung herangezogen und gesehen, wie äußerst fruchtbar sich diese Beziehungen zwischen Geologie und den allgemeinen Naturwissenschaften einerseits und der Geographie andererseits gestalten lassen. Leider ist ja der Geologie und der Geognosie, der Erdkenntnis im engen Sinne, in unserem Lehrplan kein besonderer Platz gegönnt. Nur Einzelheiten dieser Wissenschaften können in den verschiedensten Disziplinen Geographie, Physik, Chemie, Botanik, Zoologie, Mineralogie und Petrographie vorgebracht werden und selbst dieses wird auf unseren Gymnasien kaum möglich sein, da an denselben die Unterlage und die Zeit für den Unterricht, wie auch hinlänglich vorgebildete Lehrkräfte, die sich für die Sache interessieren, öfters nicht vorhanden sind.

Als die Lehrpläne noch nicht alles im einzelnen genau feststellten, vor den Plänen von 1892 und 1882, war es möglich, zusammenhängenden Unterricht in der Geologie selbst zu erteilen, und ich habe denselben auf verschiedenen Stufen durchgeführt und gesehen, wie äußerst interessant und anregend für die Schüler und wie nutzbringend für andere Lehrgegenstände als Anknüpfungs- und Wiederholungsgegenstand sich derselbe gestalten läßt. Aus diesen verschiedenen Versuchen ging das kleine Buch: Schwalbe, *Lehrbuch der allgemeinen Geologie* hervor (Berlin, H. W. Müller), in dem sich eine ganze Reihe von Versuchen angeführt findet. Die Möglichkeit und Stellung des geologischen Unterrichts in Beziehung zu Geographie hatte ich in dem Aufsätze dargelegt: „Über die Geologie als Zweig des geographischen Unterrichtes“ (Central-Organ für die Interessen des Realschulwesens 1879. VII S. 194—222); auch ist von anderer Seite die Zweckmäßigkeit und die Möglichkeit, in der Schulgeographie solche Experimente durchzuführen, die den geographischen Unterricht sehr beleben, betont worden (F. Höck, *das Experiment in der Schulgeographie*), abgesehen von anderen Veröffentlichungen, die zeigen, daß solche Bestrebungen zur Hebung und Vertiefung des geographischen Unterrichts vielfach vorhanden sind. — Über kurz oder lang wird man sich zu entscheiden haben, ob der geographische Unterricht ganz den Naturwissenschaften anzuschließen ist, denn das Verhältnis, daß er auf einer Stufe nur mit Rücksicht auf den politischen und historischen Inhalt, dann aber wieder vorwiegend von naturwissenschaftlichem Gesichtspunkte aus erteilt wird, ist auf die Dauer nicht haltbar. Da aber diese Lage mit der Stellung der realistischen und linguistischen Fächer zu einander zusammenhängt, ist eine Änderung bei der jetzigen Stundenzahl nicht zu erwarten; das aber wenigstens könnte durchgeführt werden, daß die astronomische oder mathematische Geographie auch in den mittleren Klassen

ganz in die Hände der naturwissenschaftlich vorgebildeten Geographen oder der geographisch bewanderten Lehrer der Naturwissenschaften und Mathematik gelegt würde. Vielfach ist gerade dieser Unterricht für die Historiker wenig angenehm, zumal da sie auch mit den Hilfsmitteln nicht immer vertraut sind.

Wie sehr in Lehrerkreisen die Geologie geschätzt wird und wie sehr anerkannt ist, daß sie namentlich in kleinen Städten mit geeigneter Umgebung unterrichtlich verwertet werden kann, ging aus der Teilnahme hervor, welche die geologischen Vorlesungen und Ausflüge bei den naturwissenschaftlichen Ferienkursen erregt hatten.

So wurde bei dem letzten Ferienkursus 1896 ein Ausflug nach Groß-Räschen zur Besichtigung des fossilen Waldmoors veranstaltet, im Jahre 1895 eine Exkursion nach den Rüdersdorfer Kalkbergen; das bergmännische Museum wurde fast in jedem Ferienkursus unter Leitung des Geh.-R. HAUCHECORNE besichtigt. Vorlesungen über Gebirgsbildung, über die Geysire, den Diamant u. a. mehr wurden gehalten, und so lag es nahe, einmal im Anschluß an die systematische Zusammenstellung von Experimenten der Physik und Chemie die geologischen Experimente zusammenzustellen, welche im Unterricht Verwertung finden können, mit Hinblick auf die Teile der anderen Wissenschaften, welchen sie anzuschließen sein dürften. Im letzten Ferienkursus zu Berlin wurden die allgemeinen Gesichtspunkte gegeben und die Experimente übersichtlich zusammengestellt, ohne daß es der Zeit wegen möglich war, dieselben zur Durchführung zu bringen.

Auch konnte dabei auf die Verhältnisse in anderen Ländern nur wenig Bezug genommen, noch die historische Entwicklung gegeben werden. In England und den Vereinigten Staaten bildet vielfach die Geologie schon für die Knaben im Alter von 12—15 Jahren einen Unterrichtsgegenstand, in einzelnen Fällen so weit gehend, daß auch die geognostischen Verhältnisse mit in Berücksichtigung kommen. Das Interesse für die Beschaffenheit unserer Erdrinde ist in Amerika wohl durch die geologische Landesaufnahme der ganzen Union erregt und dadurch gehoben worden, daß vielfach praktische Verwertungen der erlangten geognostischen Erkenntnis unmittelbar folgten. In England haben es sich die Vertreter des Faches angelegen sein lassen, die Geologie zu einer populären Wissenschaft zu machen; bei uns fehlt vor allem die Formationskenntnis und das hauptsächlich deshalb, weil die Schule die Elemente dafür nicht giebt und zum Teil der jetzigen Unterrichtsordnung wegen nicht geben kann. Über die Mittel, welche wir haben, um weiteren Kreisen die so wichtige und interessante Wissenschaft zugänglich zu machen, wird gelegentlich einiges mitgeteilt werden. In weiten Kreisen darf aber dieselbe immer noch nicht auf Beachtung rechnen, da die ersten Kenntnisse, wie erwähnt, von der Schule her nicht mitgebracht werden und die Resultate nicht glänzend genug sind, um mehr Aufsehen zu erregen als irgend eine Curiosität, und weil sie außerdem hervorstechend technische Verwertung nicht unmittelbar erkennen lassen, obgleich in dieser Richtung doch die Geologie schon so vieles leistet und geleistet hat. —

Das geologische Experiment in der Schule hat den Zweck, die Vorgänge, welche in der Natur beobachtet werden können, den Schülern unmittelbar im kleinen vorzuführen und so darauf hinzuleiten, daß dieselben Kräfte, deren Wirkungen im kleinen beobachtet werden, auch die großartigen Umänderungen, die in der Natur vor sich gegangen sind, hervorgebracht haben. Eine große Anzahl von Thatsachen der dynamischen Geologie wird sich so anknüpfen lassen, die technischen Beziehungen werden dagegen zurücktreten müssen.

Der Ausführung der Versuche scheint eine Schwierigkeit entgegenzustehen, die in der That oft nicht zu überwinden ist, das ist die Zeitdauer der Einwirkung. Die geologischen Prozesse vollziehen sich in Jahrhunderten und werden oft erst den späteren Generationen der Menschheit wahrnehmbar. Es ist daher unmöglich, auch nur annähernd im Experiment solche Wirkungen hervorzubringen. Dafs letztere aber vorhanden sind, läßt sich vielfach in der Weise darthun, dafs das Experiment zu einer bestimmten Zeit angesetzt und dann nach bestimmten Zeiträumen, Wochen oder Monaten, kontrolliert wird. Es lassen sich so z. B. deutlich die Verwitterungsprozesse zeigen, namentlich wenn dieselben künstlich etwas unterstützt werden. Im übrigen sind die Experimente ebenso zu verwerten wie alle übrigen, sie werden die Schüler zu Schlüssen, die sie durch Nachdenken finden, hinleiten.

Die Ausführung der Experimente macht keinerlei Schwierigkeiten; jeder, auch der im Experimentieren nicht sehr Geübte, wird, wenn er die Zeit auf die richtige Vorbereitung verwendet, im Stande sein, den gröfsten Teil derselben den Schülern zu zeigen, so dafs auch für den geographischen Unterricht dies Experiment eingeführt werden kann, wie denn überhaupt alle realistischen Fächer auch von der Vorführung der Veränderungen nicht Abstand nehmen sollten: Beobachtungen über Keimen und Wachsen der Pflanzen, über Atmung der Tiere wirken auch im botanischen und zoologischen Unterricht sehr fördernd.

Die Klassenstufe, auf welcher die Versuche benutzt werden sollen, wird dem Lehrer überlassen werden können; es sind ja Erscheinungen darunter, die schon dem jugendlichen Alter verständlich zu machen sind, aber im allgemeinen wird man gut thun, die höheren Klassenstufen zu wählen, da die Unterscheidung der verschiedenen Stoffe nur auf diesen möglich ist und ohne eine solche der Versuch zur Ausbildung im Denken nicht gut verwertet werden kann; als reine Anschauungsversuche eignen sie sich weniger.

Die erforderlichen Materialien und Gerätschaften sind ohne grofse Kosten zu beschaffen, wie dies aus dem 2. Teil hervorgehen wird. In den kleinen Städten ist es leichter, die erforderlichen Gegenstände zu erhalten als in den grofsen; in diesen ist oft grofser Aufwand von Zeit erforderlich, um die Materialien in richtiger Qualität zu beschaffen.

Thon, Sand von verschiedenem Korn, Lehm, Kies von verschiedener Beschaffenheit, Flufsschlamm, verschiedene Gesteine u. s. w. sind in den kleineren Städten leicht zu beschaffen, in Berlin machte es oft grofse Schwierigkeiten, die richtigen Materialien zu erhalten; in einigen Fällen mußten dieselben von ausen bezogen werden. Da alle diese Gegenstände keine Handelsartikel im kleinen sind, und kleine Mengen fast nur den Wert für die Arbeit der Beschaffung und Verpackung haben, ist man oft auf das Entgegenkommen von Bekannten und Kollegen angewiesen.

Als Utensilien reichen die für den gewöhnlichen physikalischen und chemischen Unterricht gebrauchten aus, nur ist neben Bechergläsern, Glasstäben, Cylindern und den sonst gebrauchten Glassachen eine Anzahl von Cylindergefäfsen mit Durchbohrungen, in die Korke eingesetzt werden können, erforderlich, ebenso eine Anzahl von rechteckig prismatischen oder kreisförmigen Gefäfsen (Untersätze für Blumentöpfe u. s. w.). Überhaupt gehören die Versuche in Beziehung auf Einfachheit und Billigkeit zu den Freihandversuchen, über die an anderer Stelle (Unterrichtsblätter 1896, No. 6 und 1897, No. 1) ein kurzer Überblick mit einem Beispiel gegeben ist.

Es kann nicht beabsichtigt sein, alle diese Versuche möglichst vollständig anzuführen oder ausführlich zu beschreiben, da sich nach kurzen Andeutungen für jeden,

der mit dem Gegenstande vertraut ist, die Durchführung von selbst ergibt, ebenso wird der Einzelne noch mancherlei Versuche hinzufügen können, die ihm vielleicht zweckmäßiger für den Unterricht an der eigenen Anstalt erscheinen werden. Gerade bei den geologischen Betrachtungen wird man auf die Umgebung Rücksicht nehmen müssen; man wird in Städten der norddeutschen Tiefebene nicht die Anschauung eines Gebirges voraussetzen können, man wird andere Erscheinungen zum Ausgangspunkte nehmen als in Thüringen oder am Rhein. In Orten des westfälischen Kohlenbeckens wird die Auswahl eine andere sein als in Schleswig-Holstein. Aber gerade auch hierdurch wirkt der Unterricht unmittelbar und knüpft ein enges Band zwischen der Kunde der Heimat, ihrer Entwicklung und Beschaffenheit und den allgemeinen Wissenschaften.

Irgend etwas Vollständiges auf diesem Gebiete geben zu wollen, ist unmöglich, dem Umfange des Stoffes nach, der Zeit nach, der Auffassungskraft der Schüler nach, und so wird das Ziel: eine systematische Vollständigkeit zu erreichen, unbeschadet, daß ein systematischer Überblick gewissermaßen als Schluß gegeben wird, nicht erreicht werden können.

Bei der Gruppierung der Experimente könnte man zwei Wege einschlagen. Einmal könnte man die Wissenschaften zu Grunde legen, welchen sie sich anschließen sollen, Physik, Chemie, Geographie, und die Teile des Unterrichtsstoffes anführen, denen die Erscheinungen anzuschließen wären: so die Verhältnisse der Bohrlöcher und Wasserverbreitung im Boden bei dem Gesetz der kommunizierenden Gefäße, die Verwitterungserscheinungen bei dem chemischen und physikalischen Verhalten des Wassers und der Luft; die Sedimentierungserscheinungen werden in der Molekularphysik der Flüssigkeiten und der Hydrodynamik besprochen werden können, die Verwesungsprozesse, Humusbildung, Entstehung der Kohlen würden in der Chemie oder Mineralogie eine Stelle finden. Dass eine feststehend beste Norm in dieser Richtung nicht vorhanden sein kann, ist natürlich, da die Art der Betrachtung nach Person des Lehrers und den sonstigen Verhältnissen eine verschiedene sein wird.

Eine Ordnung der Experimente dem geognostischen System gemäß ist vollständig ausgeschlossen. Das System selbst ist für die Schule zu umfangreich und für die Schüler unverständlich, so daß die Formationslehre nicht den Ausgangspunkt für die Einteilung bilden kann.

Daß man an einem bestimmten Orte die Erscheinungen der Umgebung als Richtschnur für die Einteilung und Auswahl der Experimente wählen wird, ist oben schon gesagt, ein Weg, der für die allgemeine Darstellung aber nicht gangbar ist. Wenn ein selbständiger Unterricht in der Geologie eingerichtet wird, und dies ist recht gut möglich, wenn in den obersten Klassen eine Stunde, die als geographische Stunde zu betrachten ist, dafür verwendet würde, so werden selbstverständlich die Experimente mit dem laufenden Unterrichte Hand in Hand gehen.

Am geeignetsten scheint es mir, die Einteilung nach den Hauptagentien, welche heute noch umgestaltend auf unserer Erde wirken, zu gruppieren und im wesentlichen der Einteilung der allgemeinen Geologie zu folgen.

Es soll die nachstehende Einteilung zu Grunde gelegt werden:

I. Experimente zur Demonstration der Erscheinungen, welche als vulkanische bezeichnet werden (geothermische Erscheinungen): heiße Quellen, Geysire, Nachbildung von Krateren, der Ringgebirge auf dem Monde, Eindringen der Wärme oder Durchdringung von Schichten durch die Wärme, Erwärmungs-

fähigkeit, Strahlung des Bodens, Abkühlung von Gesteinen und geschmolzenen Massen u. s. f.

II. Wirkungen des Wassers in den verschiedenen Aggregatzuständen als Eis und Schnee, flüssiges Wasser und Wasserdampf.

Die Wirkungen des letzteren, die wesentlich in den Verwitterungsverhältnissen bestehen, zu denen auch die Wirkung des Wassers in den beiden anderen Aggregatzuständen beiträgt, sollen einem folgenden Abschnitte überwiesen werden.

Die Gruppierung innerhalb dieses Abschnittes, der sehr verschiedenartige Erscheinungen, auch nach der Ausscheidung der Verwitterungserscheinungen umfaßt, kann eine sehr mannigfaltige sein. Zunächst wird man die Experimente, welche auf mechanischer, und welche auf chemischer, physikalischer (lösender) Wirkung beruhen, trennen, und dann die Erscheinungen, welche sich aus Fortschaffung und Ablagerung des Materials erklären, zur Anschauung und zur Besprechung bringen; auch empfiehlt es sich, die Erscheinungen, welche durch das Gefrieren des Wassers und die Wirkungen von Eis und Schnee hervorgebracht werden, einer besonderen Gruppe zuzuweisen. Neben den letzteren Bildungen kommen als Beispielsversuche in Betracht: die Bildung der Schichten durch Sedimentierung, die Gesetze der Suspension und der Absetzung (Einfluß von Salzlösungen, der Bewegung des Wassers), die Verteilung des Wassers im Boden, Grundwasser, Bohrquellen, Mitteilungen über die Beobachtungen an Bohrlöchern (cf. auch Abschn. I), Schlämmen, Tropfenwirkungen im Sand etc., wobei sich überall Anknüpfungspunkte an die Technik und an Naturerscheinungen, die überall zu beobachten sind, ergeben. Auch würde die Wirkung der Quellen und der Nachweis ihrer Zusammensetzung (Versuche mit verschiedenen Mineralwässern, Chemie des Wassers) experimentell nachgewiesen werden; die Verhältnisse aufsteigender Quellen und Tribsandphänomene lassen sich ebenfalls zeigen.

III. Äolische Wirkungen. Wirkungen der Luftströmungen. Mechanische und transportierende Wirkungen. — Dünenbildungen, Wirkungen fortgetriebenen Sandes, Erscheinungen an der Küste. Suspension fester Teilchen in der Luft, Ablagerungen von Staub aus der Luft.

IV. Wirkung der Organismen. Experimentell läßt sich aus diesem Gebiete nur wenig heranziehen. Die Entstehung von kohligen Massen, lignitartiger Substanzen und Nachweise und Versuche über die Zusammensetzung verschiedener Erden und Bodensorten werden hauptsächlich in Betracht kommen.

V. Verwitterungserscheinungen und mit ihnen zusammenhängende Neubildungen. Es empfiehlt sich, aus diesen eine besondere Gruppe zu bilden, einmal weil sie so außerordentlich zahlreich und mannigfaltig sind, dann auch, weil bei ihnen alle früheren Agentien mitwirken, Wasser und Luft, Organismen, Temperaturänderung, Änderung des Aggregatzustandes des Wassers. Hier bietet sich eine große Anzahl von Versuchen mit einer Fülle von Anknüpfungen: Verwitterungen von Gyps, Lösung des Calciumcarbonats, Verwitterung von natürlichen Gesteinsstücken, Wirkung eines Tropfens auf festem Gestein. Freilich macht sich gerade hier die Zeitdauer, welche für das Vorschreiten der Verwitterung erforderlich ist, geltend, aber einige natürliche Verwitterungsprozesse lassen sich künstlich sehr gut innerhalb nicht zu langer Zeiträume nachahmen. Erscheinungen, die durch Wasseraufnahme (Zerfließen, Verwitterung der Abraumsalze) entstehen oder durch allmähliche Oxydation, Verwittern von Markasit (FeS_2) und Verwendung von Eisenvitriol, lassen sich ganz gut zeigen. Auch die Absetzungen von gelöstem Calciumcarbonat aus

kohlensäurehaltigem Wasser können für die Erklärung der Tropfstein- und Sinterbildungen verwertet werden.

VII. Geognostische Versuche. Hierher sind diejenigen zu zählen, welche von Reyer und von anderen mit zähem Thonbrei oder ähnlichem Material angestellt wurden, um die Veränderungen, welche die Schichten durch Druck oder Schub erfahren, darzulegen. Sie dienen als Grundlagen für die Erklärung der Faltungen, Verwerfungen, Spaltenbildung (hierbei hat auch die Zusammenziehung des Materials mitgewirkt), eignen sich aber für Schulversuche nur in sehr vereinfachter Form, da sie ziemlich umständliche Vorrichtungen und Vorbereitungen verlangen. Aber abgesehen davon ist das Verständnis gerade dieser Versuche für den Schüler auch in den oberen Klassen, da ihm fast immer jede Kenntnis der Naturverhältnisse, die erklärt werden sollen, fehlt, recht schwierig. Man wird von dem complicierten Versuch Abstand nehmen und nur zeigen, daß zwei künstlich hergestellte Schichten, wenn sie noch im zähen Zustande sind, durch Druck Verschiebung und Eindringen erfahren können. Diese „geotektonischen“ Versuche werden daher auch bei der weiteren Darlegung der Experimente fast keine Berücksichtigung finden; man vergleiche in dieser Beziehung Reyer etc.

VIII. Petrogenetische Versuche. Es ist jetzt gelungen, die meisten natürlichen Mineralien und viele Gesteine, bei denen die Herstellung der Aggregation besondere Schwierigkeit macht, künstlich herzustellen. Es ist von Wichtigkeit, dem Schüler einige Beispiele dieser Art vorzuführen, Versuche, die auch dem chemischen Unterricht angeschlossen werden können. — Es ist sowohl die Bildung der Mineralien auf nassem Wege wie die Bildung unter dem Einfluß hoher Temperaturen zu berücksichtigen. Zu den ersten Bildungen gehören die Inkrustationen, die Efflorescenzen, dendritische Bildungen, alles Gebilde, die sich leicht durch das Experiment nachahmen lassen, ebenso wie die Absetzungen und langsam verdunstenden Lösungen. Die Bildung von Mineralien durch Diffusionsprozesse erfordert viel Zeit, während die Entstehung der mit dem Mineral identischen chemischen Verbindung leicht zu erreichen ist, die Bildung von Gyps mit Schwefelsäure und bei Eindringung in gelöschten Kalk läßt sich ebenfalls zeigen.

Bei den Bildungen in höherer Temperatur sind die Sublimations-, Schmelzungs- und Krystallisationsprozesse zu berücksichtigen, von denen einige auch regelmäfsig in der Chemie gezeigt werden. Einzelne Mineralien kann man in dieser Weise auch krystallinisch oder krystallisiert erhalten; naturgemäfs bleiben diese Experimente der Chemie angeschlossen.

In einer letzten Gruppe VIII kann man schliefslich verschiedene Experimente, die zu den vorigen Gruppen in keinem direkten Zusammenhang stehen, vereinigen. Die Wirkungen der starken elektrischen Entladung lassen sich künstlich nachahmen (Beziehungen zur Schmelzung von Gesteinen durch den Blitz, Bildung der Blitzröhren), Explosionen, schlagende Wetter, Entstehung derselben, Fortpflanzung von Erschütterungen in festem Material (in der Physik meistens bei der Fortpflanzung schwingender Bewegungen nachgewiesen). Für letztere Erscheinungen, die für die Erklärung der Weiterverbreitung der Erdbebenerschütterungen von Wichtigkeit sind, läßt sich eine grofse Anzahl von Versuchen angeben. Die im festen Material sich fortpflanzende Erschütterung kann durch kleine, an den Enden des festen Körpers befindliche Pendel oder durch die Bewegung von Quecksilber oder Wasser in feststehenden Gefäfsen sichtbar gemacht werden.

Es ist selbstverständlich, daß man nicht alle Versuche anstellen wird; eine Über-

häufung mit experimentellem Material verfehlt den Zweck; sie ist zwar nicht so nachtheilig wie das fast vollständige Fehlen des Experiments, da der Schüler aus der Fülle immerhin einiges mit fortnehmen wird, während im anderen Falle der Anschauung gar nichts geboten ist. Dieser bei der Methodik des Experiments so wichtige Gesichtspunkt läßt dann die systematische Zusammenstellung als eine zur Auswahl gestellte Sammlung zweckmäßiger Experimente erscheinen. Der Wert der systematischen Ordnung der Experimente aber liegt darin, daß dadurch die Gesetze und die Beziehungen des Gesetzes zu anderen Erscheinungen klarer hervortreten als dies bei willkürlicher Aufzählung und Anordnung ohne Gruppierung der Fall ist. Schon der gegebene Umriss der Experimente dürfte darthun, daß sich diese Versuche für einen Unterrichtszweig sehr gut werden verwerten lassen, nämlich für die Exkursionen, die immer mehr ein integrierender Bestandteil unserer Unterrichtseinrichtungen werden sollten. Die unmittelbare Anschauung der in dem Unterricht erörterten und durch Versuche bewahrheiteten Verhältnisse wirkt außerordentlich eindrucksvoll und wird den Schüler veranlassen, auch später im Freien und bei Reisen auf ähnliche Erscheinungen zu achten. Dadurch kann gerade das Reisen, das so vielfach jetzt als rein mechanische Erholungsgewohnheit auftritt, interessanter und für den Reisenden geistig fruchtbarer werden, daß er von Jugend auf gewöhnt wird, die Natur auch in Einzelercheinungen zu beobachten und zu vergleichen. Aber auch nach anderer Seite ist dieser Unterricht außerordentlich förderlich. Die Erscheinungen, um die es sich hier handelt, sind von fast allen schon bemerkt, ohne daß dieselben zum Bewußtsein oder gar in Zusammenhang gebracht sind. Die Wirkungen, die ein Regenschauer ausübt, die Gerinnsel, die sich bilden, die Vertiefungen im Erdboden, die Trübung des Wassers durch suspendierte Stoffe, die Abklärung desselben (unmittelbar durch den Versuch zu zeigen), die Beobachtungen an einem Flußlauf, diese und viele andere Erscheinungen geben uns einen Aufschluß über die Bildungen der Erdrinde. Gerade der Umstand, daß der Mensch nur schwer am Alltäglichen beobachten lernt, vielmehr dasselbe als etwas Gegebenes und Gleichgültiges auffaßt und nur durch besondere Ereignisse zur Aufmerksamkeit veranlaßt wird, erschwert es so außerordentlich, dem realistischen Unterricht die richtige Würdigung zu geben; wenn jemand eine fremde Sprache hört, so hat er sofort das Bewußtsein, daß er sie nicht versteht, wenn er aber eine alltägliche Erscheinung sieht, legt er sich diese Frage garnicht vor, und doch würde für den Denkprozeß eine größere Förderung durch das Verstehenlernen der Thatsachen als durch die Gedächtnisauffassung des fremden Wortes erstehen; auch zum Verständnis der alltäglichen Erscheinungen bedarf es der Anleitung und naturwissenschaftlicher Kenntnisse. — Doch soll auf diese Auswertung des geologischen Unterrichts nicht näher eingegangen, sondern nur betont werden, daß es für unsere Jugendbildung in Deutschland erforderlich ist, wenn derselbe mehr gepflegt wird. Hilfsmittel für den geologischen Unterricht sind in hinreichender Anzahl vorhanden. Sammlungen der Gesteine sind billig zu beschaffen, ebenso auch geologische Karten in verschiedenster Größe und Ausführung (auch in Wandkartenform); oft existieren auch für einzelne Gegenden besondere Karten. Zahlreiche Lehrbücher (Credner, Suefs, Naumann u. s. f.) geben dem Lehrer das Material, während für den Schüler die Anhaltspunkte, die in vielen geographischen Lehrbüchern enthalten sind (Seydlitz etc.), ausreichend erscheinen können. Die Bücher über physikalische Geographie (Supan) und umfassende Werke mit dem Zwecke der wissenschaftlichen Popularisierung, wie Neumayr, Erdgeschichte, geben reichlichen Stoff, auch geben die Berichte über die Fortschritte der Physik (Braunschweig bei

Vieweg & Sohn, Abschnitt kosmische Physik, Physik der Erde) ein außerordentlich reichhaltiges Material, das sich zum großen Teil für die allgemeine Geologie unterrichtlich verwerten läßt.

Von besonderen Hilfsmitteln ist unter dem Text¹⁾ noch eine Anzahl erwähnt, ohne dass auf weitere Analyse derselben eingegangen werden soll.

Besonders aber mag ein Hilfsmittel zur Verbreitung geologischer Kenntnisse hervorgehoben werden, das jetzt in mehreren Städten vorhanden ist, das ist der Aufbau der Erdrinde nach den verschiedenen Schichten aus natürlichem Material. So besitzt Halle im Garten des landwirtschaftlichen Instituts ein gemauertes geologisches Profil, das von Herrn v. Fritsch näher beschrieben ist; Berlin hat in der geologischen Wand im Humboldthain etwas Ähnliches aufzuweisen. Sie ist beschrieben in der Schrift: Die geologische Wand im Humboldthain zu Berlin; ein Anschauungsmittel zur Einführung in die Lehre von dem Bau und den Schätzen der Erdrinde in unserem Vaterlande von Dr. Zache (1896 mit Tafel). Ein großes Anschauungsmaterial findet sich auch in den größeren Mineralienhandlungen; das beste bleibt natürlich immer die eigene Anschauung in der Natur, das Studium der geologischen Verhältnisse bei Exkursionen, die an den verschiedenen Hochschulen veranstaltet werden, und zu denen die Lehrer der betreffenden Städte leicht Zutritt erhalten.

In dem folgenden Teil der Arbeit wird nun eine Beschreibung verschiedener Versuche aus den einzelnen Gruppen mit Hervorhebung der geologisch-technischen Beziehung in eng begrenzter Auswahl folgen.

Ein Schulversuch zur Messung der Polstärke und des magnetischen Momentes.

Von

J. Kleiber in München.

Die Mitteilung des Herrn Dr. K. STRECKER im 5. Heft des IX. Jahrganges (1896) dieser Zeitschrift veranlaßt mich, eine andere Methode zur Bestimmung der Polstärke und des magnetischen Momentes nach mechanischem Mafse mitzuteilen. Dieselbe erfordert nur einfache Hilfsmittel, die sich jeder mit Papier und Schere herzustellen vermag, und stützt sich nur auf das Hebelgesetz.

Im übrigen erfordert die Vorführung der Messung wenig Zeit und Vorbereitung und giebt Resultate, die für Schulversuche genau genug sind. Sollen ja solch

¹⁾ F. Senft: Geognostische Wanderungen in Deutschland, ein Handbuch für Naturfreunde und Reisende.

I. Bd. Deutschlands Landgebiet im allgemeinen; II. Bd., Das deutsche Tiefland und die anliegenden Inseln u. s. f.

Daubrée, Synthetische Studien zur Experimental-Geologie; deutsche Ausgabe v. Gurlt. Braunschweig, Vieweg & Sohn.

Ed. Reyer, Ursachen der Deformationen u. der Gebirgsbildung. Leipzig bei Engelmann.

Ed. Reyer, Geologische u. Geographische Experimente (Methoden u. Apparate. Vulkanische u. Masseneruptionen, i. g. 4 Hefte).

Meunier, Abhandlungen über die Bildung der Meteoriten.

Reports of the British Association 1893, Bd. 63.

J. Roth: Allgemeine u. chemische Geologie (Berlin, Hertz).

Von Tafeln mögen erwähnt werden die Abbildungen von Fraas, die Hölzel'schen geographischen Charakterbilder und die geologischen Bilder bei Fischer in Cassel, wo auch paläontologische Wandtafeln erschienen sind.

messende Schulversuche zumeist nur zeigen, daß es geht und wie es geht; auf die Fehlerquellen, die rohen Versuchen anhaften, mag schon vom pädagogischen Standpunkte aus fürs erste nicht eingegangen werden, um die Hauptsache nicht zu verwischen. Es genügt, wenn die besseren Schüler den ungefähren Genauigkeitsgrad schätzen lernen, den man einem solchen Apparate zumuten darf. Das letztere ist aber um so leichter möglich, je durchsichtiger der Apparat ist und je mehr er sich an Bekanntes anschließt.

Wir wollen uns also zur Aufgabe setzen, Polstärke und magnetisches Moment etwa einer der Magnetnadeln zu bestimmen, die sich in unserer physikalischen Sammlung befinden und von der wir voraussetzen, daß sie sich frei auf einer Spitze bewegen könne.

Zu dem Ende construieren wir uns den in Fig. 1 abgebildeten Hilfsapparat X. Derselbe besteht aus einer Gradscheibe \mathcal{S} und einem Pendel \mathfrak{P} .

Die Scheibe \mathcal{S} schneiden wir aus einem Stück Pappendeckel, den uns irgend eine Schachtel liefert. Darauf kleben wir einen aus Papier geschnittenen Skalenring, auf dem wir unschwer eine Einteilung von 5° zu 5° anzubringen vermögen.

Diese Scheibe \mathcal{S} befestigen wir mit zwei Stückchen Wachs w, w an einem Stäbchen st , das, lotrecht verschiebbar, an einem Ständer befestigt wird. Durch den Mittelpunkt der Scheibe \mathcal{S} stecken wir eine Nähnadel Na so, daß sie zur Hälfte je vor und hinter der Scheibe hervorragt.

Das Pendel \mathfrak{P} fertigen wir aus einem etwa 8 bis 12 cm langen, 2 bis 3 mm breiten Streifen leichten, doch steifen Papiers (z. B. recht dünnem Schreibpapier); diesen knicken wir der Länge nach ein und falten ihn mit Ausnahme des oberen Endes, um ihm Steifheit zu verleihen. In das obere

Ende bohren wir mit einer Stecknadel, die etwas dicker ist als die Nähnadel Na ein Loch, so groß, daß das an die Nähnadel gehängte Pendel fast ohne Reibung beweglich ist. Man bringt es unschwer dahin, daß die Reibung die Stellung von \mathfrak{P} kaum um $1/2^\circ$ beeinflusst. Bei stärkeren Magneten kann man wohl auch das Pendel aus dünnem Metalldraht herstellen, den man jedoch vorher durch Anhängen an die Achse einer bewegten Centrifugalmaschine oder eines Motors drillt, um ihm Steifheit zu geben.

Beim Gebrauch stellt man den Apparat neben die zu untersuchende Magnetnadel ns so, daß die Scheibe \mathcal{S} parallel zu dieser ist und natürlich vertikal steht. Nun dreht man etwa den Nordpol so weit zurück, daß die Magnetnadel um 90° (circa) gedreht erscheint, und legt zur Hemmung das Pendel \mathfrak{P} auf. Die Stellung der Scheibe wird schliesslich so reguliert, daß das Ende von \mathfrak{P} auf dem Ende n der Magnetnadel liegt. Doch bezweckt dies nur eine Vereinfachung der folgenden Rechnung; \mathfrak{P} und ns könnten sich auch an beliebiger Stelle überkreuzen, dann wären allerdings noch diese Überkreuzungsstellen auf \mathfrak{P} wie auf ns zu bestimmen.

Ist nun H die erdmagnetische Horizontalcomponente (allgemein die H einer resultierenden Feldstärke), G das Gewicht des Pendels, M der Schwerpunkt des Pendels, dessen Entfernung von O man leicht durch Auflegen des abgenommenen

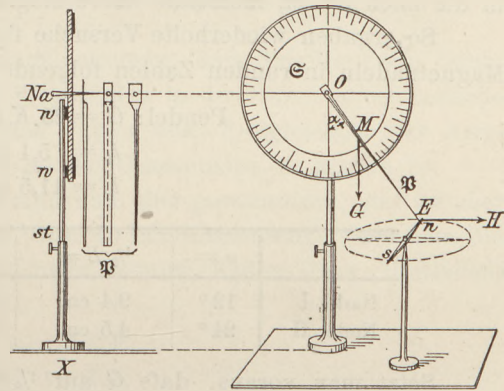


Fig. 1.

Pendels auf die Schneide eines Federmessers bestimmt, ferner $OM = l_1$, $OE = l_2$ und die Ablenkung des Pendels von der Vertikalen α , so ist

$$H \cdot l_2 \cos \alpha = G \cdot l_1 \cdot \sin \alpha,$$

folglich

$$H = G \cdot \frac{l_1}{l_2} \operatorname{tg} \alpha$$

oder, wenn man den Coefficienten von $\operatorname{tg} \alpha$ gleich c setzt:

$$H = c \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Soll Trigonometrie noch nicht vorausgesetzt werden, so benutzt man statt der Gradscheibe \odot eine rechteckige, die mit Millimeterpapier bezogen ist, und dann direkt die Hebelarme von G und H abzulesen gestattet.

H trifft nun auf beide Pole, die Polstärke von n ist also bestimmbar, wenn derjenige Teil von $\frac{1}{2}H$ bekannt ist, der pro Einheitspol trifft. Man läßt hier am besten $\frac{1}{5}$ Krafteinheit ($K.E.$) merken, damit dieser Teil der Aufgabe als Kopfrechnung erledigt werden kann.

Das magnetische Moment der Nadel ist das doppelte Produkt aus der Polstärke in die nach cm zu messende halbe Magnetnadellänge L .

So ergaben wiederholte Versuche für ein Paar nach dieser Methode untersuchter Magnetnadeln in runden Zahlen folgende Werte.

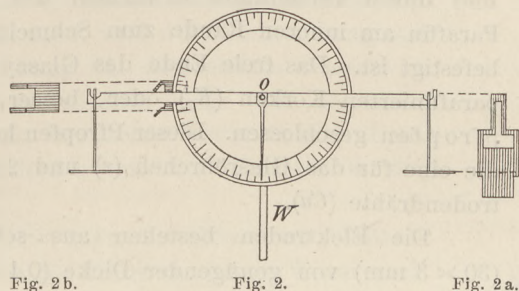
$$\left. \begin{array}{l} \text{Pendel: } G = 25 \text{ K.E.} \\ l_1 = 5,1 \text{ cm} \\ l_2 = 11,5 \text{ cm} \end{array} \right\} \text{hieraus } c = 11,08.$$

| | $\alpha =$ | $\frac{1}{2} L =$ | $H =$ | Polstärke | Magn. Moment |
|----------|------------|-------------------|-----------|-----------|--------------|
| Nadel I | 12° | 9,4 cm | 2,83 K.E. | 7,1 | 133 |
| Nadel II | 24° | 4,5 cm | 4,93 K.E. | 12,3 | 111 |

Setzt man voraus, daß G auf $\frac{1}{2}K.E.$ genau gewogen werden kann, d. h. in unserem Falle bis auf 2% genau, setzt man ferner voraus, daß die Ungenauigkeit in der Ablesung von α bis 1° ansteigt, was schlimmstenfalls bei Nadel II einen Fehler von 2% in $\operatorname{tg} \alpha$ nach sich zieht, und bedenkt, daß auch der Wert der erdmagnetischen Feldstärke, die mit $\frac{1}{5}K.E.$ angesetzt ist, eine Abweichung von 2% bedingt, so übersieht man leicht, daß hier der Maximalfehler 6% des Resultates betragen kann. Für stärkere Magnetnadeln wird der Fehler erheblich geringer, da man dann auch längere Pendel benutzen wird, die eine genauere Winkelablesung gestatten. Solche hätte man eigentlich auch schon oben anwenden können, unter Beobachtung des Kunstgriffes, sie, statt am Ende, nahe ihrem Schwerpunkt M aufzuhängen. Doch soll, um den Grundgedanken der Methode nicht zu verwischen, auf diese Dinge nicht näher eingegangen werden, die sich ja wohl jeder, der sich mit der vorgeführten Methode praktisch beschäftigen will, selbst am besten zurechtlegen mag.

Da es aus verschiedenen Gründen kaum angeht, die Wägung des Pendels \mathfrak{P} auf einer Präzisionswaage vor einem größeren Kreis von Schülern vorzuführen, so thut man gut, sich selbst eine Wage W (Fig. 2) herzustellen oder nach gegebener Vorschrift von einem Schüler herstellen zu lassen, welche nicht nur gestattet, die richtige Vorstellung von der Kleinheit der $K.E.$ anzubahnen (was ja durch die zahlenmäßige Mitteilung $K.E. = \frac{1}{981}$ Gramm allein nicht geschehen kann), sondern auch Wägungen mit diesen kleinen Größen mit großer Bequemlichkeit auszuführen erlaubt.

Man schneide sich hierzu, wie Fig. 2 zeigt, aus Karton (z. B. einer Postkarte) einen Wagebalken von etwa 14 cm Länge heraus. Dabei achte man darauf, daß die äußeren „Schneiden“ mit dem vorgebohrten Unterstützungspunkt *O* in einer Geraden liegen und von *O* gleichweit abstehen. Man versieht, wenn nötig, diesen Wagebalken mit einem hierzu senkrechten Zeiger aus einem leichten Streifen Papier, das wie das Pendel \mathfrak{P} gefaltet wird, setzt schließlich den Wagebalken an Stelle des Pendels \mathfrak{P} an die Nadel *Na* der Gradscheibe und hilft mit der Schere so lange nach, bis der Wagebalken in der Horizontalen zur Ruhe kommt.



Da es bei dieser Wage vor allem darauf ankommt, daß dieselbe recht leicht sei, so schneide man sich auch die beiden Wagschalen in der durch nebenstehende Figur 2a angedeuteten Weise aus einem Stück Papier aus. Desgleichen eine Arretierung nach Figur 2b, die dann mit Wachs an die Gradscheibe zu kleben ist.

Neben die so konstruierte Wage stelle man nun eine gewöhnliche, auf welcher man zunächst ein quadratisches Papierstück, von 10 cm Kantenlänge (auf dem die 100 qcm verzeichnet sind) sowie etwa 10 m recht dünnen Fadens (sog. Heftfaden) vorwiegt. Man findet hierbei vielleicht, daß

$$\begin{aligned} 1 \text{ qcm Papier} &= 10 \text{ K.E.}, \\ 3 \text{ cm Faden} &= 1 \text{ K.E.} \end{aligned}$$

ist und hat hierdurch einen Gewichtssatz für die Wage *W* gewonnen, mit dem dann leicht das Gewicht \mathfrak{P} ermittelt werden kann. Dabei ist es leicht möglich, die Wage *W* so empfindlich zu machen, daß sie schon auf 1 cm des oben benutzten Fadens einen Ausschlag giebt.

Ein leicht herstellbares und bequemes Knallgas-Voltameter.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Alle mir zu Gesicht gekommenen Knallgas-Voltameter (und erst recht die Wasserstoff-Voltameter) haben den Fehler, daß die Elektroden zu weit von einander abstehen, wodurch unnützer Weise eine längere Flüssigkeitsschicht, also ein großer Widerstand eingeschaltet wird. Daher ist auch die entwickelte Knallgasmenge, z. B. bei Anwendung zweier Tauchelemente sehr gering. Auch ist die Handhabung nicht bequem, indem leicht die angesäuerte Flüssigkeit verschüttet wird.

Der im nachstehenden beschriebene Apparat ist viel billiger, als die gebräuchlichen Knallgas-Voltameter, läßt sich in wenigen Minuten füllen und entleeren, bietet dem Strom einen geringen Widerstand und gestattet, das Knallgas unter dem herrschenden Atmosphärendruck abzulesen.

Eine starke Barometerröhre R (innerer Durchmesser ca. 15 mm) von 25 cm Länge ist am oberen Ende mit einem durchbohrten Korke (K_1) versehen, der vor dem Gebrauch in siedendes Paraffin getaucht worden. In diesen ist ein Hartgummihahn (H) luftdicht eingeschoben. (Ein Glashahn hat den Vorzug, daß man die Flüssigkeitssäule beim Füllen aufsteigen sieht, ist aber etwa 4–5mal teurer.) Das untere Ende

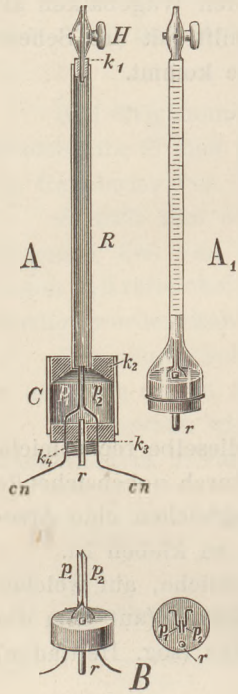


Fig. 1.

des Rohres ist luftdicht in den auch mit Paraffin getränkten Kork (K_2) gesteckt, der unten trichterförmig ausgehöhlt und schon vorher in den kurzen Glaszylinder (G) eingeschoben und durch vorsichtiges Erwärmen des Glases — wobei das Paraffin am inneren Rande zum Schmelzen gebracht wird — befestigt ist. Das freie Ende des Glaszylinders wird mit dem paraffinierten Korke (K_3) oder, besser, mit einem Gummipfropfen geschlossen. Dieser Pfropfen hat 3 Durchbohrungen, die eine für das Glasröhrchen (r) und 2 engere für die Elektrodendrähte (Cu).

Die Elektroden bestehen aus schmalen Platinstreifen (30×3 mm) von genügender Dicke (0,4 mm), um steif genug zu sein, was durchaus erforderlich ist. An die Platinstreifen sind starke Kupferdrähte (Cu) von 0,7 mm Dicke mit reinem Zinn gelötet. Die anfangs graden Drähte werden von der inneren Seite durch den Pfropf geführt und unterhalb der Lötstelle so gebogen, daß die Platinstreifen einander parallel, nur 1,5–2 mm von einander entfernt, beim Einsetzen des Pfropfes in die Röhre (R) etwas hineinragen (p_1, p_2 Fig. 1) und die Lötstellen nach aussen zu stehen kommen. Um die Lage der etwas steifen Drähte zu fixieren, wird unterhalb der Lötstelle um beide Drähte ein starker Seidenfaden in Form einer ∞ mehrfach herumgeschlungen und festgebunden. Nachdem man sich von der richtigen Stellung der Elektroden überzeugt hat, schiebt man von der äußeren Seite des Korkes K_3 eine kleine Korkplatte (K_4 Fig. 1), die an den beiden Seiten mit einer Rinne versehen ist, zwischen die Kupferdrähte und umwickelt sie mit einem Seidenfaden recht fest. Nun werden die Lötstelle, die anliegenden Kupferdrähte, die Seidenfäden und die Korkplatte (K_4) mit Asphaltlack bestrichen, wodurch auch etwaige kleine Lücken zwischen Draht und Kork wasserdicht geschlossen werden.

Die Kalibrierung geschieht am bequemsten, bevor die Röhre in den Kork (K_2) geschoben ist. Man beklebt die Röhre der Länge nach mit einem Streifen von quadriertem Millimeter-Pauspapier (No. 320 von Schleicher & Schüll in Düren, Rhpr.) von 10 mm Breite, befestigt die Röhre in vertikaler Stellung (mit dem geschlossenen Hahn H nach unten), gießt zunächst etwas Wasser (2–3 ccm) hinein und markiert den Stand des Wasserspiegels mit einer weichen Bleifeder. Nun füllt man 10, 20, 30 . . . g Wasser zu und markiert das Niveau. Die Zwischenräume zwischen je zwei Strichen teilt man in die passende Anzahl Teile (man kann die Röhre nach ganzen oder nach fünfteln ccm graduieren). Die Striche und Ziffern überzieht man mit Tusche und überzieht das Papier nach dem völligen Trocknen der Schrift mit geschmolzenem Paraffin oder mit Copal- oder Bernsteinlack, der aber 3–4 Tage trocknen muß, ehe man die Röhre anfassen darf. Unterdessen ist auch der Asphaltlack der Elektrodendrähte genügend trocken geworden.

Die fertige Röhre wird mittelst der Klemme *Q* (Fig. 2) an dem Holzständer *S* befestigt. Auf das Röhrechen (*r*) wird ein Gummischlauch (*g*) geschoben, der mit dem Trichter (*T*) verbunden ist, der in einem in verschiedener Höhe einstellbaren Haken (*P*) ruht. Der Haken ist einem Ringe vorzuziehen, da man den gefüllten Trichter nach Bedarf abheben oder einstellen kann.

Beim Füllen der Röhre hat man nur darauf zu achten, daß anfangs das Niveau im Trichter nicht höher sein darf als der Kork *K*₁. Ist die Flüssigkeit nach dem Öffnen des Hahnes gestiegen, wird der Trichter langsam um 3—4 cm gehoben, damit das angesäuerte Wasser bis über die Verdickung des Hahnes steigt (was bei einem gläsernen Hahn direkt beobachtet werden kann). Dann wird der Hahn geschlossen und der Trichter in den Haken zurückgestellt.

Beim Gebrauch läßt man den Strom erst 1 Minute hindurchgehen und füllt die Röhre in obiger Weise nach. Dann schließt man wieder den Strom, bis der Wasserspiegel genau bis zum ersten Teilstrich (Null) gesunken ist. Nun ist der Apparat für einen quantitativen Versuch fertig. Ist die erforderliche Menge Knallgas entwickelt, so unterbricht man den Strom und stellt den Trichter — dicht neben der Röhre (*R*) — so ein, daß die Wasserspiegel in beiden Schenkeln gleich hoch sind, dann steht das Gas unter dem herrschenden Atmosphärendruck. Beim Nullpunkt dieselbe Vorsicht anzuwenden, ist bei Schulversuchen kaum erforderlich; auch wird man wohl ohnedies die Korrektur wegen der Temperatur und des beigemengten Wasserdampfes übergehen.

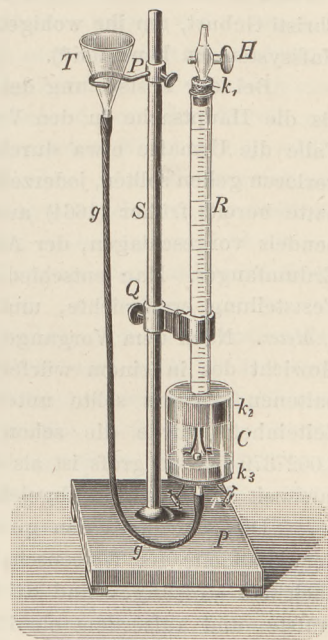


Fig. 2.

Der Apparat arbeitet sehr rasch. Während ich mit zwei hintereinander geschalteten Tauchelementen an einem alten Trichterapparat mit einem einzigen aufgestülpten Cylinder (Elektrodenabstand = 15 mm) nur 1,1 ccm Knallgas per Minute erhielt, gab der beschriebene unmittelbar darauf 9—10 ccm in derselben Zeit und bei Anwendung zweier großer mit frischer Chromnatrium-Lösung gefüllter Chromsäure-Elemente 27 ccm per Minute.

Will man den Apparat eleganter haben, so kann man die Röhre mit dem Hahn aus einem Stück herstellen und mit einer Kalibrierung nach fünfteln oder zehnteln ccm versehen lassen (vergl. *A*₁ Fig. 1). In einer solchen Ausführung wird der Apparat von Max Kohl und von G. Lorenz in Chemnitz, Ferd. Ernecke in Berlin, E. Leybolds Nachfolger in Köln a./Rh., O. Richter und Rütting in Petersburg geliefert.

Das absolute Maßsystem¹⁾.

Von

Prof. Dr. **O. Lehmann** in Karlsruhe.

Je weiter Wissenschaft und Technik voranschreiten, um so mehr macht sich der Mangel eines präcisen, für alle Orte gleichen, einheitlichen und praktischen Maßsystems geltend.

¹⁾ Vom Verfasser durchgesehener Auszug aus einem im naturwissenschaftlichen Verein zu Karlsruhe am 4. Dez. 1896 gehaltenen Vortrage, der vollständig in der Badischen Landeszeitung vom 22. bis 25. Dez. 1896 (No. 202 — 205) veröffentlicht ist. Die in [] gesetzten Stellen sind nachträgliche Zusätze des Verfassers.

Trotz aller Bemühungen, zu einem solchen zu gelangen, herrscht heute leider eine solche Mannigfaltigkeit und Verwirrung in den Mafseinheiten, daß wir alle Ursache hätten, unsere Vorfahren in der ältesten Periode der Geschichte, im zweiten und dritten Jahrtausend vor Christi Geburt, um ihr wohlgeordnetes, damals in der ganzen bekannten Welt angenommenes Mafssystem zu beneiden*).

Bei der Festsetzung des metrischen Mafssystems durch die französische Republik war als die Hauptsache in den Vordergrund gestellt worden, daß die neuen Mafseinheiten, im Falle die Urmasse etwa durch Brand des Aufbewahrungsgebäudes oder auf andere Weise verloren gehen sollten, jederzeit mit voller Genauigkeit reproduzierbar sein müßten. Huygens hatte bereits früher (1664) aus diesem Grunde als Längeneinheit die Länge des Sekundenpendels vorgeschlagen, der Astronom Mouton in Lyon 1670 einen bestimmten Bruchteil des Erdumfangs. Man entschied sich für den letzteren Vorschlag, da derselbe eine genauere Feststellung ermöglichte, und gab dem 40millionsten Teil des Erdmeridians den Namen 1 *Meter*. Nach dem Vorgange der Alten wurde hieraus die Gewichtseinheit abgeleitet. Das Gewicht des in einem würfelförmigen Gefäßs von 0,1 m Seitenlänge bei + 4° Celsius enthaltenen Wassers sollte unter der Bezeichnung *Kilogramm* als Gewichtseinheit dienen. Als Zeiteinheit wurde die schon im Altertum eingeführte mittlere *Sonnenzeitsekunde*, welche 1,0027379 mal so groß ist als die in der Astronomie gebräuchliche von der scheinbaren Umlaufzeit der Fixsterne abgeleitete „Sternzeitsekunde“, beibehalten.

Diesen Definitionen gemäß, wurde von der beauftragten Commission im Jahre 1799 der Akademie der Wissenschaften ein Platinstab übergeben, welcher bei der Temperatur 0° nach den Messungen und Rechnungen der Commission genau die Länge eines Meters haben mußte, und außerdem ein Platinblock von cylindrischer Form, welcher das Gewicht eines Kilogrammes darstellen sollte. Diese neuen Urmasse wurden dem Staatsarchiv zur Aufbewahrung übergeben und heißen deshalb „Archivmeter“ und „Archivkilogramm“. Da indessen die ausgeführten Messungen keine absolute Genauigkeit beanspruchen konnten, so sah man sich bald genötigt, unter Verzicht auf die ursprünglich beabsichtigte Reproduzierbarkeit der Masse, die ja auch wegen der durch die Abkühlung der Erde bedingten Veränderlichkeit des Erdumfangs keine absolut vollkommene sein konnte, die Definitionen zu ändern und einfach das Archivmeter und das Archivkilogramm als Einheiten der Länge bezw. des Gewichts festzusetzen. Mit dieser Abänderung ist das metrische Mafssystem bekanntlich bald nach dem französischen Kriege auch in Deutschland eingeführt worden. Nun ist aber leider von seiten der französischen Commission bei Abfassung der Definitionen ein sehr schlimmer Fehler begangen worden, der auch Eingang in unsere gesetzlichen Vorschriften gefunden hat. Gemäß der Festsetzung der französischen Commission ist in Artikel 1 des Reichsgesetzes vom 11. Juli 1884 angeordnet:

„Das Gewicht des in einem Würfel von einem Zehntel des Meter Seitenlänge enthaltenen destillierten Wassers im luftleeren Raum und bei der Temperatur + 4° des hundertteiligen Thermometers bildet die Einheit des Gewichts und heißt das Kilogramm.“

Hier ist augenscheinlich „Gewicht“ gleichbedeutend mit „Masse“ gebraucht²⁾. Masse (oder „Größe der Materie“) und Gewicht können aber niemals einander gleich sein, welche Einheiten man auch dafür wählen mag, denn das eine ist eine constante, das andere eine mit dem Orte, wo man sich befindet, veränderliche Größe. WEINSTEIN (Physikalische Mafsbestimmungen Bd. II, S. 25) ist der Ansicht, die französische Commission habe den Unterschied zwischen Masse und Gewicht gekannt, sie habe aber absichtlich die Definition so gefaßt, um zu bewirken, daß allmählich der Begriff Masse durch das Wort Gewicht bezeichnet werde, in dem Sinne wie es seit Alters her bei den Kaufleuten gebräuchlich war. Diese

*) Hier folgten Darlegungen über die Mafseinheiten im Altertum und Mittelalter.

2) Nach dem Reichsgesetz (Reichsgesetzblatt No. 15, S. 151, vom 26. April 1893) ist die Masse eines Kilogrammstückes die Einheit des Gewichts. Vgl. auch Barcynski, Die Maf- und Gewichtsordnung für das Deutsche Reich (Magdeburg, 1893).

Absicht muß, wenn sie bestanden hat, als Mißlungen bezeichnet werden³⁾. [Hätte man auch nur hinter das Wort „Gewicht“ in der Definition des Kilogramms in Parenthese gesetzt „d. h. Masse“, so wäre jeder, sonst bei der Zweideutigkeit des Wortes unvermeidliche Irrtum ausgeschlossen gewesen und die Ingenieure hätten sich veranlaßt gesehen, eine andere bessere Einheit zur Messung der Kräfte zu suchen, sodafs die unzähligen Mißverständnisse und Mißstände, welche durch jene Auslassung hervorgerufen worden sind, nicht hätten aufkommen können.] In sämtlichen neueren Lehrbüchern der Physik und der Ingenieurwissenschaften wird ausdrücklich unterschieden zwischen Kilogrammgewicht und Kilogramm-masse und unter Gewicht der Druck verstanden. Aus diesem Grunde erscheint es heute ganz unzulässig und undurchführbar, bei physikalischen und technischen Messungen und Rechnungen mit dem Worte Gewicht die Masse zu bezeichnen, wir müssen also der ersten gesetzlichen Bestimmung gemäß das Kilogramm als die Einheit der Kraft, nicht der Masse, betrachten.

Natürlich ist das Kilogramm keine zweckmäßige Kräfteinheit; sein Wert ändert sich proportional zur Fallbeschleunigung von Ort zu Ort und deshalb sind auch die Resultate der Materialprüfungen an verschiedenen Orten verschieden. Beispielsweise wäre der Elastizitätsmodul einer gewissen Sorte Stahl am 45. Breiteregrade = 21 000, in Karlsruhe = 20 994, in Petersburg = 20 973, in Madrid = 21 012; die Festigkeit einer gewissen Sorte Stahl wäre am 45. Breiteregrade = 70,00, in Karlsruhe = 69,98, in Petersburg = 69 91, in Madrid = 70,04; die Masse eines 50 kg schweren Stahlblocks von bestimmter Qualität wäre am 45. Breiteregrade = 5,0988, in Karlsruhe = 5,0975, in Petersburg = 5,0924, in Madrid = 5,1017.

In gleicher Weise sind auch die abgeleiteten Einheiten für die Arbeit und den Effekt, das Kilogramm-meter und die Pferdekraft, veränderlich, und man müßte also eigentlich bei derartigen Angaben immer beifügen, für welchen Ort die Zahlenangabe gemeint ist. Beispielsweise wäre die Leistung einer Dampfmaschine, welche in 45 Grad geographischer Breite zu 21 000 Pferdestärken bestimmt wurde, in Karlsruhe = 20 994, in Petersburg = 20 973, in Madrid = 21 012 Pferdekraften.

Infolge der Definition des Kilogramms als Einheit des Gewichts hat man also mit einer unendlich großen Zahl von Einheiten zu rechnen, weil das Kilogramm-gewicht und sämtliche davon abgeleitete Einheiten für jeden Punkt der Erdoberfläche und für jede Höhe über einem solchen Punkt andere sind. Wenn trotz dieses anscheinend unerträglichen Mißstandes die Ingenieure sich mit den genannten Einheiten begnügten und kein neues besseres Maßsystem einzuführen versuchten, so liegt dies darin begründet, dafs die Unsicherheit technischer Messungen an sich so groß ist, dafs die infolge der Unbestimmtheit der Maßeinheiten möglichen Fehler dagegen in den meisten Fällen vollkommen verschwinden. Unabweisbar wurde aber eine Änderung, die Einführung eines absoluten, d. h. nicht vom Orte abhängigen Maßsystems, als auch die elektrischen Erscheinungen praktische Verwertung fanden und damit die Notwendigkeit hervortrat, auch zur Messung magnetischer und elektrischer Größen bestimmte scharf definierte Einheiten festzusetzen.

Die erste praktische Anwendung der Elektrizität war die Erfindung des elektrischen Telegraphen im physikalischen Institut der Universität Göttingen durch die gemeinsame Arbeit von Gauß und Weber 1833. Da hierbei Magnetnadeln benutzt wurden, welche

³⁾ Hier folgte die nähere Begründung, weshalb diese Umänderung der Bedeutung des Wortes „Gewicht“ nicht gelingen konnte. In den damaligen Lehrbüchern der Physik wurde (ebenso wie heute) Gewicht als der Druck auf die Unterlage definiert, während die Masse als „Größe der Materie“ bezeichnet wurde. Um dieselbe Zeit war die Dampfmaschine soweit vervollkommen worden, dafs sie praktisch verwendbar wurde, und damit die Maschinenteknik und Ingenieurwissenschaft geschaffen. Die Ingenieure hielten sich naturgemäß an die Definitionen, welche sie in den Lehrbüchern der Physik vorfanden. Die Ingenieure, nicht die Kaufleute, sind es aber, welche ein physikalisches Maßsystem gebrauchen, und deshalb wurden nothwendiger Weise die von ihnen adoptierten Einheiten für die Folgezeit maßgebend.

durch den elektrischen Strom abgelenkt wurden, war es vor allem nötig, ein Maß für die Stärke der Magnetpole und für die ablenkende Kraft des Erdmagnetismus zu finden.

Noch im Jahre 1833 löste Gauß diese Aufgabe und seine diesbezügliche Schrift: „Intensitas vis magneticae ad mensuram absolutam revocata“, enthält bereits die Grundlagen unseres heutigen absoluten elektrischen Maßsystems. Weiter ausgebildet wurde dasselbe von Wilh. Weber, welcher 1852 eine zweite, ebenso fundamentale Schrift „die elektrodynamischen Maßbestimmungen“ veröffentlichte.

Es war für die magnetischen und elektrischen Messungen, welche einen hohen Grad von Präcision erfordern und auch zulassen, durchaus unthunlich, das veränderliche Kilogramm als Kraffteinheit beizubehalten. Gauß kehrte daher zu der ursprünglich beabsichtigten, aber nicht ausgesprochenen Festsetzung der Pariser Commission, welcher zufolge das Kilogramm nicht eine Gewicht-, sondern eine Masseneinheit sein sollte, zurück. Nach dem Satze, daß eine Kraft gleich dem Produkt der in Bewegung gesetzten Masse mit der erzielten Beschleunigung ist, muß hiernach das Gewicht eines Kilogrammstückes = g sein. Die absolute Einheit der Kraft mußte also z. B. in Karlsruhe das Gewicht einer Masse von 1,9,8092 Kilogramm sein.

Gauß wählte nun nicht das Kilogramm als Einheit der Masse, sondern das Milligramm und als Einheit der Länge nicht das Meter, sondern das Millimeter. Später hat man auch diese Wahl unbequem gefunden und als Einheit der Länge das Centimeter, als Einheit der Masse das Gramm festgesetzt. Als Einheit der Zeit wurde die Sekunde beibehalten. Da nun in Karlsruhe das Gewicht eines Gramms = 980,92 sein muß, weil $g = 980,92$ Centimeter pro Sekunde beträgt, so ist die Kraffteinheit (Dyne) dieses sog. Centimeter-Gramm-Sekundensystems der 980,92ste Teil des Gewichtes eines Grammstückes in Karlsruhe, also ungefähr das Gewicht eines Milligramms. Das Gewicht eines Kilogrammstückes in Karlsruhe wäre beispielsweise 980 920 Dynen, in Madrid 980 060 Dynen, in Petersburg 981 850 Dynen.

Die Definition der absoluten magnetischen Einheit ergibt sich hieraus ganz von selbst: „Ein Magnetpol hat die absolute Stärke 1, wenn er einen gleichstarken Pol in 1 cm Entfernung anzieht oder abstößt mit der Kraft 1 Dyne.“

Mit der Ausbildung der Telegraphie und der Anlegung unterseeischer Kabel war es unbedingt notwendig geworden, über die Eigenschaften solcher Kabel genaue messende Versuche auszuführen und Einheiten für Widerstand, Kapazität u. s. w. festzusetzen, welche die Ausführung derartiger Messungen ermöglichten. Zuerst hat sich der Professor der Physik an der Universität Glasgow, Sir W. Thomson (jetzt Lord Kelvin), eingehend mit der Ausbildung dieser Messmethoden beschäftigt und das von Gauß und Weber begründete absolute magnetische Maßsystem auch für diese Zwecke weiter zu verwerten gesucht. Auf seine Anregung hin wurde später im Jahre 1861 seitens der „British Association“ ein Comité zur definitiven Feststellung der elektrischen Maßeinheiten eingesetzt, dessen thätigste Mitglieder Charles Bright und Latimer Clark noch im gleichen Jahre mit Vorschlägen hervortraten, welche bald in weiteren Kreisen Anklang fanden.

In ähnlicher Weise wie sich die Einheit der magnetischen Polstärke aus der Kraftwirkung zwischen zwei Magnetpolen ergibt, ergibt sich die Einheit der elektrischen Stromstärke aus der Kraftwirkung zwischen einem Magnetpol und einem elektrischen Strom, welche bereits im Jahre 1820 von Ampère und später von Biot und Savart sehr eingehend untersucht worden war. Man hätte nun ebenso wie für die Magnetpole unter Zugrundelegung von Centimeter, Gramm und Sekunde als Fundamenteleinheiten eine sog. Centimeter-Gramm-Sekunden- oder CGS-Einheit der Stromstärke festsetzen können. Dies geschah aber nicht, vielmehr wählte man aus praktischen Gründen eine absolute Einheit, welche sich auf folgende Grundeinheiten stützte: Längeneinheit 10 000 000 Meter (Erdquadrant), Masseneinheit 10 Billionstel Gramm, Zeiteinheit mittlere Sonnensekunde. Die so festgesetzte Einheit der Stromstärke wurde zu Ehren von Wilhelm Weber 1 Weber genannt.

Nach gleichen Grundsätzen wurde eine Einheit der Spannung, das Volt, eine Einheit des Widerstandes, das Ohm, und eine Einheit der Elektrizitätsmenge, das Farad, vor-

geschlagen. Den gewählten Grundeinheiten entsprechend wird dieses Maßsystem als das Hebdrometer-Undecimogramm-Sekundensystem oder HUS-System bezeichnet. In den Jahren 1870 und 71 wurde dieses neue System in England und Amerika eingeführt. In Deutschland und Frankreich, wo zu dieser Zeit Kriegszustand herrschte, wurde es kaum beachtet.

Da trat nun fast plötzlich abermals ein mächtiges Bedürfnis nach scharf definierten absoluten magnetischen und elektrischen Einheiten auf, weil inzwischen die elektrischen Erscheinungen nach anderer Richtung hin eine eminent wichtige, praktische Verwertung gefunden hatten. Bald nach Entdeckung der Magnetinduktion durch Faraday im Jahre 1831 entstanden unzählige Konstruktionen von magnetoelektrischen Maschinen. Der Wirkungsgrad dieser Maschinen war zunächst ein sehr geringer. Erst nachdem Werner Siemens das sog. Dynamoprinzip auf die magnetoelektrischen Maschinen angewendet und Gramme 1871 die erste praktisch brauchbare Dynamomaschine konstruiert hatte, war eine Aussicht eröffnet, elektrische Ströme mittels magnetoelektrischer Maschinen in beliebiger Stärke relativ sehr billig erzeugen und damit unzählige Bedürfnisse der Technik und Industrie und des täglichen Haushalts befriedigen zu können. Enorme Kapitalien wurden der nun rasch aufblühenden Elektrotechnik zur Verfügung gestellt und vor allem mußte jetzt ein Maßsystem geschaffen werden, welches ermöglichte, mit jeder wünschenswerten Genauigkeit die für die Elektrotechnik nötigen Rohmaterialien zu prüfen und die Leistungsfähigkeit der fertigen Erzeugnisse zuverlässig zu beurteilen.

Gelegentlich der im Jahre 1881 in Paris abgehaltenen elektrotechnischen Ausstellung trat deshalb ein internationaler Congress der Elektrotechniker zusammen, welcher sich sehr eingehend mit dieser Frage befaßte und schließlich mit einigen Modifikationen das von der Commission der British Association ausgearbeitete Maßsystem acceptierte. Die HUS-Einheit der Stromstärke wurde nicht mehr Weber, sondern 1 Ampère genannt, die HUS-Einheit der Elektrizitätsmenge, d. h. diejenige Menge positiver Elektrizität, welche pro Sekunde durch jeden Querschnitt einer Stromleitung fließt, in welcher die Stromstärke 1 Ampère herrscht, nannte man 1 Coulomb. Als Farad wurde die HUS-Einheit der Kapazität bezeichnet, als ein Volt die HUS-Einheit der Spannung und als 1 Ohm die HUS-Einheit des Widerstandes. Zu diesen Einheiten trat dann später noch die von William Siemens vorgeschlagene Effekteinheit, das Watt, welches der gte (d. h. für Karlsruhe der 9,8092.) Teil eines Kilogrammeters ist.

Leider zeigte sich auch bei diesen Festsetzungen die gleiche Schwierigkeit, welche bei den Versuchen der französischen Commission zur Aufstellung einer reproduzierbaren Längeneinheit aufgetreten war. Man erkannte bald, daß das von der British Association aufgestellte Ohm bezw. Volt, welche deshalb als „British Association-Ohm“ bezw. -Volt“ bezeichnet werden, nicht genau mit dem wahren absoluten Ohm bezw. Volt übereinstimmen. Die Abweichung war sogar so groß, daß man diese Einheiten, um nicht immerfort Korrektionsfaktoren in die Formeln einführen zu müssen, nicht beibehalten konnte und sich genötigt sah, sie durch andere Näherungswerte zu ersetzen, deren Abweichung von den nicht mit vollkommener Genauigkeit bestimmbaren absoluten Einheiten so gering ist, daß sie wenigstens bei den rein praktischen Rechnungen vernachlässigt werden kann. Diese Einheiten werden als legales Ohm bezw. Volt bezeichnet. Die Länge einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt, deren Widerstand ein absolutes Ohm ist, beträgt nach den genauesten Messungen 106,3 cm. Der Widerstand würde dagegen ein legales Ohm betragen bei der Länge 106 cm und ein British-Association-Ohm bei der Länge 104,92 cm.

Für den Magnetismus wurde aus praktischen Gründen keine HUS-Einheit festgesetzt, sondern die CGS-Einheit ohne besondere Benennung beibehalten. Auch in anderer Hinsicht ist das HUS-System praktisch häufig unverwendbar. Eine Länge von 10 000 000 Metern als Einheit, bei deren Gebrauch 1 Meter durch die Zahl 0,0000001 ausgedrückt würde, und eine Masseneinheit von 0,000000000001 Gramm, wobei ein Kilogramm als Masse 10000000000000 zu bezeichnen wäre, sind für den gewöhnlichen Gebrauch durchaus ungeeignet. Selbst das

Coulomb und Farad müssen in der Regel durch die eine Million mal kleineren Einheiten Mikroculomb und Mikrofarad ersetzt werden, um für konkrete Berechnungen brauchbar zu werden.

War es also ursprünglich die Absicht von Gaußs, ein einheitliches absolutes Maßsystem zu schaffen, welches aus drei Grundeinheiten abgeleitet ist und die Beifügung besonderer Proportionalitätsfaktoren in den Formeln unnötig macht, so daß die Formeln die denkbar einfachste Gestalt erhalten, so sind wir heute genötigt, abgesehen von den praktischen Einheiten für Wärme, Licht und Schall, zum mindesten drei Systeme neben einander zu gebrauchen: das im Prinzip verfehlte, nicht absolute Kilogramm-Gewicht-Metersystem, welches für die Ingenieure unentbehrlich ist, das reine CGS-System, dessen Einheiten sich zudem in dreierlei Arten als elektromagnetische, elektrodynamische und elektrostatische definieren lassen, und das daraus abgeleitete HUS-System.

Es bedarf wohl keines besonderen Nachweises, wie viele Verwirrung durch das Nebeneinanderbestehen dieser verschiedenen Systeme angerichtet werden kann und wie sehr dadurch das Studium der technischen und physikalischen Wissenschaften erschwert wird, umsomehr, als das Kilogramm bald eine Gewichts-, bald eine Masseneinheit bedeutet und die CGS-Einheiten keine besonderen Namen besitzen, so daß öfters, wenn die Bezeichnungen fehlen, der Irrtum entstehen kann, es handle sich um eine der dreierlei Arten CGS-Einheiten.

Aus diesem Grunde sind in neuester Zeit öfters Bestrebungen hervorgetreten, das (elektromagnetische) CGS-System zur Alleinherrschaft zu bringen und die übrigen Systeme vollständig zu beseitigen. So gut nun die Absicht an sich ist, so wenig dürfte sie sich durchführen lassen, selbst auf rein physikalischem Gebiete. Die CGS-Einheiten sind nur solange zweckmäßig, als die Größen durch Buchstaben ausgedrückt werden, und verlieren in vielen Fällen durchaus ihre Brauchbarkeit, sobald man zu Zahlen übergeht. So ist beispielsweise in elektromagnetischen CGS-Einheiten:

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------|--------------|
| der Elasticitätsmodul des Stahls | 1,9 | Billionen, |
| die Festigkeit des Stahls | 10 | Milliarden, |
| die Compressibilität des Wassers | 47 | Billiontel, |
| die Temperatur 0,001 Grad Celsius | 2,39 | Milliardtel, |
| der Ausdehnungskoeffizient des Eisens | 0,3 | Billiontel, |
| die Verbrennungswärme der Steinkohle | 0,33 | Billionen, |
| ein Effekt von 20 000 Pferdekraften | 147 | Billionen, |
| die Ladung des Conductors einer gewöhnl. Elektrisiermaschine ca. | 60 | Milliardtel, |
| die elektrische Flächendichte auf demselben ca. | 200 | Billiontel, |
| die Kapazität desselben ca. | 0,05 | Trilliontel. |

Derartige Beispiele lassen deutlich erkennen, daß die CGS-Einheiten bald viel zu groß, bald viel zu klein sind. Diese Schwierigkeit läßt sich wohl auch kaum dadurch beheben, daß man die 1000, 1 000 000 oder 0,001 und 0,000001fachen Einheiten unter der Bezeichnung Kilo, Mega, Milli und Mikro nebenbei benutzte, denn die bis in die Billionen und Trillionen gehenden Zahlen können dadurch noch nicht genügend reduziert werden, auch würde z. B. die abgekürzte Bezeichnung „Kilo“ sehr leicht Anlaß zu Verwechslungen geben, da sie im gewöhnlichen Sprachgebrauch 1 Kilogramm bedeutet, die ausführliche Bezeichnung „Elektromagnetische Kilo-Centimeter-Gramm-Sekunden-Einheit“ aber aus naheliegenden Gründen ebenfalls nicht verwendbar wäre.

Der scheinbare oder wirkliche Vorteil, den die CGS-Einheiten dadurch bieten, daß die Formeln etwas einfacher geschrieben und bezüglich ihrer Richtigkeit etwas leichter controliert werden können, wird dadurch reichlich wieder aufgewogen, daß bei dem in konkreten Fällen unerläßlichen Übergang zu den praktischen Einheiten — man wird Kräfte nie anders als in Gewichten messen und in Dynen geaichte Gewichte kann es nicht geben, da dieselben nicht transportiert werden dürften — die weggelassenen Faktoren doch wieder hereinkommen und durch die Umrechnung ein großer Teil der ersparten Zeit wieder verloren geht. Dazu kommt, daß das CGS-System überhaupt nicht im eigentlichen Sinne als absolutes System anerkannt werden kann. Das Centimeter ist ein nicht reproduzierbares Maß, welches gelegentlich

verloren gehen kann, die mittlere Sonnensekunde ist eine Einheit, welche uncontrollierbaren Änderungen unterworfen sein kann, wenn z. B. infolge fortschreitender Contraction der Erde wegen der Abkühlung stetige oder sprungweise (durch innere Einstürze bedingte) Zunahmen der Rotationsgeschwindigkeit auftreten oder infolge von Flutreibung die Geschwindigkeit sich ermäßigt. Wenn auch bisher solche Änderungen nicht beobachtet worden sind, so ist doch die Möglichkeit vorhanden, daß sie sich im Laufe von Jahrtausenden bemerkbar machen.

Ebensowenig können die CGS-Einheiten als universelle, für das ganze Gebiet der Physik brauchbare, Einheiten — was natürlich sehr für deren allgemeine Einführung sprechen würde — betrachtet werden. Für große Kapitel der Physik, wie Wärme, Licht und Schall, wollen sie wie überhaupt die mechanischen Einheiten nicht recht passen und das Studium der Thatsachen und Gesetze kann sehr wohl und sogar wesentlich einfacher ohne als mit denselben betrieben werden. So müßte z. B. die Einheit der Temperatur die Temperaturerhöhung sein, die 1 Gramm eines Körpers erfährt, wenn ihm die Wärmemenge 1 Erg zu geführt wird. Es zeigt sich aber, daß diese Temperaturerhöhung für die verschiedenen Körper ganz verschieden ist und auch verschieden für die wechselnden Umstände (wie Höhe der Temperatur, constanter Druck, constantes Volumen), unter denen sich ein Körper befinden kann. Man rechnet daher in der Wärmelehre thatsächlich nicht nach absoluten Einheiten, sondern nach den praktischen Einheiten für Temperaturgrade und Wärmemengen⁴⁾. [Die Einheit der Lichtstärke müßte diejenige Intensität der Strahlung sein, bei welcher ein Cubikcentimeter 1 Erg Energie enthält. Versucht man aber die gebräuchlichen Einheiten, z. B. die Hefner-Kerze für gelbes Licht in solchen absoluten Einheiten auszudrücken, so wird man sofort bemerken, daß das Resultat ein sehr verschiedenes wird, je nachdem es sich z. B. um reines Spektralgelb, oder eine gelb erscheinende Mischung von roten und grünen Strahlen, oder eine Mischung gelb erscheinender Strahlen mit dunklen Strahlen handelt. Auch ist selbst bei Strahlen derselben Wellenlänge die physiologische Lichtstärke — und um diese handelt es sich bei optischen Versuchen oder bei Problemen der Beleuchtungstechnik — der Energiemenge in der Raumeinheit nicht entfernt proportional.]

Aus diesen Gründen dürfte es sich empfehlen, das CGS-System nur da anzuwenden, wo es durchaus nötig und zweckdienlich ist, also namentlich bei theoretisch-physikalischen Rechnungen, in der Technik dagegen und auf der ersten Stufe des physikalischen Unterrichts diejenigen Einheiten beizubehalten, welche sich nun z. T. schon ein Jahrhundert lang praktisch bewährt haben.

[Insbesondere wäre es bei der überaus knappen Zeit, welche dem physikalischen Unterricht an Mittelschulen eingeräumt ist, und bei den vielen Schwierigkeiten, auf welche dieser Unterricht schon aus anderen Gründen stößt, in hohem Maße erwünscht, wenn nicht neben den selbstverständlich unentbehrlichen praktischen Mafsen noch das CGS-System behandelt würde, dessen Kenntnis für die meisten Schüler keinen Wert hat, dagegen einen sehr großen Teil ihrer Arbeitskraft und Zeit in Anspruch nimmt, der weit nützlicher verwertet werden könnte. Diejenigen, welche weitergehende Studien an der Hochschule zu machen beabsichtigen, haben dort noch reichliche Gelegenheit, das CGS-System nach allen Richtungen hin kennen zu lernen.]

Was die praktischen Messungen anbelangt, so läßt sich der Veränderlichkeit des Kilogrammwertes und der Werte der vom Kilogrammgewicht abgeleiteten Einheiten dadurch Rechnung tragen, daß man diesen Einheiten jeweils die Größe der Fallbeschleunigung, für welche sie gelten, beifügt, oder daß man festsetzt, daß wenn eine derartige nähere Bezeichnung fehlt, derjenige Wert anzunehmen ist, welcher der Fallbeschleunigung 9,81 Meter oder dem Werte von g auf dem 45. Breitengrade in Meeresniveau oder demjenigen im Staats-

⁴⁾ Es folgte nähere Darlegung der Verschiedenheit der gebräuchlichen Calorien, der W. Thomsonschen absoluten Temperaturskala und der durch die Veränderlichkeit der Wärme- und Krafteinheit bedingten Unsicherheit bei Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents (in unseren Gegenden ca. 428—430).

archive in Paris entspricht. [Auch könnten recht wohl die in Betracht kommenden Größen so definiert werden, daß die Veränderlichkeit des Kilogrammwertes ohne Einfluß bleibt, z. B. der Elektrizitätsmodul, indem man denselben, statt wie gewöhnlich auf 1 qmm Querschnitt, auf $g/10$ Quadratmillimeter bezieht.] Für Wärme-, Licht- und Schallmessungen wird man diejenigen Einheiten gebrauchen, welche sich praktisch am leichtesten herstellen lassen, wie die Celsiusgrade, die Willnersche Calorie, die Hefnerkerze u. s. w.

Daneben müßte man freilich bestrebt sein, das CGS-System zu einem wirklich absoluten Maßsystem auszubilden, etwa durch Anschluß desselben an das bereits von GAUSS vorgeschlagene sog. allgemeine Gravitationssystem. In diesem System ist die Einheit der Masse keine unabhängige Einheit, sondern bestimmt sich nach dem Gravitationsgesetze aus den Einheiten der Länge und Zeit, indem man definiert: „Einheit der Masse ist diejenige Masse, welche einer gleich großen in der Entfernung 1 vermöge der Gravitationskraft die Beschleunigung 1 erteilt.“ Als absolute Einheit der Länge könnte (nach W. Thomson) die Wellenlänge einer homogenen Lichtart, etwa einer Natriumlinie, gewählt werden, als Zeiteinheit die Schwingungsdauer derselben Lichtart.

Man würde dann fernerhin Centimeter und Gramm nicht mehr als die Werte des 100. bzw. 1000. Teils des Pariser Archivmeters bzw. Archivkilogramms bezeichnen können und ebensowenig die Sekunde als den 8640. Teil eines mittleren Sonnentages, sondern es wäre annähernd 1 Centimeter = 16 960,2 Natriumlichtwellenlängen, 1 Sekunde = 508 806 235 Millionen Natriumlichtschwingungszeiten und 1 Gramm = 1224,903 Milliontel Gravitations-Natriumlicht-Einheiten. Würden diese hier nur näherungsweise angegebenen Zahlen thunlichst genau ermittelt und dann auf Grund der Versuchsergebnisse die Definitionen von Centimeter, Gramm und Sekunde als Vielfache der Gravitations-Natriumlicht-Einheiten gesetzlich festgestellt, so hätte man ein wahrhaft absolutes, jederzeit reproduzierbares Maßsystem, welches sich von dem zur Zeit angenommenen Centimeter-Gramm-Sekundensystem nicht merklich unterscheidet und deshalb ohne jede Störung zur Einführung gelangen könnte.

Freilich hätte dasselbe hinsichtlich der Reproduzierbarkeit noch immer den großen Fehler, daß sich weder die Lichtwellenlänge, noch die Lichtgeschwindigkeit, aus welcher sich die Schwingungszeit ergibt, noch auch die Gravitationskraft zwischen zwei Massen so einfach und genau beobachten lassen, daß die direkte Vergleichung gegebener Längen, Zeiten oder Kräfte mit denselben möglich wäre, also bei praktischer Ausführung der Messungen doch wieder Archivmeter, Archivkilogramm und Sonnensekunde zu Hilfe genommen werden müßten. Als vollkommene Lösung des Problems ist deshalb auch dieses wirklich absolute Maßsystem nicht zu betrachten, ein Grund mehr, insoweit und solange wie irgend zugänglich an den gebräuchlichen praktischen Maßen festzuhalten.

Der Satz von der Unveränderlichkeit der Flächengeschwindigkeit bei einer Centralbewegung.

Von

Prof. Dr. L. Pilgrim in Ravensburg.

Der Punkt O (Fig. 1) sei Kraftcentrum, A_0, A_1, A_2, \dots seien die Lagen des bewegten Punktes in den Zeitpunkten $0, \tau, 2\tau, \dots$ wo τ sehr klein, v_0, v_1, v_2, \dots die Geschwindigkeiten und p_0, p_1, p_2, \dots die Beschleunigungen in den Punkten A_0, A_1, A_2, \dots von denen angenommen wird, daß sie während der einzelnen Zeitintervalle τ nach Größe und Richtung unverändert bleiben; ferner sei nach Größe und Richtung $A_0 B_0 = v_0 \tau, A_1 B_1 = v_1 \tau, \dots, A_0 C_0 = \frac{1}{2} p_0 \tau^2, A_1 C_1 = \frac{1}{2} p_1 \tau^2, \dots$; dann ist die übliche Annahme, es sei $A_1 B_1$ die Verlängerung von $A_0 A_1$ falsch; denn die Richtung von $A_0 A_1$ ergibt sich, wenn man die Strecken $v_0 \tau$ und $\frac{1}{2} p_0 \tau^2$ nach Größe und Richtung zusammensetzt oder v_0 und $\frac{1}{2} p_0 \tau$, dagegen erhält man v_1 nach Größe und Richtung durch Zusammensetzen von v_0 mit $p_0 \tau$, also $A_1 B_1 = v_1 \tau$ aus

$A_1 D_1 = v_0 \tau$ und $D_1 B_1 = p_0 \tau^2$; es ist daher $A_1 D_1 = A_0 B_0$ und $D_1 B_1 = 2 A_0 C_0$. $B_1 A_1$ treffe $A_0 B_0$ in E_0 und $O A_0$ in F_0 ; dann ist $\triangle F_0 C_0 A_1 \cong \triangle B_1 D_1 A_1$ und $A_0 C_0 = \frac{1}{2} B_1 D_1 = \frac{1}{2} F_0 C_0$, folglich $\triangle F_0 A_0 E_0 \cong \triangle A_1 B_0 E_0$ und E_0 Mitte von $A_0 B_0$ und nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, E_0 mit A_0 zusammen fallend.

Sobald $A_0 C_0$ wie in der üblichen Figur gegenüber $A_0 B_0$ endlich groß angenommen wird, erscheint die Bahn von A_0 nach A_1 nicht als gerade Linie, sondern als Parabelbogen, der in A_0 die $A_0 B_0$ berührt und dessen Tangente in A_1 durch die Mitte E_0 der $A_0 B_0$ geht.

Die Parabelsektoren $O A_0 A_1$, $O A_1 A_2$, ... sind die von dem Radius vektor in den aufeinanderfolgenden Zeitintervallen τ zurückgelegten Flächen, die entsprechenden Flächengeschwindigkeiten sind $O A_0 A_1 / \tau = H_0$, $O A_1 A_2 / \tau = H_1$, ...

Es ist $\triangle O F_0 A_1 = O A_1 B_1 = O A_1 A_2$, da $A_1 B_1 = F_0 A_1$ und $B_1 A_2 \parallel A_1 C_1$, ferner $\triangle A_0 F_0 A_1 = A_0 A_1 C_0$. Bedeutet \odot Sektor und \oslash Segment,

so ist $\triangle O F_0 A_1 = \odot O A_0 A_1 - \oslash A_0 A_1 + \triangle A_0 A_1 C_0 = \odot O A_1 A_2 - \oslash A_1 A_2 = \triangle O A_1 A_2$ (1)
ebenso ergibt sich $\odot O A_1 A_2 - \oslash A_1 A_2 + \triangle A_1 A_2 C_1 = \odot O A_2 A_3 - \oslash A_2 A_3$,

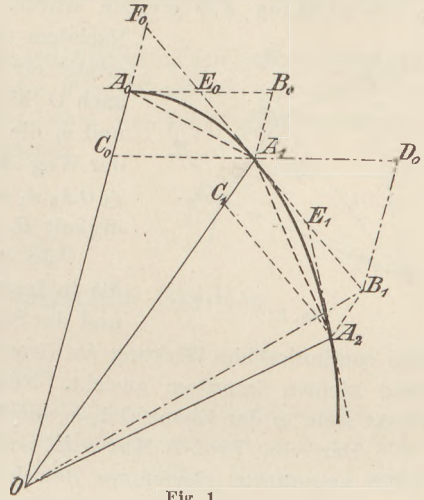


Fig. 1.

endlich $\odot O A_{n-2} A_{n-1} - \oslash A_{n-2} A_{n-1} + \triangle A_{n-2} A_{n-1} C_{n-2} = \odot O A_{n-1} A_n - \oslash A_{n-1} A_n$

Die Addition ergibt: $\odot O A_0 A_1 - \oslash A_0 A_1 + \triangle A_0 A_1 C_0 + \triangle A_1 A_2 C_1 + \dots$
 $+ \triangle A_{n-2} A_{n-1} C_{n-2} = \odot O A_{n-1} A_n - \oslash A_{n-1} A_n$. (2)

Ist p^* die größte Beschleunigung und v^* die grösste Geschwindigkeit zwischen A_0 und A_n , so ist keines der Dreiecke $> \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} p^* \tau^2 \cdot v^* \tau = \frac{1}{4} p^* v^* \tau^3$, die Summe der Dreiecke also absolut genommen $< \frac{1}{4} (n-1) p^* v^* \tau^3$; die beiden Segmente je kleiner als die entsprechenden Dreiecke ($\oslash A_0 A_1 = \frac{1}{3} A_0 A_1 C_0$, $\oslash A_{n-1} A_n = \frac{1}{3} A_{n-1} A_n C_{n-1}$), folglich

$$\odot O A_{n-1} A_n - \odot O A_0 A_1 = H_{n-1} \tau - H_0 \tau \text{ absolut genommen}$$

$$< \frac{1}{4} (n-1) p^* v^* \tau^3 - \frac{1}{12} p_0 v_0 \tau^3 \sin O A_0 B_0 + \frac{1}{12} p_{n-1} v_{n-1} \tau^3 \sin O A_{n-1} B_{n-1} \text{ oder}$$

$$H_{n-1} - H_0 \text{ abs. } < \frac{1}{4} p^* v^* n \tau^2 = \frac{1}{4} p^* v^* t^2/n,$$

wenn $t = n \tau$ die Bewegungsdauer von A_0 bis A_n bedeutet.

Nimmt man n unendlich groß an, also τ verschwindend klein und $H_{n-1} = H_{t-\tau} = H_t$, so wird, vorausgesetzt, dass p^* , v^* und t endlich sind, $H_t - H_0 = 0$ oder $H_t = H_0$, d. h. die Flächengeschwindigkeit constant.

Im Anschluss an Gleichung (1) könnte der Beweis auch, wie folgt, geführt werden:

$$\text{Es ist } \odot O A_1 A_2 = \odot O A_0 A_1 - \oslash A_0 A_1 + \triangle A_0 A_1 C_0 + \oslash A_1 A_2 \text{ oder}$$

$$H_1 \tau = H_0 \tau - \frac{1}{12} p_0 v_0 \tau^3 \sin O A_0 B_0 + \frac{1}{4} p_0 v_0 \tau^3 \sin O A_0 B_0 + \frac{1}{12} p_1 v_1 \tau^3 \sin O A_1 B_1,$$

$$\text{also } H_1 = H_0 + (\frac{1}{6} p_0 v_0 \sin O A_0 B_0 + \frac{1}{12} p_1 v_1 \sin O A_1 B_1) \tau.$$

Sind p^* und v^* die größten Werte von p und v in dem Zeitraum $t = n \tau$, so ergibt sich, dass die Flächengeschwindigkeit H sich in dem Zeitintervall τ um weniger als $\frac{1}{4} p^* v^* \tau^2$ ändert, also in der Zeit t um weniger als $\frac{1}{4} n p^* v^* \tau^2 = \frac{1}{4} p^* v^* t^2/n$. Wird n unendlich groß, also τ verschwindend klein, so verschwindet auch der Unterschied von H_t und H_0 , vorausgesetzt, dass p^* , v^* und t endlich groß sind.

Die hier gegebenen Beweise dürften für die zweite Stufe des Physikunterrichts an Gymnasien nicht zu schwierig sein (wenn nötig, können für die Parabelsegmente die entsprechenden grösseren Dreiecke $A_0 E_0 A_1$ u. $A_{n-1} E_{n-1} A_n$ eingesetzt werden).

Auf einen anderen befriedigenden elementaren Beweis wurde ich von dem Herausgeber d. Ztschr. hingewiesen; derselbe findet sich in Newtons mathematischen Prinzipien (1686. Deutsche Ausgabe von Wolfers 1872. S. 55). Newton nimmt an, die Centripetalkraft wirke nicht kontinuierlich, sondern äussere sich in einzelnen Impulsen (Momentankräften) mit

dem kleinen Zeitintervall τ . Der bewegte Punkt treffe in A_0 (Fig. 2) mit der Geschwindigkeit $v_0 = A_0 B_0 / \tau$ ein; dort erfährt er einen Impuls, der für sich ihm eine Geschwindigkeit $u_0 = A_0 C_0 / \tau$ in der Richtung $A_0 O$ erteilen würde. u_0 und v_0 setzen sich zur Resultante w_0 zusammen.

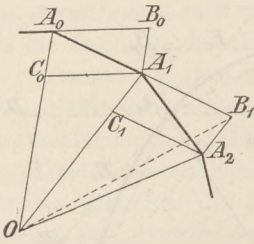


Fig. 2.

Nachdem in der Zeit τ der Weg $A_0 A_1 = w_0 \tau$ zurückgelegt ist, erfolgt ein Impuls, der für sich die Geschwindigkeit $u_1 = A_1 C_1 / \tau$ nach O hin erteilen würde, und es entsteht aus $w_0 = A_1 B_1 / \tau$ und u_1 die Resultante w_1 ; in dem folgenden Zeitintervall τ wird der Weg $A_1 A_2 = w_1 \tau$ zurückgelegt. Hier ergibt sich unmittelbar $\triangle O A_0 A_1 = O A_1 B_1 = O A_1 A_2$ u. s. w., also die Flächengeschwindigkeit $H_0 = H_1 = \dots$, d. h. constant.

Je kleiner das Intervall τ ist, um so mehr nähert sich die in Impulsen wirkende Centripetalkraft einer kontinuierlichen und der Satz kann auch für diese als bewiesen gelten, wenn man eine kontinuierliche Wirkung als Grenzfall von unmittelbar aufeinanderfolgenden verschwindend kleinen Impulsen ansieht. Newton unterläßt nicht festzustellen, daß der bewegte Punkt stets in der Ebene $O A_0 B_0$ bleibt.

Der von Prof. E. Mach in seiner „Mechanik in ihrer Entwicklung“, Leipzig 1889, S. 175 angeführte elementare Beweis des Flächensatzes schließt sich dem Newtonschen enger an als der übliche; er findet sich auch in der österreichischen Ausgabe von Machs Grundrifs der Physik für obere Klassen (die von Harbordt und Fischer bearbeitete Ausgabe dagegen enthält den üblichen Beweis). Aber auch der Machsche Beweis ist nicht stichhaltig¹⁾; er lautet:

„Durchstreicht in einem Zeitelement (τ) der Radius vektor den Flächenraum ABS (Fig. 3), so würde ohne Beschleunigung im nächsten gleichgrossen Zeitelement BCS durchstrichen,

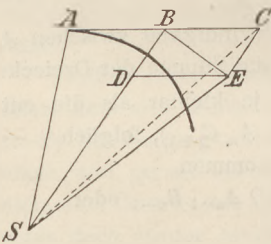


Fig. 3.

wobei $BC = AB$ wäre und in der Verlängerung von AB liegen würde. Hat aber in dem ersten Zeitelement die Centralbeschleunigung eine Geschwindigkeit hervorgebracht, vermöge welcher in derselben Zeit BD zurückgelegt würde, so ist der nächste durchstrichene Flächenraum nicht BCS , sondern BES , wobei CE parallel und gleich BD ist. Man sieht aber, dass $BES = BCS = ABS$.“

Diese Dreiecke sind aber nicht die von dem Radius vektor in den aufeinanderfolgenden Zeitelementen τ beschriebenen Sektoren. Der Punkt B wird von dem bewegten Punkt nicht erreicht, da die Ablenkung von der Richtung AB schon bei A beginnt. Denn die Worte „hat aber im ersten Zeitelement die Centralbeschleunigung eine Geschwindigkeit hervorgebracht u. s. w.“ lassen wohl keine andere Deutung zu als, daß der bewegte Punkt während des ganzen ersten Zeitelements eine (kontinuierliche) Centripetalbeschleunigung erfahren hat, welche beständig die Geschwindigkeit modifiziert, also während des Zeitelements eine krummlinige Bahn erzeugt (Fig. 3). Aus den Worten Machs geht (im Widerspruch mit seiner Figur) nicht hervor, daß die der Beschleunigung entsprechende Geschwindigkeitskomponente erst am Ende des ersten Zeitelements plötzlich zur Wirkung gelangt, was auch der Wirklichkeit nicht entspricht. Viel weniger stellt $\triangle SBE$ den in dem folgenden Zeitelement erzeugten Sektor dar. Wenn auch BE/τ die Geschwindigkeit am Ende des ersten Zeitelements richtig darstellt, so ist doch SB von dem Radius vektor verschieden. Wohl

¹⁾ Der Herausgeber der Ztschr. stimmt den obigen Einwendungen gegen den Machschen Beweis nicht bei und hat auch dem Herrn Verfasser seine Gegengründe mitgeteilt; da dieser indessen sich davon nicht hat überzeugen lassen, so hat der Herausgeber geglaubt, die obigen Einwendungen aufnehmen zu sollen, um eine öffentliche Klarlegung der Sache, die ja von allgemeinem Interesse sein dürfte, herbeizuführen. Nach seiner Ansicht unterscheidet sich Machs Beweis von dem Newtonschen nur dadurch, daß dieser von der dynamischen Einkleidung befreit und auf seinen phoronomischen Kern zurückgeführt ist.

läßt sich nachweisen, daß für ein verschwindend kleines τ $\triangle SAB$ und $\triangle SBE$ sich unendlich wenig von den beschriebenen Sektoren unterscheiden; es muß aber die Größenordnung der unendlich kleinen Flächenstücke untersucht werden, ehe man auf die Unveränderlichkeit der Flächengeschwindigkeit schließen kann.

Künftighin werden die Elementarbücher, sofern sie sich überhaupt auf Beweisführungen einlassen, entweder den Newton'schen Beweis vollständig bringen müssen oder einen von der Art des oben mitgeteilten, der sich unschwer an die Lehre von der Wurfbewegung anschließen läßt und vielleicht noch Vereinfachungen gestattet.

Das Klima von Berlin im Vergleich mit anderen europäischen Städten.

Von

Dr. G. Schwalbe in Potsdam.

Die nachfolgenden Angaben über die Temperaturverhältnisse von Berlin, welche eine wesentliche Ergänzung der in dieser Zeitschrift früher mitgeteilten meteorologischen Daten bilden, sind der Veröffentlichung von Hellmann: „Das Klima von Berlin“ (Berlin und seine Bauten Bd. I, Seite IV bis XIII 1896) entnommen. Hierbei hat sich der Verfasser für den vorliegenden Zweck folgende Zusätze bzw. Abänderungen erlaubt: Zu der von Hellmann gegebenen Übersicht über die mittlere Temperatur der Hauptstädte Europas sind noch die Daten für einige andere deutsche Städte gegeben, welche den Vorteil bietet, daß die Daten unmittelbar vergleichbar sind, da die letzteren alle auf die Periode 1851/90 reduziert worden sind¹⁾. Da für vergleichend-klimatologische Zwecke nur möglichst unbeeinflusste Temperaturen maßgebend sind, so sind außerdem die Angaben von Berlin durch Bildung der Differenzen auf die Außenstation (außerhalb der Stadt gelegene Station) reduziert worden. Dabei ist aber (nach Hellmann: Jahresbericht des berliner Zweigvereines der deutschen meteorologischen Gesellschaft 1894) auf den Aufstellungsunterschied der Thermometer an beiden Stationen Rücksicht genommen worden, sodafs die Zahlen recht gut mit denen anderer Orte vergleichbar sein dürften. Ebenso sind bei der Angabe der absoluten Extreme 1. die Jahre nach 1890, 2. die Außenstation berücksichtigt worden. Dies die wichtigsten Abweichungen gegen das benutzte Original. Die Angaben über die Schneedecke sind den von Hellmann in den Abhandlungen des Kgl. preussischen meteorologischen Institutes Band I mitgeteilten Zahlen entnommen. Wir gehen nunmehr sogleich zu den Zahlen über.

Tabelle I.

Mittlere Temperatur der Hauptstädte Europas, sowie einiger deutscher Städte.

(Die mit * versehenen Orte sind reduziert auf die Periode 1851–90.)

| Orte | Januar °C. | Juli °C. | Jahr °C. |
|------------------------|---------------|-------------|-------------|
| St. Petersburg | – 9,4 | 17,7 | 3,6 |
| Stockholm | – 3,7 | 16,4 | 5,2 |
| Christiania | – 5,1 | 16,5 | 5,2 |
| Kopenhagen | – 0,4 | 16,6 | 7,4 |
| München | – 3,0 | 17,3 | 7,5 |
| Breslau* | – 2,2 | 18,2 | 8,0 |
| Bern | – 1,8 | 18,2 | 8,1 |
| Berlin (Außenstation)* | – 0,4 | 18,2 | 8,5 |
| Dresden | – 0,3 | 18,5 | 9,2 |
| Wien | – 1,7 | 20,5 | 9,7 |
| Swinemünde* | – 0,4 | 17,6 | 7,9 |

¹⁾ Die Reduktionen sind vom Verfasser selbst bei Gelegenheit einer früheren Arbeit vorgenommen worden.

| Orte | Januar °C. | Juli °C. | Jahr °C. |
|----------------|---------------|-------------|-------------|
| Memel* | — 2,7 | 17,7 | 6,9 |
| Hamburg* | 0,3 | 17,2 | 8,3 |
| Wilhelmshaven* | 1,2 | 16,8 | 8,6 |
| Stuttgart | 0,4 | 18,8 | 9,7 |
| Brüssel | 2,0 | 18,0 | 9,9 |
| London | 3,5 | 17,9 | 10,3 |
| Paris | 2,0 | 18,3 | 10,3 |
| Karlsruhe | 0,1 | 19,5 | 10,3 |
| Budapest | — 1,4 | 22,3 | 10,7 |
| Madrid | 4,9 | 24,5 | 13,5 |
| Rom | 6,7 | 24,8 | 15,3 |
| Lissabon | 10,3 | 21,7 | 15,6 |
| Konstantinopel | 5,8 | 23,5 | 16,3 |
| Athen | 8,1 | 26,9 | 18,5 |

Die Reduktionen auf die Periode 1851/90 sind mittels folgender Vergleichsstationen vorgenommen worden: Berlin mittels der langjährigen Reihe der Station im Innern der Stadt, Swinemünde mittels Stettin, Memel mittels Königsberg, Hamburg mittels Lüneburg und Bremen, Wilhelmshaven mittels Bremen, während für Breslau die Werte unmittelbar genommen werden konnten. Aus der Zusammenstellung geht hervor, daß das Klima von Berlin der Lage des Ortes entsprechend einen vermittelnden Übergang bildet von dem milden oceanischen Klima Nordwestdeutschlands zu dem rauhen continentalen Klima Ostdeutschlands. Berlin ist im Winter kälter, im Sommer wärmer als die westdeutschen Stationen (Hamburg, Wilhelmshaven), dagegen besonders im Winter wärmer als die ostdeutschen (Memel, Breslau). Eine ähnliche mittlere Stellung nimmt Berlin auch unter den Hauptstädten Europas ein.

Ein gutes Bild von dem Gange der Temperatur im Laufe eines Jahres giebt die folgende Tabelle (nach Hellmann):

Tabelle II.

Normale Temperaturmittel für Berlin (innere Stadt).

| | Dez. | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. |
|----|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 1 | 1,5 | — 0,6 | 0,4 | 1,5 | 7,0 | 9,8 | 15,5 | 17,8 | 18,7 | 16,2 | 12,8 | 6,4 |
| 2 | 1,0 | — 0,8 | 0,3 | 1,7 | 6,8 | 10,0 | 16,7 | 18,0 | 18,7 | 16,7 | 12,3 | 6,0 |
| 3 | 0,6 | — 0,6 | 0,6 | 1,9 | 7,4 | 10,3 | 18,1 | 18,4 | 18,5 | 16,5 | 11,7 | 5,8 |
| 4 | 0,5 | — 0,5 | 0,8 | 2,2 | 7,7 | 10,7 | 17,8 | 18,3 | 18,7 | 16,6 | 11,4 | 5,8 |
| 5 | 1,2 | — 0,7 | 1,2 | 2,4 | 7,5 | 10,4 | 17,6 | 18,0 | 18,7 | 16,4 | 11,6 | 6,1 |
| 6 | 1,9 | — 0,6 | 1,4 | 2,2 | 7,8 | 10,7 | 18,4 | 18,0 | 18,9 | 16,6 | 11,1 | 5,8 |
| 7 | 2,0 | — 0,7 | 0,9 | 3,0 | 8,0 | 11,4 | 18,0 | 18,2 | 18,7 | 16,0 | 11,1 | 5,9 |
| 8 | 1,8 | — 0,6 | 0,5 | 3,4 | 7,7 | 11,7 | 17,5 | 18,5 | 18,9 | 15,8 | 11,3 | 6,1 |
| 9 | 1,1 | — 0,7 | 0,2 | 3,0 | 7,6 | 12,2 | 17,5 | 18,9 | 18,7 | 15,7 | 10,7 | 5,2 |
| 10 | 0,7 | — 0,7 | — 0,3 | 3,0 | 7,5 | 12,2 | 17,4 | 18,4 | 18,3 | 16,0 | 10,2 | 4,3 |
| 11 | 1,0 | — 0,6 | 0,1 | 2,7 | 7,5 | 12,2 | 16,7 | 18,5 | 18,4 | 15,5 | 10,0 | 4,1 |
| 12 | 0,9 | — 1,0 | — 0,2 | 2,5 | 7,7 | 12,7 | 17,1 | 18,8 | 18,4 | 14,9 | 10,3 | 3,5 |
| 13 | 1,2 | — 1,8 | — 0,5 | 2,1 | 7,6 | 13,2 | 17,1 | 19,1 | 19,1 | 14,8 | 9,8 | 3,3 |
| 14 | 1,3 | — 1,3 | — 0,1 | 2,1 | 8,1 | 13,1 | 16,9 | 19,6 | 19,0 | 14,7 | 9,8 | 3,6 |
| 15 | 1,6 | — 1,3 | 1,1 | 2,2 | 7,8 | 13,2 | 16,8 | 19,9 | 19,0 | 14,4 | 9,8 | 3,5 |
| 16 | 1,9 | — 0,6 | 1,7 | 2,5 | 7,8 | 13,5 | 16,9 | 19,2 | 18,6 | 14,1 | 9,4 | 3,5 |
| 17 | 1,7 | — 1,0 | 1,5 | 3,1 | 8,5 | 13,9 | 17,1 | 19,0 | 17,9 | 14,6 | 9,6 | 3,1 |
| 18 | 1,1 | — 0,8 | 0,9 | 3,2 | 8,9 | 14,7 | 16,8 | 19,1 | 17,4 | 14,4 | 9,3 | 2,7 |
| 19 | 0,6 | — 0,1 | 1,2 | 3,1 | 8,8 | 14,3 | 17,0 | 19,3 | 17,8 | 13,9 | 9,1 | 2,5 |
| 20 | 0,1 | — 0,5 | 1,0 | 3,0 | 9,6 | 13,9 | 17,2 | 19,1 | 18,2 | 13,8 | 9,0 | 2,5 |
| 21 | — 0,4 | 0,0 | 1,1 | 3,4 | 10,1 | 14,5 | 17,7 | 18,6 | 18,1 | 13,4 | 8,2 | 1,9 |
| 22 | — 0,2 | — 0,2 | 1,1 | 2,9 | 9,5 | 14,7 | 18,2 | 19,4 | 18,1 | 12,9 | 8,3 | 2,1 |
| 23 | — 0,1 | 0,3 | 1,2 | 3,1 | 9,5 | 14,7 | 18,0 | 20,0 | 17,7 | 13,1 | 8,3 | 3,1 |
| 24 | 0,3 | 0,5 | 1,5 | 3,9 | 9,5 | 15,2 | 17,6 | 19,6 | 17,1 | 13,0 | 8,0 | 3,3 |

| | Dez. | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. |
|----|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 25 | 0,1 | 0,6 | 2,0 | 4,5 | 10,1 | 15,1 | 17,8 | 19,7 | 17,3 | 13,0 | 7,8 | 3,0 |
| 26 | 0,2 | 0,3 | 2,0 | 4,5 | 9,8 | 15,0 | 18,0 | 19,4 | 17,5 | 12,9 | 7,7 | 2,4 |
| 27 | -0,2 | -0,1 | 2,2 | 5,0 | 9,4 | 15,8 | 18,0 | 18,9 | 17,3 | 13,3 | 7,3 | 3,1 |
| 28 | -0,1 | 0,2 | 1,6 | 5,3 | 9,7 | 15,9 | 17,9 | 18,8 | 17,3 | 13,5 | 7,2 | 2,9 |
| 29 | -0,2 | 0,8 | | 6,2 | 9,3 | 15,8 | 18,1 | 18,7 | 17,0 | 13,8 | 6,8 | 2,6 |
| 30 | -0,2 | 0,8 | | 6,5 | 9,3 | 15,9 | 17,9 | 19,0 | 16,7 | 13,2 | 6,7 | 2,3 |
| 31 | -0,4 | 0,5 | | 6,8 | | 15,8 | | 19,4 | 16,4 | | 6,6 | |

Die Zeit des eigentlichen Winters, d. h. die Zeit, in welcher der Mittelwert constant unter 0° liegt, dauert etwa vom 21. Dezember bis 21. Januar, also fast genau einen Monat, die Periode höchster Temperatur (Mittelwert constant über 19°) dauert vom 13.—31. Juli und fällt also keineswegs, wie man wohl oft anzunehmen geneigt ist, in die zweite Hälfte des August. Die mittleren Jahresextreme der Temperatur zu Berlin sind -15,4° und 33,0° (Breslau mittleres Minimum -18,4, Hamburg -12,3). Die absoluten je an Extremthermometern beobachteten Extreme der Temperatur sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Tabelle III.

Absolute Extreme der Temperatur zu Berlin.

| | Absolutes Maximum | Absolutes Minimum |
|-----------|-------------------|-------------------|
| Januar | 13,8 | -31,0 |
| Februar | 14,8 | -24,9 |
| März | 22,5 | -19,0 |
| April | 27,4 | -6,8 |
| Mai | 35,5 | -4,0 |
| Juni | 34,8 | 3,8 |
| Juli | 37,0 | 6,4 |
| August | 36,1 | 3,5 |
| September | 33,0 | -1,5 |
| Oktober | 26,2 | -5,4 |
| November | 17,5 | -14,4 |
| Dezember | 16,1 | -19,6 |
| Jahr | 37,0 | -31,0 |

Nur in den 3 Monaten Juni, Juli und August ging die Lufttemperatur niemals unter 0° herab; Bodenfrost und Reif kann aber nach Hellmann auch noch im Juni vorkommen. Zum ersten Male sind ferner von Hellmann für Berlin Mittelwerte für die Höhe der Schneedecke veröffentlicht worden; die mittlere Zahl der Tage mit Schneedecke (18 jähriges Mittel) beträgt nach Hellmann:

| Nov. | Dez. | Jan. | Febr. | März | April | Jahr |
|------|------|------|-------|------|-------|------|
| 2,4 | 7,7 | 17,0 | 13,1 | 8,3 | 0,5 | 49,0 |

Der Januar dokumentiert sich also auch hier als der eigentliche Wintermonat, während von den Februartagen noch rund 50 Proc. Schneedecke haben. Das verhältnismässig langsame Abschmelzen des Schnees im Frühjahr ist daraus ersichtlich, dass der März trotz der bedeutend höheren Luftwärme noch eine grössere Anzahl von Tagen mit Schneedecke hat, als der Dezember.

Diese Zahlen mögen als Ergänzung zu den früher gegebenen dienen. Sie sind gerade wegen des Vergleiches mit anderen Orten geeignet, uns ein gutes Bild von den klimatischen Verhältnissen Berlins zu geben.

Physikalische Aufgaben.

Zur Wärmelehre.

1. Ein 8,9 g schweres Kupferstück erlitt bei +4° im Wasser einen Gewichtsverlust von 1 g, und besass also das spezifische Gewicht 8,9. Wie würde dieses Gewicht bei 20° verändert erscheinen?

Auflösung: Bei dem Ausdehnungscoefficienten 0,000051 wäre das Volumen von 1 cm³ Kupfer auf 1,0008 cm³ vergrössert. Das Wasservolumen ist von 1 auf 1,0017 angewachsen,

also wiegt 1 cm³ Wasser bei + 26° nur 0,998 g und 1,0008 cm wiegen 0,999 g. Das spezifische Gewicht des Kupfers würde also nach dem veränderten Gewichtsverlust 8,91 betragen.

2. Die höchste Temperatur zu berechnen, welche durch Verbrennen von Kohlenoxyd in reinem Sauerstoff möglich erscheint. (Verbrennungswärme von 1 Gewichtsteil CO = 2430.)

Auflösung: 1 Gewichtsteil Kohlenoxyd verbrennt zu 1 $\frac{1}{7}$ G. Kohlendioxyd und dabei werden 2430 W.-E. erzeugt. 1 $\frac{1}{7}$ G. Kohlendioxyd besitzen die Wärmecapacität $0,22 \times 1\frac{1}{7} = 0,345$, also würde eine Temperaturerhöhung von $\frac{2430}{0,345} = 7044^\circ$ entstehen, wenn sie nicht durch Dissociation auf mehr als die Hälfte verringert würde. (Bunsen 3033°.)

3. Welche Temperatur entstände unter gleichen Umständen durch Verbrennung des Kohlenoxyds mit der dazu eben ausreichenden Menge von atmosphärischer Luft?

Auflösung: Die $\frac{4}{7}$ G. Sauerstoff sind in der Luft $\frac{41}{23}$ G. Stickstoff beigemischt, also wären auch diese mit zu erwärmen. Ihre Wärmecapacität beträgt 0,46, also würde die Gesamtmenge der zu erwärmenden Gase für jede Temperaturerhöhung um 1° eine Wärmemenge von $0,35 + 0,46 = 0,81$ W.-E. erfordern. Daraus ergibt sich unter der Voraussetzung, dass keine Dissociation erfolgt, eine Temperatur von $\frac{2430}{0,81} = 3000^\circ$.

4. Welche Arbeit leistet das Wasser von 0°, welches unter einem Gegendruck von 4 Atmosphären bei 144° einen Raum von einem Kubikmeter ausgefüllt hat, und wieviel Procent der von 0° bis 144° zugeführten Wärme (650,4 W.-E.) sind dabei in Arbeit umgesetzt?

Auflösung: Das spezifische Gewicht des gesättigten Wasserdampfes ist 0,0021 bei 144°, also enthält 1 m³ desselben 2,1 kg Wasser. Da dieses von 0° bis 144° erwärmt auf die Gewichtseinheit nach Regnault im ganzen 650,4 W.-E. aufnimmt, so waren dazu für 2,1 kg Wasser 1366 W.-E. erforderlich. Die 2,1 kg Wasser haben sich infolge der Dampfbildung um 0,998 Kubikmeter ausgedehnt und gegenüber einem Druck von 4 Atmosphären eine Arbeit von $4 \cdot 10328 \cdot 0,998 = 41228$ mkg geleistet. Diese Arbeit ist $\frac{41228}{429} = 94,4$ W.-E. gleichwertig. Also sind von den zur Erwärmung des Wassers aufgewandten 1366 W.-E. 6,9 Procent wirksam geworden.

5. Welche Arbeit könnte der in der vorhergehenden Aufgabe genannte Dampf noch weiter leisten, wenn er sich ohne Abgabe oder Aufnahme von Wärme bis auf den Druck von einer Atmosphäre ausdehnte, und wieviel Procent der zugeführten Wärme wären dann im ganzen nutzbar gemacht?

Auflösung: Der Dampf würde bei der weiteren Ausdehnung auf 4 m³ unter dem Gegendruck einer Atmosphäre eine neue Arbeit von 30984 mkg leisten. Dieselbe entspricht 72,2 W.-E., und damit wären im ganzen 12,2 % der aufgenommenen 1366 W.-E. in Arbeit übergeführt.

W. Müller-Erbach, Bremen.

Zu den Aufgaben von Müller-Erbach (d. Ztschr. VII 288) über rollende Kugeln (No. 1 u. 3) bemerkt Herr KUHFAHL in Landsberg a. W., dass die dort beigefügten Lösungen unrichtig sind und dass die Aufgaben sich auch nicht für den fraglichen Zweck eignen, da sie die Kenntnis des Trägheitsmomentes der Kugel erfordern. Es sei nicht beachtet worden, dass $\frac{2}{7}$ der gesamten lebendigen Kraft auf die Drehung der Kugel kommt.

In der That ist bei jenen Aufgaben stillschweigend von dem erwähnten Umstand abgesehen worden. Auch ist einleitend (VII 245) hervorgehoben, dass bei den betr. Aufgaben nur die Veränderung der Fallbeschleunigung durch den Widerstand der schiefen Ebene in Betracht gezogen werden solle. Dies erscheint für die Unterstufe ebenso berechtigt, wie wenn bei Aufgaben über die schiefe Ebene von der Reibung, oder bei Fall und Wurf vom Luftwiderstand abgesehen wird. Allerdings muß dem Herrn Einsender zugegeben werden, dass es sich beim Rollen um einen integrierenden Bestandteil der Bewegung handelt, während Reibung und Luftwiderstand nur als zufällige Momente zu dem Bewegungsvorgang hinzutreten und überdies auf ein äußerst geringes Maß reduzierbar sind. Wir lassen zur Vollständigkeit noch die von Herrn KUHFAHL mitgeteilte genauere Lösung hier folgen:

Es sei für die erste Aufgabe v die Geschwindigkeit des Mittelpunkts der Kugel, w die Winkelgeschwindigkeit für die horizontale Achse durch den Schwerpunkt, r der Radius, m die Masse, T das Trägheitsmoment, ferner s der Weg, α der Neigungswinkel, t die Zeit, so ist

$$\frac{m}{2} \cdot v^2 + \frac{T}{2} \cdot w^2 = m \cdot g \cdot s \cdot \sin \alpha,$$

und da
so folgt
und

$$T = \frac{2}{5} \cdot m r^2, \quad r \cdot w = v,$$

$$\frac{7}{10} v^2 = g \cdot s \cdot \sin \alpha,$$

$$s = v/2 \cdot t,$$

daher

$$\sin \alpha = \frac{2,8 \cdot s}{g \cdot t^2} = \sin 10^\circ 16', 6,$$

und die Beschleunigung

$$v/t = 2s/t^2 = \frac{5}{4}.$$

Die Resultate der zweiten Aufgabe werden bei Anwendung des corrigierten Winkels dieselben wie die angegebenen; für die dritte Aufgabe ist

$$\sin \alpha = \frac{2,8 s}{g \cdot t^2} = \sin 6^\circ 33', 4.$$

Wollte man das Rollen als gleichförmig beschleunigte Bewegung behandeln, so könnte man die Formeln für das Gleiten auf der schiefen Ebene benutzen, wenn man dabei statt g den (durch Versuche bestimmaren) Wert $\frac{5}{7}g = 701$ cm einsetzte.

Kleine Mitteilungen.

Leuchterscheinungen bei Wechselströmen geringer Frequenz.

Von **Schreiber** in Neuwied.

Bekanntlich beruhen die Teslaversuche auf der Erzeugung von Strömen sehr hoher Spannung und außerordentlich großer Frequenz der Wechsel. Die Herstellung solcher Ströme macht die Anwendung besonderer Apparate notwendig, welche bis jetzt wohl noch in den meisten physikalischen Sammlungen fehlen dürften.

Nun lassen sich aber auch mit den hochgespannten, langsam wechselnden Strömen eines Funkeninduktors bei geeigneter Anordnung die meisten Teslaschen Lichteffekte, besonders die Erscheinungen bei luftverdünnten Röhren, mit einer gewissen Annäherung erzielen.

Vergrößert man nämlich die Capacität der beiden Pole eines Funkeninduktors, indem man sie je mit einem auf seinem Stativ gut isolierten Messingringe verbindet, so bildet der Raum zwischen diesen Ringen, die in einer Entfernung bis zu einigen Metern von einander aufgestellt sein können, ein elektrisches Feld, in welchem Geisslersche Röhren und gewöhnliche Glühlampen ebenso hell aufleuchten, als wenn sie direkt mit den Polen in Verbindung gesetzt wären. Auch außerhalb des durch die beiden Ringe bestimmten cylindrischen Raumes findet das Leuchten noch bis zu einer gewissen Entfernung statt; dabei leuchten die auf dem Experimentiertisch liegenden Röhren jedesmal intensiver auf, wenn sie mit der Hand berührt werden. Wurden die beiden Ringe in eine geringe gegenseitige Entfernung (ca. 20 cm) gebracht, so strahlte zwischen ihnen ein Lichtmantel über, der sich aus zahlreichen feinen Lichtlinien zusammensetzte und eine von der gewöhnlichen Büschelentladung verschiedene Erscheinung darbot.

Die Versuche lassen sich auch so ausführen, daß man nur einen Pol des Induktors mit einem Metallringe (Ringe sind Platten vorzuziehen) verbindet und den anderen Poldraht zur Wasser- oder Gasleitung führt. Die Wirkungen stehen gegen die vorigen nicht zurück. Bemerkt sei endlich noch, daß Platten von Hartgummi, Glas, Holz, Stein, zwischen den ausstrahlenden Ring und die leuchtende Röhre gebracht, die Erscheinungen in keiner Weise beeinträchtigen, daß dagegen eine Metallplatte, ebenso ein Drahtnetz — vorausgesetzt, daß sie groß genug sind, um die Röhren gegen seitliche Strahlen zu schützen — die Erscheinungen völlig auslöschen.

Für die Praxis.

Die Schwingungsform gestrichener Saiten lässt sich noch bequemer als nach dem von Herrn Fernbach (d. Ztschr. IX 238) angegebenen Verfahren sichtbar machen, wenn man statt des Kammes einen drehbaren Spiegel benutzt. Ich beklebe die Mitte der Saite eines Monochords mit einem schmalen Stanniolstreifen und concentriere auf diese Stelle Licht mit einer Linse. Beim Anstreichen tritt dann in dem neben dem Monochord stehenden rotirenden Spiegel für den etwas höher stehenden Beobachter die Schwingungsform sehr scharf hervor. Dabei kann die Tonhöhe ganz beliebig sein und der Spiegel braucht nur langsam gedreht zu werden. Ganz besonders charakteristisch ist die Wellenform, die man für die unreinen Töne beim schrägen Anstreichen erhält. *A. Kulfahl, Landsberg a. W.*

Versuche mit evakuierten Glasgefäßen. Von A. Kadesch in Wiesbaden. Viele der Versuche von Tesla und Thomson für hochgespannten Wechselstrom lassen sich schon lediglich mit einem Funkeninduktor von mäßiger Schlagweite, wenn auch mit geringerem Glanze, anstellen. So leuchtet ein evakuierter Glaskörper in der Nähe eines Induktorpoles auf. Das Aufleuchten eines solchen Glaskörpers wird verstärkt, wenn man ihn nicht dem Pol selbst, sondern einem mit diesem leitend verbundenen kugel-, cylinder- oder auch plattenförmigen, auf einem isolierenden Fusse stehenden Conductor nähert (Vergrößerung der Capacität). Eine hübsche Abänderung bzw. Erweiterung dieses Versuches, die natürlich auch für den entsprechenden Versuch mit Teslaström getroffen werden kann, besteht darin, daß man eine Reihe von isolierten Conductoren in geringen Entfernungen von einander aufstellt und den ersten mit dem einen Pol des Induktors in leitende Verbindung setzt. Dann leuchtet ein evakuierter Glaskörper, dessen verdünnter Gasinhalt selbst als ein derartiger Conductor betrachtet werden kann, in der Nähe jedes der Conductoren auf, eine Erscheinung, welche nicht beeinträchtigt wird, wenn zwischen zwei der Conductoren eine Glas- oder Ebonitplatte gehalten wird (Durchgang elektrischer Wellen durch ein Dielektrikum); wenn man dagegen einen der Conductoren ableitend berührt, so verlieren dieser und alle folgenden ihre Wirkung. Man kann auch statt eines evakuierten Glasgefäßes ein Telephon verwenden, dessen eine Klemme man durch einen Draht mit einem der freien Conductoren verbindet, wodurch nur an die Stelle des Auges das Ohr als Beobachtungsorgan tritt. Legt man ferner die eine Hand auf den einen Pol des Induktors und ergreift mit der anderen einen evakuierten Glaskörper, so leuchtet dieser auf. Besonders wirkungsvoll nimmt sich hierbei wegen ihrer Länge die Röhre mit dem Ätzkali enthaltenden Ansatz aus. Allerdings geht das Aufliegen einer Hand auf einem Induktorpol nicht wie beim Teslaström ohne Empfindung ab, doch ist diese, wenigstens bei einem Induktor von der Größe des unsrigen, bei hinreichend geringer Stromstärke weder unerträglich noch auch nur unangenehm. Die Ableitung des anderen Induktorpols zur Erde erhöht bei allen beschriebenen Versuchen die Wirkung nur unwesentlich. Aus naheliegendem Grunde leuchtet bei dem letzten Versuch das Glasgefäß intensiver auf, wenn man auf einem Isolierschemel steht. Auch Versuche über Büschelentladungen lassen sich mit dem gewöhnlichen Induktionsstrom machen, wie denn schon aus den Fingerspitzen, mit welchen man über die Umhüllung der sekundären Spule eines Induktors hinstreicht, starke Lichtbüschel herausfahren.

Der Schwingungszustand der Luft in einer gedeckten Pfeife beim Erklingen des Grundtones bez. ersten Obertones lässt sich sehr bequem mittels der Rogetschen Spirale veranschaulichen. Die dem Grundton entsprechende Schwingungsweise stellt sich von selbst her. Um im zweiten Falle den Knoten am ersten Drittel der Spirale (vom Quecksilbernapfchen aus gerechnet) zu erhalten, muss man die schnellere Schwingung der Spirale künstlich einleiten, was man mit einiger Geduld leicht erreicht. Der Versuch wird sehr erschwert, wenn der Stromschluss durch Eintauchen eines in die belastende Kugel eingesetzten Kupferstäbchens erfolgt, weil sich dies bald amalgamiert; man vertauscht es besser mit einem Eisenstäbchen. — Ist die Spirale lang genug, so lässt sich wahrscheinlich auch noch der Schwingungszustand des zweiten Obertones, mit 2 Knoten, auf dieselbe Weise nachahmen.

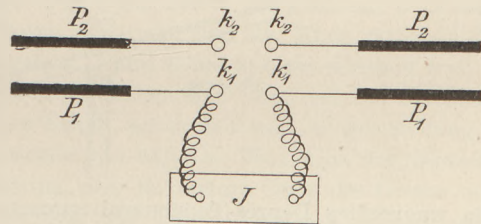
P. Meutzner, Annaberg.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Vollkommen astatisches Galvanometer von großer Empfindlichkeit. Seitdem Ayrton, Mather und Sumpner (*Phil. Mag.* (5) XXX 58, 1890) die Bedingungen für einen hohen Grad der Empfindlichkeit der Galvanometer festgestellt haben, wurden mannigfache Konstruktionen angegeben, bei denen ein möglichst kleines Trägheitsmoment und ein unveränderliches, möglichst starkes Moment der einzelnen Magnete des astatischen Systems angestrebt wurde. Weifs (*C. R. CXX 728, 1895*) und Heitchen (dieses Heft S. 116) setzten daher ihr Magnet-system aus zwei langen und zur Drehungsachse parallelen Magneten zusammen, die nahezu einen magnetischen Kreis bildeten. Wenn beide Nadeln nicht vollständig parallel sind, machen sich jedoch kleine Störungen des erdmagnetischen Feldes sofort bemerkbar. A. Broca (*C. R. CXXIII 101, 1896*) benutzt daher Nadeln, die an beiden Enden denselben und in der Mitte den entgegengesetzten Pol besitzen. Hängt man zwei Nadeln, von denen die eine in der Mitte einen Nord- und die andere einen Südpol hat, in der von Weifs und Heitchen vorgeschlagenen Art auf, so erhält man ein vollständig astatisches System, das gegen ein gleichförmig veränderliches Feld völlig unempfindlich ist. Broca versieht sein Galvanometer nur mit einer die mittleren Magnetpole umhüllenden Spule und erzielt dadurch die 2- bis 3-fache Empfindlichkeit des Galvanometers von Weifs. Durch die Anwendung von zwei oder drei Spulenpaaren wird die Empfindlichkeit nicht wesentlich gesteigert. Man könnte sie aber durch die Anwendung eines Magnetsystems mit mehr als einem Folgepol erhöhen; es ist jedoch sehr schwierig, lange und gerade Nadeln herzustellen, die bei gleichmäßiger Magnetisierung mehrere solcher Pole besitzen. (*Zeitschr. f. Instr. XVI 117, 1896*).

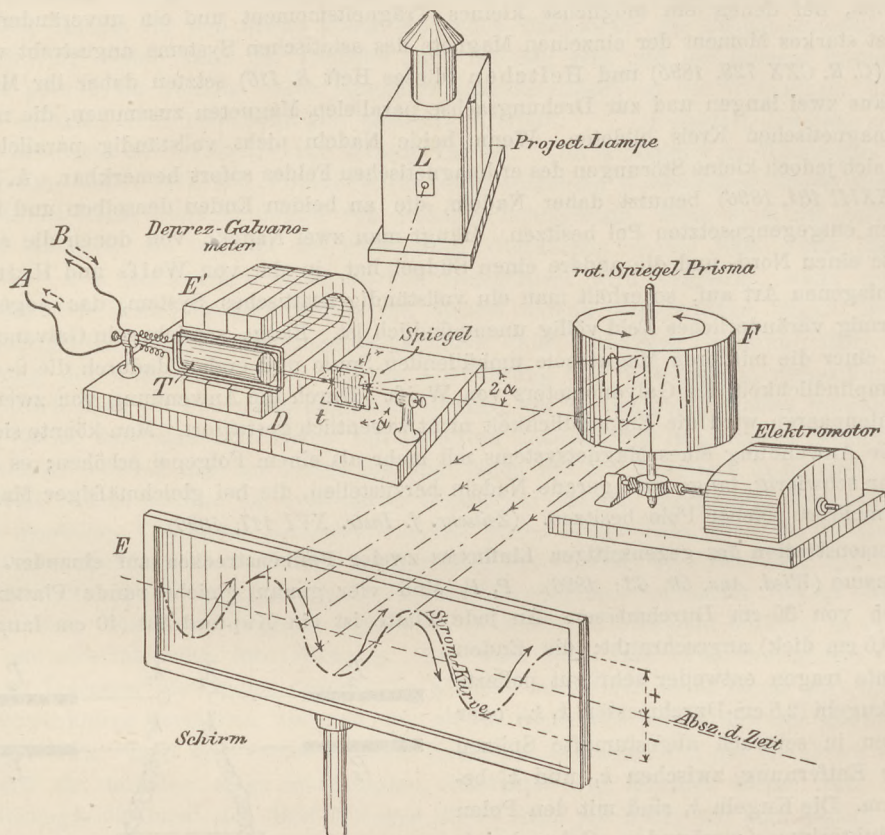
Demonstration des gegenseitigen Einflusses zweier Funkenstrecken auf einander. Von J. KLEMENCIC (*Wied. Ann. 59, 63; 1896*). $P_1 P_2$ sind vier genau gleiche runde Platten aus Zinklech von 30 cm Durchmesser. An jede Platte ist ein Kupferdraht (40 cm lang und 0,4 bis 0,5 cm dick) angeschraubt; die Enden der Drähte tragen entweder sehr gut polierte Messingkugeln (2,5 cm Durchmesser) $k_1 k_2$, oder sie laufen in schwach abgestumpfte Spitzen aus; die Entfernung zwischen k_1 und k_2 beträgt 5 cm. Die Kugeln k_1 sind mit den Polen eines Induktoriums I verbunden. Gehen bei k_1 Funken von 0,5 bis 1 cm Länge über, so bekommt man auch bei k_2 sehr lebhaft Funken von mehreren Millimetern, die weithin sichtbar sind. Stellt man nun zwischen die beiden Funkenstrecken einen Gegenstand, der die ultraviolette Strahlung absorbiert (Glasplatte, Papier etc.) und zieht jetzt die Kugeln k_2 so weit auseinander, daß gerade keine Funken kommen, so stellen sich diese sofort wieder ein, wenn man die Zwischenwand entfernt.



Ersetzt man die Kugeln durch nicht allzuspitze Spitzen und zieht die sekundäre Funkenstrecke unter dem Einfluss der Belichtung durch den primären Funken so weit aus, daß keine Funken kommen, so erscheinen diese sofort wieder, wenn man zwischen die beiden Funkenstrecken einen Schirm bringt. Man bekommt auf diese Weise sogar sekundäre Funken, die länger sind als die primären. Der Einfluss dieser auf jene ist also scheinbar gerade umgekehrt wie vorhin. Doch zeigt eine Beobachtung im Dunkeln, daß bei zu weit ausgezogenen Spitzen eine Büschelentladung auftritt, welche offenbar durch das Licht des primären Funkens begünstigt wird. Ist dieser Einfluss aufgehoben, so können sich nun in der sekundären Funkenstrecke kräftige Funken bilden. — Die Beobachtung zeigt auch, daß eine wechselseitige Wirkung zwischen beiden Funkenstrecken besteht. *Schk.*

Neuere Verfahren zur Aufzeichnung von Wechselstromkurven. Das Verfahren, das J. Mark Barr, W. Becket-Burnie und C. Rodgers der British Association mitteilten und das in der *Electrical Review* vom 27. September 1895 beschrieben wurde, ist recht kompliziert.

Die Methoden von F. Drexel (*E. T. Z. XVII 378, 1896*) und H. Behn-Eschenburg (*E. T. Z. XVII 483, 526, 1896*) sind lediglich den Bedürfnissen der Technik angepaßt. Auf der Millenniumsausstellung in Ofen-Pest war im Unterrichtspavillon ein Indikator von Franz Wittmann ausgestellt, der auf sehr schöne Weise die Wechselstromkurven sichtbar macht und von Prof. Weyde (*E. T. Z. XVII 552, 1896*) beschrieben worden ist. Die nebenstehende Figur bietet eine bloß schematische Zeichnung dieses Apparates. Sein Hauptbestandteil ist



ein wagrechtes Deprez-Torsionsgalvanometer, dessen sehr leichter Drahtrahmen *T* in dem unveränderlichen Felde des Dauermagnets um einen wagrechten Faden schwingt und dabei den kleinen Spiegel *t* mitbewegt. Ein Eisenkern, der im Innern des Drahtrahmens freistehend befestigt ist, verdichtet die Kraftlinien. Wird durch die Drähte *A* und *B* dem Galvanometer Wechselstrom zugeführt, so stehen die Ausschläge des Spiegelchens zu den Wechselstromphasen in einem bestimmten Verhältnis. Um die Schwingungen in einem vergrößerten Maßstabe sichtbar zu machen, wird ein Lichtbündel der Projektionslampe *L* auf das schwingende Spiegelchen, das reflektierte Bündel auf ein rotierendes Spiegelprisma *F* und von da auf einen Schirm geworfen, auf dem die fortschreitende Stromkurve in glänzender Weise und in sehr großem Maßstabe sichtbar wird. H.-M.

Ein Verfahren, die Funkenlänge einer gegebenen E. M. K. zu vergrößern. C. E. Skinner (*Electr. Engineer, N. Y., 10. Juni 1896; E. T. Z. XVII 525, 1896*) beschreibt folgenden Versuch, der vielleicht nicht ganz neu ist: Zwei 2,5 cm starke cylindrische Messingstäbe *C* und *D* (Fig. 1), die an den Enden halbkugelförmig abgedreht sind, bilden die Pole einer Funkenstrecke. Auf ihnen liegt eine Glasplatte *G* und auf dieser ein Stanniolblatt *T* von 15 cm \times 25 cm, das durch den Draht *L* mit dem Pole *D* verbunden ist. Schließt man nun die Pole *C* und *D* an einen Transformator von 35 000 *V* Höchstspannung und 16 000 Stromwechsel in der Minute, so erhält man zwischen *C* und *D* Funken von 12 bis 15 cm Länge, während ohne die Über-

brückung nur Funken von etwa 1,8 cm auftreten. Die Funken springen nicht frei in der Luft, sondern hart an der Glasplatte in krummen stets wechselnden Bahnen über. Eine ähnliche Vergrößerung der Funkenlänge auf das 8- bis 10fache erhält man auch bei Benutzung einer Influenzmaschine und einer Batterie Leydener Flaschen an Stelle des Hochspannungstransformators. Skinner ist der Ansicht, daß durch die Influenzwirkung des mit dem Pol D verbundenen Stanniolblattes T der eine Pol C gleichsam gegen den anderen D hin verlängert und dadurch das Überspringen des Funkens erleichtert werde.

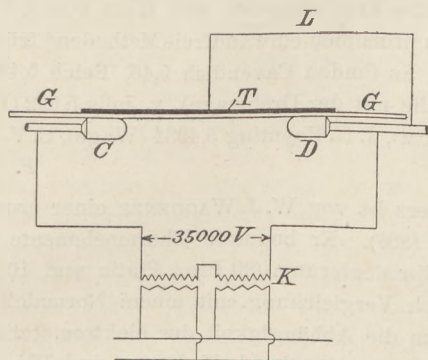


Fig. 1.

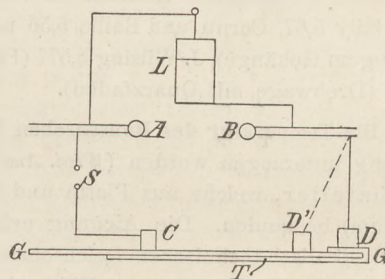


Fig. 2.

Im Anschluß an die Ausführungen Skinners beschreibt A. J. Wurts eine Reihe von Versuchen, von denen der folgende am wichtigsten ist: In Fig. 2 sind A und B die Pole einer Influenzmaschine von 15 cm Funkenlänge, L eine Leydener Batterie, G eine auf der oberen Seite geschliffene Glasplatte, unter der das Stanniolblatt T liegt, dessen Rand rechts über die Glasplatte geschlagen ist, C und D zwei Klötze, wie sie bei den lichtbogenfreien Blitzableitern der Straßbahnen benutzt werden, und S eine kleine Funkenstrecke. C und D stehen mit A und B in leitender Verbindung. Der Klotz hat in der Stellung D Kontakt mit dem Stanniol, in D' nicht. War die Glasplatte ganz rein und der Klotz rechts in der Stellung D , so traten noch kräftige Funken zwischen D und C bei 21,6 cm Abstand auf, in der Stellung D' betrug die Funkenlänge nur 6,4 cm. Machte man aber auf der Glasplatte von einem Klotz zum anderen mit Bleistift einen Strich, so erhielt man in der Stellung D Funken von 75,6 cm Länge, in der Stellung D' solche von 44,5 cm. Wurts ist der Meinung, daß infolge der Influenzwirkung des Stanniolblattes auf die andere Seite des Glases dort die Luftteilchen von der Glaswand abgestoßen werden, und daß dadurch ein luftverdünnter Raum entstehe, der von einer gegebenen E. M. K. leichter durchschlagen werden könne als gewöhnliche Luft. Der Graphitstrich auf dem Glase wirke wie ein Riß im Dielektricum.

H-M.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Gravitationsconstante und mittlere Dichtigkeit der Erde. F. RICHARZ und O. KRIGARMENZEL haben in den *Ber. d. Berl. Ak. 1896, 1305* die Resultate der Wägungen veröffentlicht, die in Spandau bei Berlin seit dem Jahre 1884 angestellt worden sind. Die schon früher beschriebene Methode (*Ber. Berl. Ak. 1893, 163* und *Wied. Ann. 51, 559; 1894*) bestand in der Anwendung einer Wage, an deren beide Schalen vermittelt je einer Stange von 226 cm Länge noch eine zweite, tiefer gelegene Schale gehängt war. Es wurde zunächst durch Kilogramm-kugeln, die abwechselnd unten und oben aufgelegt waren, die Differenz der Schwere in den beiden Höhen ermittelt. Dabei war die Verschiedenheit des Auftriebs der Luft durch Hohlkugeln aus Platin zum größten Teil compensiert. Die Differenz der Schwere betrug etwa 0,62 mg. Für die Gravitationsbestimmung wurde zwischen den oberen und unteren Schalen ein nahezu würfelförmiger Bleiklotz von fast 9 cbm Inhalt und mehr als 100 000 kg Masse aufgebaut, der den Platz bis auf einen kleinen Spielraum ausfüllte. Infolgedessen erschien die Gravitation am Ort der oberen Wagschalen um die Attraktion der Bleimasse vermehrt,

am Ort der unteren Wagschalen um dieselbe GröÙe vermindert. Die Zunahme an der unteren Wagschale wurde durch den Bleiklotz in eine Abnahme um 0,06 mg verwandelt. Aus der Verbindung der Resultate mit und ohne Bleiklotz ergab sich auf Grund einer eingehenden analytischen Rechnung die GröÙe der Attraktion des Bleiklotzes. Besondere Schwierigkeit machte die Elimination der Temperaturdifferenzen in den verschiedenen Höhen und der zeitlichen Temperaturschwankungen. Nach Ausschluß dieser Störungen, die auch den wahrscheinlichen Fehler beeinflussten, wurde für die Gravitationsconstante gefunden $G = (6,685 \pm 0,011) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-2} \text{ sec}^{-2}$ und für die Erddichtigkeit der Wert $D = (5,505 \pm 0,009) \text{ g cm}^{-3}$. Es ist interessant, damit die „durch prinzipiell einwandfreie Methoden“ früherer Beobachter gefundenen Resultate zu vergleichen. Es fanden Cavendish 5,45, Reich 5,49 und 5,58, Baily 5,67, Cornu und Baille 5,56 und 5,50 (alle mit der Drehwage), v. Jolly 5,692 (Wage mit langem Gehänge), J. Wilsing 5,577 (Pendelapparat), J. H. Poynting 5,4934 (Wage), C. V. Boys 5,5270 (Drehwage mit Quarzfaden). P.

Die Temperatur des Bunsenschen Blaubrenners ist von W. J. WAGGENER einer erneuten Messung unterzogen worden (*Wied. Ann.* 58, 579; 1896). Er benutzte Thermolemente nach Le Chatelier, welche aus Platin und Platinrhodiumlegierung (90 Proz. Platin und 10 Proz. Rhodium) bestanden. Die Aichung erfolgte durch Vergleichung mit einem Normalelement der physikalisch-technischen Reichsanstalt, bei dem die Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft von der Temperatur mit Hülfe eines Luftthermometers durch Holborn und Wien bis auf 1500° bestimmt war; Temperaturen über 1500° wurden extrapoliert. Zur Erzeugung der Flamme diente ein Bunsenscher Brenner, dessen Speiserohr 1 cm Durchmesser hatte; die Höhe der Flamme betrug zwischen 12 und 13 cm. Um Schwankungen zu vermeiden, war sie in ein Holzgehäuse mit Glasfenster zur Beobachtung eingeschlossen. Die Verschiebung der Thermolemente in horizontaler und vertikaler Richtung geschah mit Hülfe zweier in Führungen laufender Schienen.

WAGGENER benutzte Thermolemente von verschiedenen Formen, die alle das Gemeinsame hatten, dass sie in Bezug auf die Vertikalebene, welche durch die Kontaktstelle des Thermolements und die Flammenachse gelegt werden kann, vollkommen symmetrisch waren. Bei der am meisten benutzten Form bildeten die Drähte neben der Lötstelle eine gerade Linie, bei andern Formen waren sie hier halbkreisförmig oder auch spiralgig gebogen und liefen dann parallel weiter. Da die elektromotorische Kraft des Thermolements durch längeres Verweilen in der Flamme verändert wird, durfte die Lötstelle nur während der zur Messung gerade nötigen Zeit in der Flamme gelassen werden. Um den Einfluss der Wärmeleitung in den Drähten auf die Angaben der Thermolemente festzustellen, wurden Elemente von 4 verschiedenen Drahtdicken (0,5; 0,2; 0,1; 0,05 mm) benutzt.

Die Hauptmessungen der Flammentemperatur erfolgten in verschiedenen Höhen über der Flammenbasis (von 0,1 bis 10 cm Höhe in Zwischenräumen von ca. 1 cm) und zwar a) im äusseren Mantelsaum, b) in der Mitte des Flammenmantels, c) im inneren Mantelsaum. Es ergab sich hierbei, dass die Elemente mit verschiedenen Drahtdicken in der That verschiedene Temperaturen ihrer Lötstellen zeigen; für das dünnste (0,05 mm) kommt diese der Flammentemperatur jedenfalls am nächsten. Die Messungen mit dem letztgenannten Elemente ergaben im äusseren Mantelsaum die höchste Temperatur zu 1724° in einer Höhe von ungefähr 2 cm über der Flammenbasis; in der Mitte des Flammenmantels war die höchste Temperatur 1611° in 1 cm Höhe, im innern Mantelsaum 1428° in ebenfalls etwa 1 cm Höhe über der Basis der Flamme. Die mit den drei anderen Elementen gemachten Messungen ergaben mit grösserer Drahtdicke entsprechend niedrigere Temperaturen.

Um nun eine angenäherte Vorstellung von der wirklichen Temperatur der Flamme zu erhalten, brachte WAGGENER die vier Elemente mit verschiedenen Drahtdicken unmittelbar nacheinander an möglichst genau dieselbe Stelle des äussern Mantelsaums und trug die so erhaltenen Temperaturen der Lötstellen graphisch als Ordinaten einer Kurve auf, deren Abscissen jene Drahtdicken bildeten. Es ergab sich eine ziemlich glatte Kurve, welche, wenn man sie unter Beibehaltung ihrer Krümmung bis zur Ordinate verlängert, die Tempe-

ratur ergibt, welche ein Thermoelement von der Dicke 0 an der betreffenden Stelle der Flamme annehmen würde. Die so erhaltenen Temperaturen betragen bei zwei Versuchsreihen 1770 und 1785°. Sie liegen nahe am Schmelzpunkt des Platins, wie ja auch bekannt ist, dass sehr dünne Platindrähte im Bunsenbrenner zu schmelzen beginnen. Es geht daraus hervor, dass zur vollständigen thermoelektrischen Messung der Temperatur im Bunsenbrenner eine schwerer als Platin schmelzbare Metalllegierung benutzt werden muss. *Schk.*

Untersuchungen im ultraroten Spektralgebiet. — Die Absorptionsspektren fluoreszierender Substanzen und ätherischer Öle für lange Wellen untersuchte B. DONATH (*Wied. Ann.* 58, 609; 1896). Er benutzte ein Spektrometer mit einem Quarzprisma, bei dem nach dem Vorgange von Rubens (*Wied. Ann.* 54, 476; 1895) die Linsen des Collimators und Fernrohres durch Hohlspiegel ersetzt waren; die Minimumeinstellung erfolgte vermöge einer besonderen Vorrichtung automatisch. Die Intensität der Strahlung wurde mit Hilfe eines Linearbolometers, welches als festes Stück in das Fernrohr eingeschoben werden konnte, gemessen. Die Bolometerwiderstände bestanden aus Platin. Um das Verhältnis der bestrahlten Fläche zur Masse möglichst günstig zu gestalten, wurde ein 0,04 mm dicker Platindraht zwischen Achatwalzen zu einem Streifen von 0,17 mm Breite und 0,0074 mm Dicke ausgewalzt. Dieses Streifenchen (5,08 Ω Widerstand) wurde auf der der Strahlung zugewandten Fläche über einer Terpeninölflamme beruht. Die den Bolometerzweigen gegenüberliegende Wheatstonesche Brücke wurde — um einen möglichst geringen Raum einzunehmen und die Wärmewirkung möglichst zu verringern — in Form eines Kreises von 18 cm Durchmesser hergestellt. Die Compensationswiderstände waren den Bolometerwiderständen völlig gleich und von demselben Material und derselben Größe; sie wurden lose in Quecksilbernapfe eingesetzt. Als Galvanometer diente das von du Bois-Rubens (*Wied. Ann.* 48, 236; 1893) angegebene Instrument. Um vom Ablesefernrohr aus die Apparate einstellen zu können, benutzte DONATH eine Transmissionsvorrichtung aus Schnüren, die auf leichten Gerüsten in angemessener Höhe weitergeführt waren. Auch die Richtmagnete des Galvanometers wurden auf diese Weise eingestellt.

Bei den Beobachtungen wurden die Strahlen einer glühenden Kalkplatte durch eine Linse auf den Spalt des Spektrometers konzentriert und passierten auf diesem Wege die jeweilig zu untersuchende Substanz, welche mit Hilfe eines besonderen, einem optischen Signale ähnlichen Apparats — auch vom Fernrohr aus — in den Gang der Strahlen eingeschaltet und durch andere Substanzen ersetzt werden konnte. Wenn keine Beobachtung stattfand, wurde (zur Vermeidung jeder Erwärmung) zwischen Lichtquelle und Spalt ein mit fließendem Wasser gefüllter hohler Metallschirm gebracht. Ebenso musste vor Beginn der Messungen der Strom (3 Daniell) etwa eine Stunde eingeschaltet sein, damit die Erwärmung der Widerstände überall gleich wurde; erst dann wurde der Wasserschirm fortgezogen und der erste Ausschlag abgelesen. Die Messungen des Spektrums erfolgten meist in Zwischenräumen von 5 zu 5 Minuten, für Wellenlängen von 0,5 bis 2,7 μ ; doch wurde das Spektrum mehrere Male durchlaufen und an jeder Stelle 6—8 correspondierende Messungen ausgeführt.

Die fluoreszierenden Substanzen gelangten als Lösungen zwischen plangeschliffenen, 1 mm dicken Quarzplatten zur Untersuchung; und zwar wurden jedes Mal 2 ganz gleich dimensionierte Gefäße hergestellt, von denen das zweite das Lösungsmittel allein erhielt. Bei beiden wurde die Durchstrahlung gemessen, indem die Gefäße an jeder Beobachtungsstelle 6 bis 8 Mal gegen einander ausgewechselt wurden. Dadurch konnte nicht nur der von den Substanzen allein herrührende Absorptionsbetrag ermittelt, sondern auch der etwa durch Reflexion entstehende Fehler eliminiert werden.

Die bolometrische Untersuchung der fluoreszierenden Körper Uranin, Eosin, Fluorescein und Aesculin ergab in dem sichtbaren Teile des Spektrums die dem Auge wahrnehmbaren Absorptionsstreifen, im Wärmespektrum bis zu $\lambda=2,7 \mu$ dagegen keinerlei Absorptionsstreifen. Das letztere war auch beim Chlorophyll der Fall; dagegen wies eine Chlorophylllösung von 3,2 mm Dicke von der sichtbaren Bande im Rot an bis zum Grün ein Gebiet dauernd starker Absorption auf, welche für das Auge absolut unsichtbar war.

DONATH untersuchte auch die Absorptionsspektren einiger ätherischer Öle; dieselben wurden ebenfalls zwischen Quarzplatten gebracht und mit der freien Strahlung verglichen. Zunächst nahm DONATH Öle, die nur aus *C* und *H* bestehen (Terpentinöl, Wachholderöl), dann solche, die auch *O* enthalten (Rosmarin-, Lavendel-, Sassafrasöl). Bis zur Wellenlänge $2,7 \mu$ zeigen diese Öle zwei Maxima der Absorption, die, mit einander durch einen Streifen geringerer Absorption verbunden, bei allen die gleiche Lage aufweisen. Das Maximum des ersten Streifens besteht bei $\lambda = 1,69 \mu$, das des zweiten bei $\lambda = 2,2 \mu$. Der Gehalt an *O* bringt keine bemerkbare Veränderung hervor. Aber auch fette Öle (Olivenöl, Petroleum) zeigen genau dieselben Absorptionskurven wie die ätherischen Öle. DONATH spricht auf Grund dieser eigentümlichen Gleichartigkeit der Absorptionsspektren aller Öle die Vermutung aus, daß nur dem Gehalt an *C* und *H* ein Anteil an der absorbierenden Wirkung zukomme, wobei es gleichgültig zu sein scheint, in welchem Verhältnis die beiden Elemente an einander gebunden sind. — Jedenfalls geht aus den Messungen hervor, daß die absorbierten Wärmestrahlen ebenso wie die absorbierten Lichtstrahlen für jede Substanz charakteristisch sind.

Auf einem ganz andern Wege als dem eben beschriebenen untersucht E. F. NICHOLS (*Berl. Akad. Ber. 1896; S. 1183*) das Verhalten des Quarzes gegen langwellige Strahlung. Das von ihm angewandte Spektrometer besitzt auch die oben erwähnte Hohlspiegelvorrichtung mit der Modifikation, daß vermöge eines an dem Prisma befestigten ebenen Spiegels die aus jenem austretenden Strahlen immer nach derselben Richtung geworfen wurden, sodaß das Fernrohr fest blieb und die Führung des Spektrums über das Gesichtsfeld durch Drehung des Prismas erreicht wurde. In dem — natürlich linsenlosen — Fernrohr befand sich ein Spalt; die hier austretenden Strahlen wurden durch eine Steinsalzlinse konzentriert und auf dem Flügel eines Radiometers im Brennpunkte vereinigt. Das Radiometer besitzt ein Glasgehäuse, welches durch einen Hahn mit einer Quecksilberluftpumpe dauernd in Verbindung bleibt und zwei seitliche Öffnungen hat, von denen die eine (für die eintretenden Strahlen bestimmte) durch eine Flußspathplatte, die andere (zur Ablesung der Ablenkungen dienende) durch eine Spiegelglasplatte luftdicht verschlossen war. Im Innern dieses Gehäuses hängt an einem sehr dünnen Quarzfaden ein System von zwei kleinen, auf der Vorderseite geschwärzten Glimmerflügeln, die durch dünne Glasfäden zusammengehalten werden. In ihrer Mitte ist in der Verlängerung des Quarzfadens ein Glasfaden angebracht, der an seinem unteren Ende eine kleine Spiegelplatte trägt. Das Gewicht des ganzen Torsionssystems betrug nur 7 mg. Die Empfindlichkeit des Radiometers war derart, daß Strahlen einer 6 m entfernten Kerze bei ihrem Auffallen auf einen der Flügel eine Ablenkung von 60 Theilstrichen an einer Millimeterskala in 1 m Entfernung erzeugten. Fielen die Strahlen auf beide Flügel zugleich, so war der Ausschlag geringer als 1 mm, ein Zeichen, wie genau sich beide Flügel in ihrer Wirkung compensierten.

NICHOLS untersuchte zunächst eine senkrecht zur optischen Achse geschliffene Quarzplatte in der Weise, daß er die Intensität der von ihr reflektierten Strahlen nicht mit der direkten Strahlung, sondern der Bequemlichkeit wegen mit der Reflexion eines Silberspiegels — die bei Wellenlängen größer als 4μ fast total ist — verglich. Der Einfallswinkel war 5° , das untersuchte Spektralgebiet ging von $\lambda = 4,5 \mu$ bis $\lambda = 9 \mu$. Es zeigte sich, daß die Intensität der Reflexion von $\lambda = 4,5 \mu$ zunächst ansteigt, bei $\lambda = 8,4 \mu$ ein Maximum von 75 Proc. erreicht, dann bis zu einem Minimum von 51 Proc. bei $\lambda = 8,6 \mu$ sinkt, dann zu einem zweiten Maximum bei $\lambda = 8,8 \mu$ ansteigt, um von da bis $\lambda = 9 \mu$ wieder zu fallen.

Um die Durchlässigkeit des Quarzes zu untersuchen, benutzte NICHOLS eine senkrecht zur optischen Achse geschliffene Platte von 18μ Dicke; hier wurde die Intensität der durchgehenden Strahlung unmittelbar mit der direkten verglichen. Im Bereiche von $\lambda = 4,2 \mu$ bis $\lambda = 7 \mu$ zeigten sich fünf Maxima und vier Minima, von denen drei sehr scharf ausgeprägt sind. Von $\lambda = 7 \mu$ an fällt die Intensitätskurve sehr schnell ab, bei $\lambda = 8,1 \mu$ gingen kaum noch 0,5 Proc. der einfallenden Strahlung hindurch. Bis $\lambda = 9 \mu$ konnte weiter keine messbare Menge durchgelassener Energie gefunden werden.

Aus den so gefundenen Zahlen für die Intensität der reflektierten und durchgehenden Strahlen berechnet NICHOLS mit der Cauchyschen Formel die Brechungsexponenten für die betreffenden Wellenlängen. Er findet — um nur einige Werte anzuführen — für $\lambda = 4,5 \mu$ $n = 1,45$, für $\lambda = 7,4 \mu$ $n = 1,00$, für $\lambda = 8,05 \mu$ $n = 0,366$. Für Wellenlängen gröfser als $7,4 \mu$ sind die Brechungsexponenten kleiner als 1. Daraus sowohl, als auch aus den in diesem Intervall gefundenen Werten für Reflexion und Absorption geht hervor, dafs der Quarz für Strahlen jener Wellenlängen sich wie ein metallischer Körper verhält.

Die hier gefundene Erscheinung, dafs Quarz für einen gewissen Teil des ultraroten Spektralgebiets metallische Absorption und Reflexion zeigt, führt NICHOLS in Verbindung mit H. RUBENS (*Naturwiss. Rundschau XI, 545; 1896*) zu einer Methode, jene Strahlen von denen kürzerer Wellenlänge zu sondern und ihre Eigenschaften dann näher zu untersuchen. Auch die Ketteler-Helmholtzsche Dispersionstheorie führt zu der Annahme zweier metallisch wirkender Absorptionsstreifen im Ultrarot und im Ultraviolett in dem Falle, dafs innerhalb des dazwischen liegenden Spektralgebietes keine oder nur schwache Absorption vorhanden ist. Läfst man daher die von einer passenden Wärmequelle ausgehenden Strahlen an der Oberfläche eines jene Bedingung erfüllenden Körpers reflektieren, so wird man für die Strahlen, die den zwei Absorptionsstreifen entsprechen, metallische Reflexion erhalten, während alle andern Strahlen nur schwach reflektiert werden. Läfst man die Strahlen mehrmals an Spiegeln der betreffenden Substanz reflektieren, so werden die dem Absorptionsstreifen entsprechenden Strahlen durch die Reflexion nur wenig geschwächt und den schwächeren gegenüber noch mehr bevorzugt. Wählt man ferner auch eine Strahlenquelle, die diese Strahlen vorzugsweise enthält, so wird man nach dreimaliger Reflexion nur solche Strahlen in mefsbarem Betrage haben, die den beiden Absorptionsstreifen entsprechen. Da aber die ultravioletten Strahlen gegenüber den ultraroten von verschwindend geringer Intensität sind, so hat man es bei der beschriebenen Anordnung praktisch nur mit den letztgenannten zu thun.

RUBENS und NICHOLS benutzten bei ihren Versuchen als Wärmequelle ein Platinblech, das auf der Vorderseite mit der betreffenden Substanz selbst (Quarz-, Flufsspatpulver) überzogen war und auf der Rückseite durch eine Gebläselampe erhitzt werden konnte. Die Strahlen wurden durch einen versilberten Hohlspiegel parallel gemacht, an drei Platten von Quarz bezw. Flufsspat reflektiert und dann durch einen zweiten Hohlspiegel in dem Collimatorschlitz eines Spektroskops vereinigt. Das letztere besafs ebenfalls die anfangs erwähnte Hohlspiegelvorrichtung und auf dem Tische anstatt des Prismas ein aus ca. $\frac{1}{5}$ mm dicken Drähten gefertigtes Beugungsgitter, bei dem die Zwischenräume den Drahtdicken gleich gemacht waren, wodurch die geradzahigen Beugungsbilder ausfallen. An der Stelle des Fernrohrs befand sich ein Bolometer der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, dessen Platinstreifen durch Überziehen mit Platinmoor geschwärzt waren.

Aus der genau bestimmten Gitterconstante ergab sich für 1° Ablenkung im Beugungsspektrum eine Wellenlänge von $6,5 \mu$. Bei Quarz liessen sich sehr deutlich das Centralbild, sowie die Beugungsbilder erster und dritter Ordnung auf jeder Seite beobachten. Die Entfernung der Beugungsbilder erster Ordnung von dem Centralbild betrug $1^\circ 22'$, die der Bilder dritter Ordnung $4^\circ 6'$. Daraus ergab sich die mittlere Wellenlänge zu $8,87 \mu$ bezw. $8,82 \mu$.

Bei dreimaliger Reflexion der von erhitztem Flufsspat ausgehenden Strahlen an Flufsspatflächen erhielt man nur 1 Promille der ursprünglichen Strahlung, und es bedurfte grofser Sorgfalt, um in dem Gitterspektrum nur die genaue Lage der Maxima erster Ordnung nachzuweisen. Dieselben waren $3^\circ 45'$ von der Mitte des Centralbildes entfernt, was einer mittleren Wellenlänge von $24,4 \mu$ entspricht.

Die langen Wärmestrahlen zeigten merkwürdige Eigenschaften. Eine 2 mm dicke Platte aus Flufsspat absorbierte sie vollständig, eine 5 mm dicke Steinsalzplatte liefs nur 3 Proc., eine ebensolche aus Sylvin nur 5 Proc. davon hindurch. Die Verfasser konnten keine für diese Strahlen völlig durchlässigen Körper finden; am durchlässigsten war noch Chlor Silber, von dem eine 0,5 mm dicke Platte etwa 70 Proc. durchliefs, während eine $2\frac{1}{2}$ mm

dicke schon 75 Proc. absorbierte. Berufte man eine solche Chlorsilberplatte, so zeigte sich die Absorption nur um 5 Proc. größer als vorher, woraus hervorgeht, daß Rufs für diese Strahlen nicht angenähert mehr als schwarzer Körper betrachtet werden kann. Die aus der Ketteler-Helmholtzschen Theorie berechneten Zahlen bleiben für Quarz um 10 Proc., für Flußspat um 20 Proc. hinter den beobachteten zurück. RUBENS und NICHOLS erklären dieses einmal durch die abnehmende Absorption des Platinmoors mit wachsender Wellenlänge, dann daraus, daß schon bei der Emission die längeren Wellen gegen die kürzeren benachteiligt sind, weil das Maximum der Energieausstrahlung bei einer kleineren Wellenlänge als der der untersuchten Strahlen liegt. Beide Faktoren wirken dahin, daß das Maximum etwas nach der Seite der kürzeren Wellenlänge zu verschoben wird. *Schk.*

Uranstrahlen und Johanniskäferlicht. Über neue Eigenschaften der Uranstrahlen (vgl. d. Zeitschr. IX 190) berichtet H. BECQUEREL in den *C. R.* 123, 855 (1896). Mehrere Uransalze, phosphoreszierende und nicht phosphoreszierende, wurden monatelang in eine doppelte Kiste aus dickem Blei eingeschlossen und an einem dunklen Ort aufbewahrt. Von Zeit zu Zeit wurde, ohne daß Licht eindrang, eine Bleikassette mit einer photographischen Platte eingeführt. Die chemische Wirkung war nach sechs Monaten noch fast ebenso kräftig wie im Anfang, die Salze hatten also nicht aufgehört, wirksame Strahlen auszusenden, ein Verhalten, das alles übertrifft, was bisher von Phosphoreszenzstrahlen bekannt war. Die Uranstrahlen haben ferner wie die Röntgenstrahlen die Eigenschaft, daß nicht bloß sie selber, sondern auch die von ihnen durchsetzten Gase elektrisierte Körper entladen. Am wirksamsten war Uranmetall, bei dem die Entladungsgeschwindigkeit dreimal so groß war wie bei Urankaliumsulfat. War das Uranmetall in schwarzes Papier gewickelt, so wurde die Wirkung auf die Luft in demselben Maße geschwächt wie die direkte Wirkung auf das Elektroskop.

Ähnliche Eigenschaften, wie die der Uranstrahlen, hat H. MURAOKA an dem Licht der Johanniskäfer nachgewiesen (*Wied. Ann.* 59, 773; 1896). Die Umgebung der Stadt Kyoto in Japan ist um die Mitte des Monats Juni sehr reich an Johanniskäfern von ziemlicher Größe (13–15 mm). Die Versuche wurden in geschlossenen Holzkisten angestellt, in die eine große Zahl von Käfern (einige Hundert bis über 1000) zugleich mit der photographischen Platte gebracht wurden; die Expositionszeit betrug 2–3 Tage. Photographisch wirksam erwies sich nicht nur der Leuchtapparat, sondern der ganze Körper. Während die direkten Strahlen wie gewöhnliches Licht wirkten, zeigte dagegen das durch Karton- oder durch Kupferplatten gegangene Licht ähnliche Eigenschaften wie die Röntgenstrahlen oder die Becquerelschen Fluoreszenzstrahlen. Die „filtrierten“ Strahlen gingen durch Metallplatten, Glas, Holz, Turmalin, Kalkspat, selbst durch Feldspat von 3 mm Dicke hindurch, und zwar zeigte sich wie bei den Röntgenstrahlen eine gewisse Abhängigkeit der Durchlässigkeit von dem spezifischen Gewicht. Liefs man durch schwarzes Papier filtrierte Strahlen durch Kartoplaten gehen, die mit kreisförmigen Ausschnitten versehen und unmittelbar auf die photographische Platte aufgelegt waren, so zeigte sich die Stelle unter dem Karton wenig angegriffen, die dem Ausschnitt entsprechende ganz geschwärzt. Diese Wirkung aber kehrte sich geradezu um, wenn auf die ausgeschnittene Kartonplatte noch eine unausgeschnittene Kartonplatte oder eine Metallplatte gelegt wurde; dann blieb die Ausschnittsstelle hell, während die von Karton bedeckten geschwärzt wurden. Diese überaus merkwürdige Erscheinung, die der Permeabilität des Eisens für magnetische Kraftlinien vergleichbar ist, wurde vom Verf. als Saugphänomen bezeichnet. Die filtrierten Strahlen zeigen sich ferner verschieden je nach der Substanz, durch die sie filtriert sind. Bei der Filtration durch Kupfer konnte kein Saugphänomen mit Kartonscheiben mehr hervorgerufen werden; bei Holzplatten zeigten sich die Fasern durchgängiger als die weichen Stellen, entgegengesetzt wie bei den durch Papier oder Karton filtrierten Strahlen. Im ganzen sind die filtrierten Strahlen mehr den Becquerelschen Fluoreszenzstrahlen als den Röntgenschen ähnlich, sie scheinen zwischen beiden zu stehen und berechtigen zu dem Analogieschluss, daß auch die letzteren transversal sind. Der Verfasser spricht die Vermutung aus, daß auch die Quelle der Röntgenstrahlen

in einer Filtration der Kathoden- bzw. Anodenstrahlen in der Glaswand zu suchen sei, und dafs beim weiteren Filtrieren durch Holz, Aluminium u. s. f. Strahlen von immer anderer Natur, möglicherweise immer homogener, erhalten werden.

Röntgenstrahlen. Über die entladende Wirkung der von Röntgenstrahlen getroffenen Luft auf ein Elektroskop hat E. VILLARI weitere Untersuchungen angestellt (*Rend. Acc. d. Lincei*, V (2) 93, 1896; *C. R.* 123, 598; 1896). Die Wirkung bleibt bestehen, wenn die bestrahlte Luft durch eine Glasröhre, und auch wenn sie durch eine zur Erde abgeleitete Bleiröhre geströmt ist. Ebenso verhalten sich Leuchtgas und Mischungen von Luft mit Äther- oder Schwefelkohlenstoffdämpfen, doch ist die Wirkung weniger kräftig. Dieselbe Eigenschaft erlangen die Gase auch, wenn sie, durch eine Glasröhre strömend, den elektrischen Funken eines mit Condensator versehenen Induktoriums ausgesetzt werden. Die Wirkung wächst fast auf das Doppelte, wenn in der Röhre vier Funkenstrecken angebracht sind. Die vom Funken durchsetzten Gase scheinen auch ein grösseres Wärmeleitungsvermögen anzunehmen; wenn in einer Röhre, die mit der Versuchsröhre verbunden war, eine Platinspirale durch einen Strom auf beginnende Rotglut erwärmt wurde, so verdunkelte sie sich wieder, wenn in der Versuchsröhre die Funken übersprangen. Andererseits wird die entladende Wirkung der Luft wieder aufgehoben, wenn man sie der elektrischen Ausströmung in einem Ozoneerzeuger aussetzt. Es ist bemerkenswert, dafs auch Verbrennungsgase ihre entladende Wirkung auf einen Leiter vollständig verlieren, wenn man sie durch einen Ozonisorator gehen läfst.

Über denselben Gegenstand haben J. J. THOMSON und E. RUTHERFORD Untersuchungen angestellt (*Phil. Mag.* 1896 (5), vol. 42, 392). Um den Zusammenhang der Röntgenstrahlung mit der Leitfähigkeit der Gase für Elektrizität aufzuklären, liefsen die Verfasser durch die Röhre, die das zu bestrahlende Gas durchströmte, einen elektrischen Strom gehen; schon wenige Zellen genügten, die Leitfähigkeit des durchstrahlten Gases wieder zu vermindern, ja es konnte ein bestimmtes Strommaximum ermittelt werden, bei welchem der Strom die Leitfähigkeit vollkommen zerstörte, so dafs also die Wirkungen beider sich gerade aufhoben. Der Strom erzeugte in dem Gase dieselbe Wirkung wie in einer sehr verdünnten Lösung eines Elektrolyten, das von Röntgenstrahlen durchsetzte Gas verhielt sich auch sonst in vieler Hinsicht ebenso wie eine solche Lösung. Die Messung des Strommaximums (bei „gesättigtem“ Strom) führte zu einer Schätzung der im bestrahlten Gase vorhandenen leitenden Teilchen; denn in diesem Fall ist die Zahl der von den Strahlen in der Zeiteinheit gebildeten leitenden Teilchen gleich der Menge des in derselben Zeit vom Strom zerstörten Elektrolyten. In einem bestimmten Fall wurde für Wasserstoff gefunden, dafs der Bruchteil des elektrolysierten Gases nur ein Dreibillionstel der Gesamtmasse betrage. Daher müssen Versuche, eine Druckänderung in den bestrahlten Gasen nachzuweisen, erfolglos bleiben. Die Geschwindigkeit der leitenden Teilchen wurde annähernd auf 0,33 cm/sec. bei einem Gefälle von 1 Volt/1 cm geschätzt. Die Geschwindigkeit eines geladenen Atoms bei Atmosphärendruck beträgt nach der Gastheorie für Luft etwa 50 cm/sec. Hieraus wäre zu schliessen dafs die geladenen Teilchen in den bestrahlten Gasen Complexe einer beträchtlichen Zahl von Molekeln sind. Eine Polarisierung nach dem Durchgang des elektrischen Stroms liefs sich nicht nachweisen; andererseits konnte die elektrische Ladung eines Gases nur schwer auf die Metallelektroden abgegeben werden, aufser wenn das Metall bis zum Leuchten erhitzt war oder wenn es ultravioletten Strahlen ausgesetzt wurde, oder endlich, wenn das Gas vorher den Röntgenstrahlen ausgesetzt war. Die Verfasser halten es daher für wahrscheinlich, dafs das Gas selbst strahlt, nachdem es von Röntgenstrahlen durchsetzt worden ist.

Einen Demonstrationsversuch für die Zerstreuung einer elektrischen Ladung durch Röntgenstrahlen beschreibt WEHNELT in der *Naturw. Rundschau* 1896 Nr. 52. Man verbindet das Reibzeug einer Reibungselektrisiermaschine mit einer isoliert aufgestellten Metallkugel und nähert diese dem Conduktor der Maschine so weit, bis kräftige Funken überspringen. In etwa 50 cm Abstand vom Conduktor stellt man die Röntgenröhre auf und lässt die Strahlen auf ihn fallen, während die Maschine im Gange ist. Dann versagen die Funken

alsbald, treten jedoch sofort wieder auf, wenn man zwischen Conduktor und Röhre eine quadratische starke Bleiplatte von etwa 50 cm Seitenlänge einschiebt. Bei einer Influenzmaschine sind die Funken durch die Bestrahlung nicht gänzlich zu beseitigen, doch wird ihr Auftreten während der Belichtung bedeutend seltener. —

Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Dampfstrahl hat F. RICHARZ Beobachtungen in *Wied. Ann.* 59, 592 (1896) veröffentlicht. Er knüpft daran an, daß nach der sehr wahrscheinlichen Annahme von W. Giese und A. Schuster die Leitung der Elektrizität in Gasen durch dissocierte Atome (Ionen) erfolgt. Nun wird nach den Untersuchungen von R. v. Helmholtz und Richarz in einem Dampfstrahl verstärkte Nebelbildung erzeugt, wenn durch chemische oder elektrische Prozesse in der Luft oder in anderen Gasen isolierte Atome gebildet werden und in den Dampfstrahl gelangen. Hiernach erschien es sehr wahrscheinlich, daß auch die Röntgenstrahlen die Condensation in einem Dampfstrahl vermehren. In der That war diese Wirkung mit einer Focusröhre (wie sie W. König, d. Ztschr. IX 186, beschrieben hat) leicht nachzuweisen. Um den Versuch einwandfrei zu machen, mußte der direkte Einfluß, den die plötzlichen Schwankungen der elektrischen Kraft bei der Entladung durch die Röhre auf den Dampfstrahl ausüben können, ausgeschlossen werden. Dies wurde durch einen großen mit Bleifolie beklebten Pappschild erreicht, der in der Mitte ein kleines Aluminiumfenster trug. Auf der einen Seite des Fensters befand sich die Röntgenröhre, auf der andern die Dampfausströmungsöffnung. Das Überspringen von Funken auf den Schild wurde durch eine Glasplatte verhindert, die Metallbekleidung und das Aluminiumblech des Schirms waren zur Erde abgeleitet. Die so constatirte Wirkung ist wohl geeignet, neues Licht auf die Natur der Röntgenstrahlen zu werfen. Eine befriedigende Erklärung, in welcher Weise Ionen die Nebelbildung im Wasserdampf begünstigen, hat J. J. Thomson 1893 gegeben. Hiernach ist „die Bildung von Wassertropfen in dem starken elektrischen Felde der geladenen Atome von einer Abnahme der potentiellen Energie des Feldes begleitet, und diese Abnahme überwiegt über die Zunahme der potentiellen Energie, welche mit der Bildung der kleinsten Tröpfchen stets wegen der Oberflächenspannung verbunden ist“. —

Eine selektive Absorption der Röntgenstrahlen hat A. ROIRI nachgewiesen (*Rend. Acc. d. Linc.* 5 (2) 153, 1896). Nimmt man zwei einander gleiche rote Gläser, die ebensoviel Licht durchlassen wie zwei unter sich gleiche grüne Gläser, so zeigt sich, daß ein System, das aus einem roten und einem grünen von diesen Gläsern besteht, weniger Licht durchläßt als jedes der gleichfarbigen Paare. Um ein ähnliches Verhalten, das auf eine Zusammengesetztheit der Röntgenstrahlung hindeuten würde, für diese nachzuweisen, wählte ROIRI Substanzen von ungleichem Absorptionsvermögen, nämlich Kupfer, Aluminium und Zinn; die beiden ersten Metalle absorbirten die Strahlen, die von einer Aluminiumplatte ausgingen, in gleicher Stärke wie die von einer Platinplatte ausgehenden, während Zinn eine verschiedene Dicke haben mußte, um beide Strahlenarten gleich stark zu absorbieren. Bei einer bestimmten Versuchsanordnung ergaben 2 Kupferplatten (von je 0,1 mm Dicke), oder 8 Aluminiumscheiben (von je 0,75 mm), oder 16 Zinnblätter (von 0,021 mm) gleiche Werte. Auch konnte kein Unterschied wahrgenommen werden, wenn man eins dieser drei Systeme durch eins aus 1 Kupfer- und 4 Aluminiumscheiben ersetzte. Dagegen wurde das Feld dunkler bei der Zusammenstellung von 4 Aluminiumscheiben und 8 Zinnblättern, ebenso auch bei 1 Kupferscheibe und 8 Zinnblättern. Diese Wirkungen änderten sich nicht mit der Reihenfolge, in der die Metalle nacheinander von den Strahlen durchsetzt wurden. — Eine gleiche Untersuchung hat auch M'CLELLAND durchgeführt (*Proc. Roy. Soc. Vol. 60, 146; 1896*). Er maß die Durchgängigkeit verschiedener Substanzen an der Geschwindigkeit, mit der ein geladenes Quadrantenelektrometer entladen wurde, wenn die Strahlen vorher durch andere Stoffe gegangen waren. Bei diesen Versuchen zeigte Glas keine selektive Absorption, bei Glimmer und Paraffin trat eine schwache, bei Fuchsin, Eosin, Fluoresceïn, Aesculin und Baryumsulfid eine ausgesprochene Wirkung ein, deutlich auch bei einigen Schirmen aus anderen fluorescierenden Substanzen, etwas geringer bei Wasser. M'CLELLAND verglich auch verschiedene

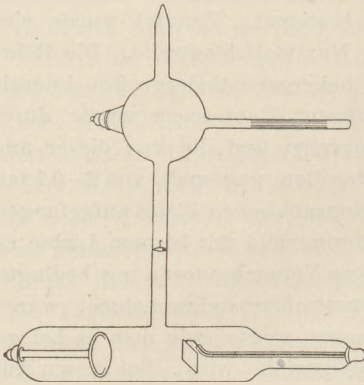
Röntgenröhren, indem er Zinnfolie als Vergleichsobjekt verwendete; er fand, daß je wirksamer eine Röhre, desto weniger gleichmäßig die von ihr ausgesandten Strahlen waren.

Die Wellenlänge der Röntgenstrahlen hat L. FOMM in München durch einen Interferenzversuch wenigstens der Größenordnung nach bestimmt. Benutzt wurde eine birnförmige Röhre mit einem Funkeninduktor von 15 cm Maximalschlagweite. Die Röhre zeigte bei einer Entladungsspannung von etwa 30 mm den bekannten thalergroßen intensiv grün leuchtenden Fluoreszenzleck. Aus der Stelle lebhaftester Fluoreszenz wurde durch einen Messingspalt eine Lichtlinie von 0,5 mm Breite abgegrenzt und die von dieser ausgehenden divergenten Strahlen durch einen zweiten Spalt, den Beugungsspalt, von 2–0,1 mm Breite, geschickt und dann auf einer hochempfindlichen photographischen Platte aufgefangen. Bei jeder Versuchsanordnung wurde zur Kontrolle ein Beugungsbild mit blauem Lichte erzeugt. Es wurde ein durch die Dimensionen der jedesmaligen Versuchsanordnung bedingtes Spaltbild erhalten, zu dessen Seiten zwar keine Interferenzstreifen wahrzunehmen waren, das sich aber selbst von hellen und dunklen Linien durchzogen zeigte (wie man es bei gewöhnlichem Licht wahrnimmt, wenn der Beugungsspalt groß gewählt wird). Bei diesen Aufnahmen war aber keine Berechnung der Wellenlänge möglich, da die Schärfe nicht ausreichend war, um Abstand und Zahl der Streifen zu messen. Später gelang es, die Anordnung so zu treffen, daß in der Mitte des Spaltbildes ein erstes Minimum auftrat (wie auch bei gewöhnlichem Licht, wenn man die anfangs sehr enge Öffnung allmählich verbreitert). Bei weiterer Vergrößerung der beugenden Öffnung macht das Minimum einem Maximum Platz, wodurch zwei Minima entstehen u. s. f. Es war beim Auftreten des ersten Minimums der Abstand von Lichtquelle und beugender Öffnung 200 mm; der Abstand der letzteren von der auffangenden Platte 200 mm, die Spaltbreite 0,1 mm. Daraus ergab sich nach einer von Lommel angegebenen Formel die Wellenlänge $\lambda = 0,000014$ mm, also ungefähr 15 mal kleiner als die bisher untersuchte kleinste Wellenlänge im Ultraviolett. Da indessen bei so kleiner Wellenlänge der Abstand der ersten Minima sehr gering ist, so ist es nicht ganz sicher, ob man es bei dem Versuch wirklich mit dem ersten Minimum zu thun hatte. Der gefundene Wert wird daher von FOMM nur als obere Grenze für die bei der Versuchsröhre auftretenden Röntgenstrahlen bezeichnet. — Versuche in derselben Richtung von G. SAGNAC (*C. R. 122 Nr. 13*), bei denen ein Drahtgitter benutzt wurde, ergaben als obere Grenze den Wert 0,0004 mm. Bei Beugungsversuchen mit zwei Spalten wurden von L. CALMETTE und G. T. L'HUILLIER (*C. R. 122 Nr. 16*) ebenfalls helle und dunkle Streifen erhalten, doch geben sie nichts über die Größe von λ an.

Für die Regulierung des Vakuums der Röntgenröhren hat DORN (*Elektrot. Ztschr. 1896, S. 706*) folgendes Verfahren angegeben. Man bringt in ein kleines Ansatzstück der Röhre ein wenig Ätzkali und treibt, sobald der Gasgehalt der Röhre zu gering zu werden anfängt, durch Erwärmen mit der Bunsenflamme etwas Wasserdampf aus dem Kali heraus, bis der richtige Gasdruck wieder hergestellt ist. Eine von B. WALTER (*Elektrot. Ztschr. 1897, S. 10*) vorgeschlagene Abänderung dieses Verfahrens besteht darin, daß man das Ansatzstück nicht bloß zeitweilig, sondern dauernd erwärmt. Die Erwärmung geschieht am besten auf galvanischem Wege, indem ein Platindrabt von 30–40 cm Länge und 0,25 mm Dicke in Spiralform um das Ansatzrohr gewunden und zusammen mit einem regulierbaren Starkstromwiderstand von 8 Ohm in den Stromkreis von 3 Akkumulator eingeschaltet wird. Für das Arbeiten mit großer Funkenstrecke, wobei die Röhre sich nicht selbstthätig erwärmt, kann man gleich den Erwärmungsstromkreis mit dem Widerstande schließen, den man dauernd nötig hat; bei kleiner Funkenstrecke hat man zunächst einen etwas stärkeren Erwärmungsstrom anzuwenden und diesen nach Einschaltung des Induktoriums etwas abzuschwächen. Man verlegt zweckmäßig das Ansatzröhrchen an das Anodenende und leitet beim Arbeiten Anode und Spirale zur Erde ab.

Auf einem ähnlichen Prinzip beruht die neue Röntgenlampe von SIEMENS und HALSKE (D.R.P. 91 028). Wie nachstehende Figur zeigt, ist das cylindrische Entladungsrohr (das eine Hohlspiegelkathode aus Aluminiumblech und eine schräg zur Achse gestellte Platin-

Anode enthält) mit einer Kugel verbunden. Diese trägt eine Hilfs-Anode und ihr gegenüber ein Ansatzrohr, dessen Wandung mit einer zur Luftabsorption dienenden Phosphorschicht



bedeckt ist. Ist der Luftdruck zu hoch (was man an zu schwachem Leuchten des Fluoreszenzschirmes erkennt), so legt man den positiven Pol des Induktoriums an die Hilfselektrode und lässt den Entladungsstrom so lange auf die Luft und den Phosphordampf in der Kugel einwirken, bis das anfangs das Verbindungsrohr füllende blauweiße Licht zu einem dünnen Faden zusammenschrumpft. Einen zu niedrigen Luftdruck erkennt man an intermittierender Entladung und völligem Fehlen des blauen Lichts bei schwacher Fluorescenz des Schirmes; man erwärmt dann die Kugel mit einer Flamme und treibt dadurch die am Glase haftende Luft in das Vakuum. Die Strahlen der neuen Lampe lassen das Knochengestüst der Hand noch durch eine 2 mm dicke

Messingplatte hindurch deutlich erkennen.

Auf eine andere Art wird demselben Übelstand nach ARNOLD BERLINER (*E. T. Z. 1897, H. 6*) bei den Röntgenlampen der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft (vgl. d. *Zeitschr. IX 187*) abgeholfen. Die elektrostatische Ladung der inneren Wand der Röhre steht nämlich in direktem Zusammenhange mit den Veränderungen des Vakuums während der Versuche; es scheint, dass die Wand die noch vorhandenen Gasmoleküle anzieht und dadurch eine zunehmende Verdünnung in der Mitte der Röhre hervorruft. Schon PORTER hat daher (*Nature 1896, 18. Juni*) das die Kathode umschließende Glasrohr mit einer Stanniolbelegung umgeben und um diese in etwa 1 mm Abstand einen Kupferdraht gelegt, der mit der Kathodenzuführung leitend verbunden war. Ähnlich ist eine von FOMM angegebene und zum Patent angemeldete Vorrichtung, doch sind beide nur für geringe Spannungen brauchbar, bei höheren wird die Isolierung leicht durchschlagen. Nach BERLINER hat man das cylindrische Kathodenende der Röntgenlampe mit einem der Wand anliegenden Holzrohr zu umgeben, dies vermittelt auch bei Benutzung grosser Funkenstrecken eine gleichmäßige Ableitung der Wand zur Kathodenzuführung. Durch dieses Mittel gelang es, das leicht eintretende Flackern des Fluoreszenzlichtes ganz zu beseitigen, und noch Röhren zur Strahlung zu veranlassen, die ohne dieses Mittel überhaupt keine Strahlen mehr gaben. Damit das Holz in gleichmäßig leitungsfähigem Zustande bleibe, wird empfohlen, es mit Glycerin zu bestreichen, da dieses infolge der Wasseraufnahme aus der umgebenden Luft das Holz feucht erhält.

Eine Anwendung der Röntgenstrahlen für die Untersuchung tierischer und pflanzlicher Objekte hat E. GOLDSTEIN der Berl. Ak. der Wissenschaften (*Sitz. Ber. 1896 S. 667*) vorgelegt. Die Aufnahmen haben vor den bisher üblichen dünnen Schnitten den Vorzug, dass sie den Inhalt einer grossen Zahl von Schnitten auf einmal perspektivisch zur Anschauung bringen. Die Verschiedenheit in der Durchlässigkeit ist bei den verschiedenen Geweben gross genug, um die Detailzeichnung deutlich hervortreten zu lassen. Auch schwach absorbierende Objekte, z. B. dünne Schichten organischer Gewebe, gestatten eine deutliche Wiedergabe, wie besonders die Abbildungen von zarten Blüten- und Laubblättern zeigen, die der Akademie vorgelegt wurden. Es eröffnet sich hiermit also ein neues Hilfsmittel auch für die biologische Forschung.

P.

Über eine dämpfende Wirkung des magnetischen Feldes auf rotierenden Isolatoren berichtet W. DOUANE in *Wied. Ann.* (58, 517, 1896). Befestigt man eine Glasscheibe von ca. 4 cm Durchmesser zwischen den Polen eines Elektromagneten so an einem axial durchgehenden Seidenfaden, dass die Scheibe um diesen Faden zu oscillieren vermag, so zeigt sich, dass die Dämpfung der Schwingungen jedesmal grösser ist, sobald der Elektromagnet erregt wird, als wenn er nicht erregt wird. Auch ein Glaszylinder von 3 cm Durchmesser und 1,2 cm Länge, oben und unten an 3 Seidenfäden befestigt, zeigte dieselbe Erscheinung; desgleichen

Cylinder aus Schwefel, Hartgummi, Paraffin und Quarz. Die Drehungsachse muss dabei immer senkrecht zu den Kraftlinien stehen; ist sie den Kraftlinien parallel, so bleibt die Dämpfung ungeändert. Ebenso bleibt die Erscheinung aus, wenn der Isolator sich im Felde bewegt, ohne sich zu drehen.

Durch eingehende Untersuchungen stellte DOUANE fest, dass die Ursache der Erscheinung weder in einem Einfluss des Magnetfeldes auf die Fäden, noch einem solchen auf die Luftreibung zu suchen ist; ebenso dass auch keine elektrostatischen Wirkungen freier Elektrizität oder Induktionsströme in den bewegten Cylindern in Frage kommen.

Da die Dämpfung bei kleinen Amplituden nicht grösser war als bei grossen (eher ein wenig umgekehrt), so konnte sie auch keine Wirkung permanenter Magnetisierung weder des isolierenden Stoffes selbst noch darin enthaltener Eisenteilchen sein. Für diamagnetische und paramagnetische Cylinder war die Dämpfungszunahme von derselben Grössenordnung. Bei verschiedenen magnetischen Feldern zeigte sich die Zunahme des logarithmischen Decrements der Schwingung proportional dem Quadrat der Feldstärke, bei verschiedenen Cylindern war sie umgekehrt proportional dem Quadrate des Radius. Es wird mithin auf einen im magnetischen Felde um eine senkrecht zu den Kraftlinien stehende Achse sich drehenden Isolator eine der Winkelgeschwindigkeit entgegengesetzte und ihr proportionale dämpfende Kraft ausgeübt. Eine befriedigende Erklärung der Erscheinung ist dem Verfasser noch nicht gelungen.

Schk.

Änderung elektrischer Leitungsfähigkeit durch elektrische Einflüsse. Die von Branly (*d. Ztschr. VIII 99*) gefundene Erscheinung, dass Metallfeilicht seine Leitungsfähigkeit ändert, sobald es einer elektrischen Bestrahlung ausgesetzt wird, macht C. FROMME (*Wied. Ann. 58, S. 96, 1896*) zum Gegenstand einer näheren Untersuchung. Er findet, dass Feilspäne verschiedener Metalle, in einen Stromkreis eingeschaltet, zunächst fast gar keine Leitungsfähigkeit besitzen, während diese augenblicklich einen sehr hohen Wert erreicht, sobald die elektrischen Funken einer Holtzschen Maschine oder eines Induktoriums, wenn auch aus grosser Entfernung, auf das Feilicht wirken. Durch Erschütterung sinkt die Leitungsfähigkeit auf einen constanten Wert, ja bis auf Null; wiederholte Erschütterung indefs kann sowohl Zunahme, wie Abnahme der Leitungsfähigkeit hervorrufen. Auf einer Glasplatte in dünner Schicht ausgebreitete Feilspäne zeigten bei mikroskopischer Beobachtung, sobald in der Nähe elektrische Entladungen stattfanden, keine Bewegung, obgleich hohe Leitungsfähigkeit eintrat. Diese blieb oft während starker Erschütterungen constant, wurde aber durch unmittelbare Berührung der Spänchen, etwa mit einer Messerspitze, sehr verändert. FROMME knetete ferner Zinkfeilspäne in Wachs ein und fand auch hierbei eine Einwirkung der elektrischen Bestrahlung auf die Leitungsfähigkeit. Erschütterungen hatten auf diesen Wachskörper keinen Einfluss, dagegen brachte eine nur geringe Temperaturerhöhung (Berühren mit der Hand) die Leitungsfähigkeit bedeutend herunter; durch elektrische Einwirkung stieg sie sogleich wieder auf ihr Maximum. Eine Temperaturerhöhung von 4° genügte, um den Körper vorübergehend aus einem guten Leiter zu einem Isolator zu machen, bei stärkerer Erwärmung wurde die Erscheinung unregelmässiger. FROMME schiebt diese Einwirkung der Temperaturerhöhung auf die starke Ausdehnung des Wachses und die daraus folgende Vergrösserung der Entfernung zwischen den eingebetteten Metallteilchen.

Schk.

3. Geschichte.

James Watt. Eine geschichtliche Studie über den Erfinder der Dampfmaschine, auf Grund eines in der 37. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure zu Stuttgart 1896 gehaltenen Vortrages, hat Prof. Ad. Ernst als besondere Schrift¹⁾ veröffentlicht. Der Verfasser tritt dem verbreiteten, durch populäre Darstellungen genährten Vorurteil entgegen, als ob die grossen Erfindungen der heutigen Kultur zumeist nur glücklichen Zufallsgedanken entsprungen

¹⁾ James Watt und die Grundlagen des modernen Dampfmaschinenbaues. Mit dem Bildnis von James Watt und 27 Textfiguren. Berlin, Julius Springer, 1897. 106 S. M. 2.

seien. Er will durch Mitteilung der mühevollen, rastlosen Arbeiten Watts den Wahn zerstören, daß auf technischem Gebiete die Spielerei eines Knaben genüge, um die Wende einer Kulturepoche herbeizuführen. Man sieht sofort, welche Wichtigkeit diese Auffassung für den physikalischen Unterricht hat, der sich nicht mit oberflächlicher, anekdotenhafter Behandlung begnügen darf, sondern einen Einblick in die geistige Arbeit gewähren soll, durch die jene Erfindungen zu stande kamen. Wir entnehmen der vortrefflich geschriebenen, auch als Lektüre für reifere Schüler empfehlenswerten Schrift die folgenden Angaben, die in dem Buche ausführlicher dargelegt und durch eine Anzahl den Quellen entnommener Figuren erläutert werden.

Zur gründlichen Beschäftigung mit dem Dampfmaschineproblem veranlaßt wurde James Watt, bereits jahrelang Universitätsmechaniker in Glasgow, im Jahre 1764 durch den anscheinend von ihm selbst angeregten Auftrag, das Modell einer Newcomenschen Maschine für die Universitätssammlung in stand zu setzen. Er war genötigt, sich alle wesentlichen Grundlagen zur Beurteilung selbst zu schaffen. Er erkannte, daß das eingespritzte Kühlwasser im luftverdünnten Raum lebhaft verdampft und dadurch die Kolbenkraft beeinträchtigt; er maß die Änderungen des Dampfdruckes mit der Temperatur und stellte den Zusammenhang graphisch in einer Kurve dar, die von der Kurve der späteren Regnaultschen Werte nicht sehr erheblich abweicht. Um den Dampfverbrauch beurteilen zu können, ermittelte er das bis dahin nicht bekannte Verhältnis des Dampfvolums zu dem der Wassermenge, aus der es entsteht, und fand die Zahl 1727. Endlich wurde er durch die Größe der Wassermenge, die zur Condensation des Wasserdampfes im Cylinder erforderlich war, zur Feststellung der Condensationswärme des Dampfes veranlaßt, und fand, in heutigen Mafsen ausgedrückt, 534 Wärmeinheiten; er ergänzte dadurch die gleichzeitigen Versuche von Black über denselben Gegenstand. Durch diese klare Erkenntnis der einzelnen Vorgänge in der Newcomenschen Maschine erhob sich Watt auf die höchste Stufe wissenschaftlich-technischer Forschung und ebnete sich den Boden für die nun folgenden wichtigen Verbesserungen. Der erste Schritt war die Trennung des Condensators, aus dem das Wasser nebst der Luft durch eine besondere Pumpe entfernt wurde. Ein zweiter war der Schutz des Dampfzylinders gegen Abkühlung, was durch völlige Umgebung mit einem Dampfmantel erreicht wurde. Drittens wurde, wie schon in der Patentschrift von 1769 angegeben, der Luftdruck durch die Spannkraft des Dampfes ersetzt.

Durch Existenzsorgen war Watt genötigt, fast sieben Jahre lang eine Stellung als Vermessungsingenieur anzunehmen, die ihm das kräftige Fortarbeiten an der Verbesserung der Dampfmaschine unmöglich machte. In dieser Zeit fand er jedoch in dem Großindustriellen Boulton einen bemittelten und verständnisvollen Helfer. In Soho bei Birmingham wurden 1774 die Versuche wieder aufgenommen und zahlreiche ältere Maschinen nach den neuen Grundsätzen umgebaut. Auch die Expansion des Dampfes wurde bereits 1778 verwendet. Als seine Lieblingsschöpfung bezeichnete Watt selbst die 1784 patentierte Führung mittels Storchschnabel-Parallelogramm und Lemniskatenlenker; besonders bemerkenswert ist auch die Regulierung durch Drosselklappe und Centrifugalregulator, und die Einführung des Begriffs der mechanischen Pferdestärke als Maßeinheit für die Leistung der Maschinen. Auch den Federindikator erfand Watt, um einen Einblick in die Arbeitsvorgänge des Dampfes innerhalb des Cylinders, namentlich bei der Expansion, zu gewinnen. Über die Gründe, aus denen Watt zeitlebens bei der Verwendung ganz niedriger Spannungen stehen blieb und sogar die Anwendung hohen Druckes heftig anfeindete, giebt der Verfasser höchst interessante Auseinandersetzungen.

Von anderweitigen Erfindungen Watts ist namentlich die Kopierpresse zu nennen. Ihm ist auch die Priorität der Erkenntnis der Zusammensetzung des Wassers zuzuerkennen, ferner ist die sinnreiche Methode zur Bestimmung des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten mittels eines U-förmig gebogenen Glasrohres, dessen Biegung ein Ansaugerohr trägt (*d. Zeitschr. V 114*), von ihm ersonnen worden. Von ganz besonderem Interesse ist, daß von Watt auch der Grundgedanke des heutigen einheitlichen Maf- und Gewichtssystems her-

rührt. Er schlug schon 1783 als Längeneinheit (wie Huygens) das Sekundenpendel, als Gewichtseinheit das Gewicht der Kubikeinheit Wasser vor. Der briefliche und persönliche Verkehr, in dem Watt mit dem französischen Gelehrten seiner Zeit stand, berechtigt zu der Annahme, daß dieser Vorschlag nicht ohne Einfluß auf die Entscheidungen der französischen Kommission gewesen ist.

P.

August Kekulé †. Von H. LANDOLT (*Ber. d. chem. Gesellsch.* XXIX, S. 1971, 1896). Die wissenschaftlichen Arbeiten des am 13. Juli 1896 im Alter von 67 Jahren dahingeshiedenen großen Forschers beginnen im Jahre 1854 mit der Entdeckung der Thiacetsäure, wobei sich Kekulé als Anhänger der damals gerade auftretenden Typenlehre bekennt. Diese letztere erhält eine bedeutende Förderung durch die — nach Kekulé's Habilitation in Bonn 1856 — erschienene Abhandlung über das Knallquecksilber, in welcher er die Ansicht äußert, daß den bis dahin angenommenen Typen Chlorwasserstoff, Wasser und Ammoniak ein vierter, das Grubengas, anzureihen sei. Die nächsten Arbeiten beziehen sich auf die Theorie der Wertigkeit, an deren Aufstellung und Ausgestaltung Kekulé in hervorragendem Maße beteiligt war. So stellt er in der Arbeit über die sogenannten gepaarten Verbindungen und die Theorie der mehratomigen Radikale den Begriff der gemischten Typen auf und kommt zuerst auf die Erkenntnis der verschiedenen Wertigkeit der Radikale. In der 1858 erschienenen Abhandlung „Über die Constitution und die Metamorphose der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffes“ geht Kekulé von der Wertigkeit der Radikale auf die der Elemente selbst über und zeigt einerseits, daß die Zusammensetzung der 1 Atom Kohlenstoff enthaltenden Verbindungen dazu führt, den letzteren als vierwertig zu betrachten, andererseits, daß die Verbindungsverhältnisse eines Complexes von Kohlenstoffatomen sich durch die Annahme erklären lassen, es seien die letzteren durch eine bestimmte Anzahl ihrer vier Anziehungseinheiten gegenseitig gebunden. Mit bescheidener Vorsicht wird diese Idee ausgesprochen und ihr nur der Charakter einer „Wahrscheinlichkeits- und Zweckmäßigkeitvorstellung“ gegeben. Nach seiner Berufung an die Universität in Gent, 1858, beginnt Kekulé die große Reihe von Untersuchungen über die organischen Säuren. Als bald erscheint auch 1860 — 61 der erste Band des für alle nachher bearbeiteten Lehrbücher vorbildlich gebliebenen Lehrbuches der organischen Chemie, dem an Stelle des bisherigen auf die alten Berzelius'schen Radikale basierten Systems die Wertigkeitslehre im Gewande der Typentheorie zugrunde gelegt war, und in dem in überraschender Klarheit die Constitution sowie die Isomerieverhältnisse zahlreicher Kohlenstoffverbindungen dargelegt waren. Die zweite seiner epochemachenden Theorien, die des Benzolringes, wurde im Jahre 1865 veröffentlicht. In der zuerst im Bulletin der Pariser chemischen Gesellschaft und nachher ausführlicher in Liebigs Annalen erschienenen Abhandlung „Untersuchungen über aromatische Verbindungen“ weist er zunächst darauf hin, daß die mit diesem Namen bezeichneten Körper alle 6 oder mehr Atome Kohlenstoff enthalten und als Derivate des einfachsten derselben, des Benzols, aufgefaßt werden können. Er erörtert dann nicht nur die zu besonderer Berühmtheit gelangte Hypothese, daß die 6 Kohlenstoffatome ringförmig angeordnet und zwar abwechselnd durch eine und zwei Valenzen gebunden seien — sodafs durch Ersatz des zu jedem Kohlenstoffatom gehörigen Wasserstoffatoms durch andere Elemente oder Radikale eine große Anzahl aromatischer Verbindungen als Benzolderivate erscheinen —, sondern geht zugleich auf die Frage ein, ob die von den Wasserstoffatomen eingenommenen Orte alle chemisch gleichwertig seien oder nicht, und gelangt so zur weiteren Annahme, daß alle derartigen Körper in drei isomeren Formen auftreten müssen. Alle diese Ideen, welche den Anstoß zu so großartigen Erfolgen sowohl in der reinen Wissenschaft wie in der Technik gegeben haben, werden nur mit Zurückhaltung geäußert; die Abhandlung schließt mit den Worten: „Ich lege diesen Betrachtungen nicht mehr Wert bei, als sie verdienen, und ich glaube, daß noch viel Arbeitskraft aufgewendet werden muß, bis derartige Spekulationen für etwas anderes gehalten werden können, als für mehr oder weniger elegante Hypothesen; aber ich glaube doch, daß wenigstens versuchsweise Betrachtungen der Art in die Chemie eingeführt werden müssen.“ Dem 25jäh-

rigen Bestehen der so fruchtbringenden Benzoltheorie galt die im Rathause am 11. März 1890 abgehaltene Kekulé-Feier; die geistvolle Rede Kekulé's ist in den Berichten der chem. Gesellsch. 23, 1302 niedergelegt. In der letzten Periode seines Schaffens, 1867—1896, als Professor in Bonn, widmete Kekulé seine Kraft zunächst dem neuerbauten chemischen Institut sowie weiteren teils selbständigen Untersuchungen — wie die über die Condensationsprodukte des Aldehyds —, teils in Gemeinschaft mit seinen Schülern ausgeführten Arbeiten. 1867 erscheint der erste Band der Chemie der Benzolderivate, dem später 1880 bis 1887 unter Hülfe von Mitarbeitern noch einzelne Lieferungen der beiden weiteren, unvollendet gebliebenen Bände nachfolgten. Als Lehrer war Kekulé von unvergleichlicher Klarheit und wufste meist das behandelte Thema spielend zu bewältigen. Zahlreiche Schüler strömten ihm zu, die zum Teil heute die ersten Lehrstellen der Chemie in Deutschland und auch im Auslande bekleiden.

O.

4. Unterricht und Methode.

Freihand-Versuche. Von B. SCHWALBE. Der in Frankfurt a. M. gehaltene Vortrag (vergl. *d. Ztschr.* X 53) ist in den *Unterrichtsbüchern f. Math. u. Naturw.* 1896 No. 6 veröffentlicht. Für die Leser dieser Zeitschrift werden besonders folgende Ausführungen von Interesse sein.

Freihand-Experimente sind Versuche, die sich fast ohne Kosten, jederzeit, von jedermann anstellen lassen und dabei geeignet sind, bestimmte Gesetze darzulegen oder gewisse Eigenschaften der Körper nachzuweisen.

Unter dem Titel „Home experiments“ sind in England Versuche bekannt, welche für die Jugend wie für den Erwachsenen, für den Laien wie für den Lehrer Interesse haben und sich zur Ausbildung in den exakten Wissenschaften wie zur Verwertung im Unterricht eignen. Es mag hier genannt werden: Home experiments in science for old and young, a repertory of simple experiments with home-made apparatus by T. O'Connor Sloane (London, Sampson Low); ja viele englische und amerikanische Unterrichtsbücher bauen sich ganz auf solchen Experimenten auf, ich erinnere nur an die „Primers“ von Roscoe, Balfour Stewart, an die Experimental Science series for beginners, aus welcher Sammlung hervorgehoben werden mag A. M. Mayer and Ch. Barnard: Light, a series of simple, entertaining and inexpensive experiments in the phenomena of light, for the use of students of every age (New-York); die Practical Physics for schools and the junior students of colleges (für Elektrizität etc., erschienen bei Macmillan) und viele andere Werke, die sich schon durch den Titel charakterisieren.

Auch in Frankreich hat man dieser Seite des Unterrichts eine gröfsere Aufmerksamkeit geschenkt als bei uns. Die Zeitschrift *La Nature* bringt fast in jedem Hefte einzelne Notizen und Mitteilungen unter verschiedenem Titel: Récréations scientifiques, Jouets scientifiques, La science pratique, Physique amusante, Jouets mécaniques, La chimie de l'amateur etc.; von diesen Versuchen sind sehr viele für unsere Verhältnisse brauchbar und können unmittelbar als Freihandexperimente bezeichnet und verwendet werden. Der Redakteur von *La Nature*, Herr Tissandier, hat in einem gröfseren Werke eine grofse Reihe von solchen Versuchen zusammengestellt und ausführlich beschrieben unter Beigabe von Illustrationen in dem von der französischen Akademie preisgekrönten Werke: *La physique sans appareils et la chimie sans laboratoire* (Masson, Paris), von dem bereits die 7. Auflage erschienen ist, ein Zeichen, wie sehr die Sache in Frankreich verbreitet und geschätzt wird. Es haben zu dieser Sammlung Ingenieure, Gelehrte, Lehrer, selbst Mitglieder des Instituts beigetragen, so dafs das Werk des Verfassers gewissermafsen der Sammelpunkt für Mitteilungen dieser Art geworden ist.

Bei uns finden sich nur wenige vereinzelte Mitteilungen. Man scheut sich, Sachen dieser Art in weitere Kreise zu bringen, weil der Anschein der Oberflächlichkeit dadurch erweckt werden kann und dieses Experimentieren wie das Experiment überhaupt vielfach als Spielerei betrachtet wird, und doch können gerade diese Versuche ausserordentlich anregend

und belehrend wirken. In einigen Spielbüchern, wie in Wagner: Der gelehrte Spielkamerad, findet sich eine kleine Zusammenstellung, in einzelnen Zeitschriften sind seitens einzelner Lehrer Mitteilungen gemacht und auch an Hochschulen (Jena bei Prof. Schäffer) haben diese einfachen Experimente eine Stätte gefunden.

Hierher muß man auch jene Hilfsmittel rechnen, welche für das Selbstexperimentieren der Schüler geschaffen sind. Besonders erwähnenswert sind die Zusammenstellungen von Versuchen und Apparaten von Meiser & Mertig in Dresden, die auch bei sehr geringen Etatsmitteln für den Unterricht einer Anstalt gebraucht werden können.

Was die Methode der Verwendung dieser Versuche anbetrifft, so ist es hierbei nicht schwierig, bei sachgemäßer Anleitung denselben den Charakter der Spielerei fernzuhalten und so die bei uns entgegenstehende Abneigung als ungegründet zu beseitigen. Waren doch solche Experimente der Ausgangspunkt für den experimentellen Unterricht überhaupt und können sie doch als Grundlage im Einzelunterricht mit Zuhilfenahme der Anschauung viel kompliziertere Apparate ersetzen. Schon Rousseau giebt uns in seinem *Émile* einige treffliche Beispiele. Die Art und Weise, wie er die Schätzung der Distanzen seinem Zögling beibringt (II. 141) und mathematische Geographie (Kosmogonie) und Volkswirtschaftslehre (III. 175, 204) mit ihm treibt, sind von hohem Interesse, besonders aber geben die physikalischen Betrachtungen, welche sich an den Versuch des *bâton brisé* (eines Stabes, der in Wasser unter verschiedenen Winkeln gehalten wird) und die Verwertung eines Spiegels (III. 219 ff.) anknüpfen, ein Bild des hohen pädagogischen Wertes solcher Versuche.

Wenn man in der Lage gewesen ist, Physik ohne Apparate unterrichten zu müssen, oder Physik auf einer Stufe erteilt, wo das Verständnis komplizierterer Apparate ausgeschlossen ist, lernt man die Freihandexperimente schätzen, weiter ausbilden, neu ausdenken und so anwenden, daß die Schüler nicht nur Kenntnisse erhalten, sondern zum Denken und zur Selbstthätigkeit angeregt werden. Kann man doch auch für den Unterricht auf den höheren Stufen vielfach physikalische Spielereien und Spielsachen verwerten und den Schülern den Zusammenhang der Erscheinungen zeigen, über die sie früher als Kinder staunten oder sich amüsierten. Seit Jahren habe ich solche Spielsachen gesammelt und verwende sie im Unterricht namentlich bei Repetitionen, so daß die Schüler selbst die Erklärung finden.

Es giebt zwei Wege, die gleich empfehlenswert sind, den Stoff zu ordnen. Einmal kann man, um die Physik als Beispiel zu nehmen, von der systematischen Anordnung der Wissenschaft ausgehen; man stellt nach den einzelnen Gebieten: physikalische Mechanik, Molekularmechanik, Wärme, Akustik, Optik, Magnetismus, Elektrizität, mathematische Geographie, die betreffenden Versuche mit den Gesetzen, die durch sie begründet werden, zusammen. Einzelne Teile der Physik, wie die Molekularphysik der Flüssigkeiten, lassen sich vollständig durch Freihandexperimente erläutern, ebenso einzelne Teile der Optik, Wärme und Mechanik. Auch die Betrachtungen über das Beharrungsgesetz und über den Schwerpunkt eignen sich besonders dazu, wobei dann überall die Erfahrung, soweit sie dem Schüler zugänglich ist, hinzugenommen werden muß.

Andrerseits kann man auch so verfahren, daß man einen Körper oder einen physikalischen oder chemischen Vorgang als Ausgangspunkt nimmt und an diesen einzelne Gesetze und Veränderungen demonstriert oder die Eigenschaften untersucht. Welche Fülle von Versuchen läßt sich nicht mit einer Petroleumlampe, einer Wachs- oder Stearinkerze, einem Stück Eisendraht, einer Glasplatte, einem Stück Schwefel etc. anstellen; und zwar lassen sich alle in der Weise durchführen, daß dadurch der Schüler bestimmtes Verständnis einzelner Erscheinungen oder Kenntnis bestimmter Eigenschaften erhält. Dieser Gang würde sich mehr für die chemischen, der zuerst erwähnte mehr für die physikalischen Unterweisungen eignen. Eine Gesamtdarstellung dieser Experimente für Chemie und Physik wird als Buch im Verlage von Otto Salle in Berlin erscheinen.

5. Technik und mechanische Praxis.

Pyrometer nach Chatelier. In der Praxis bewährt haben sich neuerdings die von Keiser und Schmidt in Berlin hergestellten Pyrometer unter Benutzung des Thermoelements von CHATELIER. Dieses in der Platinschmelze von W. C. Heraeus in Hanau hergestellte Element ist aus zwei Drähten zusammengesetzt, von denen der eine aus reinem Platin, der andere aus einer Legierung von Platin mit 10% Rhodium besteht. Sie sind mit dem einen Ende zu einem Kügelchen von 1 mm Durchmesser zusammenschmolzen, während die anderen Enden mit kupfernen Leitungsdrähten verbunden sind, die zu einem empfindlichen Galvanometer nach dem Prinzip Deprez-d'Arsonval führen. Das Thermoelement wird mit einer Chamotte- oder Porzellanröhre umgeben, und da es der Königl. Porzellanmanufaktur in Berlin gelungen ist, Porzellanröhren herzustellen, deren Schmelzpunkt über 1600° liegt, so lassen sich auch die Messungen bis zu dieser Temperatur ausführen. Das Porzellanrohr dient gleichzeitig zum Schutz und zur Isolierung der beiden Drähte. Bei Messungen in Schweißöfen genügte es auch nach Wedding (*Stahl und Eisen 1896, S. 603*), blosse Rohrstücke von gewöhnlichen Thonpfeifen über die Drähte zu ziehen und die Lötstellen durch eine Kapsel von Asbest zu schützen, sowie das ganze Element mit Asbestschnüren zu umwickeln. Ein besonderer Vorzug dieses Instruments ist, daß die Ablesung am Galvanometer in beliebiger Entfernung vom Ofen stattfinden kann. Da jedoch der Widerstand der Leitung ein Ohm nicht erheblich überschreiten darf, so benutzt man bis auf 100 m Entfernung isolierte Kupferdrähte von 2 mm Dicke, und verwendet für gröfsere Entfernungen noch dickeren Draht. Die Verbindungsstellen von Kupfer und Platin werden nötigenfalls durch Wasser gekühlt, um die Entstehung von sekundären Thermoströmen zu verhüten. Die Instrumente werden von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geaicht. (*Prometheus 1896, No. 369.*)

Der Gülicher - Akkumulator. Eine Hauptschwierigkeit bei dem Bau der Sammler ist, die wirksame Masse so anzubringen, daß die der Flüssigkeit ausgesetzte Oberfläche möglichst groß ist, und diese Masse so zu befestigen, daß die innige Berührung zwischen ihr und der Platte mit der Zeit sich nicht verschlechtert. Herrn Gülicher (*E. T. Z. XVII 675, 1896*) ist es gelungen, eine Platte herzustellen, die diesen Anforderungen genügt. Der Träger der wirksamen Masse ist nicht ein Bleigitter, sondern ein Gewebe, dessen Kette aus Bleidrähten gebildet ist, während der Schufs aus äußerst feiner und elastischer Glaswolle besteht. Das Gewebe wird auf Webstühlen besonderer Bauart durch einfachen „Tuchbund“ in der Breite der Elektroden hergestellt und dann in Stücke von der Länge der Elektroden zerschnitten. Hierauf werden die Bleidrähte oben und unten etwas bloßgelegt und in einer Gießform um die frei stehenden Enden der Bleidrähte und um die beiden Seitenkanten ein Bleirahmen gegossen. Das obere Ende des Bleirahmens erhält in der Gießform zwei Nasen zum Aufhängen der Elektroden und eine Fahne zur Verbindung mit den Endpolen des Elements. In diese gewebten mit Bleirahmen versehenen Träger wird die wirksame Masse in fein vertheiltem Zustande zwischen den Gewebemaschen und Fasern der Glaswolle so eingebettet, daß sie weder durch Gasentwicklung beim Überladen noch durch Erschütterungen herausfallen und Kurzschlüsse bilden kann. Die Masse bildet weder Blasen noch Buckel; auch ist ein Verkrümmen der Platte ausgeschlossen. Die dünnen und leichten Platten werden mit loser Glaswolle umwickelt, auf diese Art isoliert und elastisch gelagert, und in Abständen von 3 mm nebeneinander aufgehängt. Ein Element, das aus 8 positiven und 8 negativen Platten besteht, hat bei 12stündiger Entladung eine Kapazität von 120 A.-Stunden und wiegt in betriebsfertigem Zustande 10,7 kg. Es werden drei Gröfsen von Platten hergestellt: *A*, $10 \times 15 \text{ cm}^2$; *C*, $15 \times 20 \text{ cm}^2$; *E*, $20 \times 30 \text{ cm}^2$; alle sind nur 3 mm dick. Es beträgt bei 10–12-stündiger Entladung die Kapazität von einem Paar Platten für *A* 15, für *C* 30 und für *E* 60 A.-Stunden. Das Gewicht einer Platte ist für *A* 0,34, für *C* 0,66 und für *E* 1,36 kg. Die Sammler werden in der Gülicherschen-Akkumulatorenfabrik, Berlin NW Spenerstrasse 23, hergestellt. *H.-M.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Prinzipien der Wärmelehre. Historisch-kritisch entwickelt von E. Mach. VII und 470 S. mit 105 Figuren und 6 Porträts. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1896. M. 10, geb. M. 11.

Ein wahrer Schatz von historischer, physikalischer und erkenntnistheoretischer Belehrung wird in dem vorliegenden Werk von Mach geboten. Es kann gegen dogmatisches Einschlafen und Sichgehenlassen in alten überkommenen Vorstellungen kein besseres und nachhaltiger wirkendes Mittel geben, als eine historisch-kritische Untersuchung der Grundlagen, vorausgesetzt, daß diese Untersuchung sich ebenso sehr von übereiltem Aufgeben älterer Lehrbegriffe als von blindem Eifer für die neu gewonnenen Anschauungen fern hält. Die vollkommene Beherrschung des Stoffes nach allen Richtungen hin, der feine Takt in der Unterscheidung des Wesentlichen von dem Unwesentlichen, die vollkommene Aufrichtigkeit in der Darlegung der Resultate seines ebenso eindringenden als besonnenen Denkens, die vollendete Kunst in der historischen Darstellung des Werdens und der Veränderungen der Lehrbegriffe, das Alles wird jedem sorgfältigen Leser des Machschen Buches Stunden des reinsten Genusses im Lernen und Erkennen bereiten, selbst da, wo er wie der Referent mit Mach nicht vollkommen übereinstimmt. Es kann ein eingehendes Studium dieses Buches allen Lehrern der Physik an Mittelschulen und Hochschulen nicht dringend genug empfohlen werden. Machs Wärmelehre, als würdiges Gegenstück zu seiner berühmten Mechanik, ist eines jener seltenen Bücher, das auf dem Schreibtisch keines Physikers fehlen sollte, um gelesen und immer wieder gelesen zu werden.

Eine Bitte möge uns der Verfasser für die ferneren Auflagen gestatten: seine Hilfskräfte zu einer sorgfältigeren Korrektur des Druckes anzuhalten. Es sind eine Reihe unangenehmer Druckfehler auch in den Formeln stehen geblieben, die dem weniger geübten Leser das Studium des Werkes erschweren könnten. Der geistvolle Vertreter des ökonomischen Arbeitens auch in der Wissenschaft wird diesen Wunsch nicht übel vermerken.

Hans Jahn.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1894. Dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin L. Jahrgang.

Abt. II, Physik des Äthers. Redigiert von R. Börnstein, 853 S., M. 30. Abt. III. Kosmische Physik, redigiert von R. Afsmann, 716 S., M. 25. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn.

Als im Januar 1896 die physikalische Gesellschaft ihr fünfzigjähriges Bestehen feierte, konnte als Hauptfestgabe der fünfzigste Band der Fortschritte der Physik seitens der Redakteure übergeben werden. In den ersten fünfzig Bänden, von denen nur noch zwei (1891 und 1892) ausstehen, die im nächsten Jahre erscheinen werden, hat die Gesellschaft ein Werk geschaffen, das für die Geschichte der Physik und die physikalische Forschung selbst von bleibendem Wert sein wird. Durch das große Entgegenkommen der Verlagshandlung wird es fortan möglich sein, daß der Bericht über das verlossene Jahr in der möglichst kürzesten Frist vorliegt, so daß von einem Zuspäterscheinen der Berichte nicht die Rede sein kann. Da möglichste Vollständigkeit angestrebt wird und in der That die physikalische Litteratur auf das umfangreichste und eingehendste benutzt wird, so ist es natürlich, daß erst einige Zeit im neuen Jahre vergehen muß, bis die zu berücksichtigende aus- und inländische Litteratur hat benutzt werden können. Einteilung und Methode der Berichte ist dieselbe geblieben. Für jeden, der das wissenschaftliche Studium der Physik betreiben oder der mit den Fortschritten der Wissenschaft sich bekannt erhalten will, ist das Werk notwendig und sollte auch in den Lehrerbibliotheken nicht fehlen, zumal es eine Reihe von Fachzeitschriften zu ersetzen vermag. Grade beim Beginn einer neuen Serie ist es leicht, die fortlaufenden Bände zu beschaffen, da ja künftig eine Doppelausgabe fortfällt. Möge das Werk die Verbreitung und Anerkennung finden, die es verdient.

Schw.

Handbuch der analytischen Chemie. Von Dr. Al. CLASSEN. I. Teil. Qualitative Analyse. 5. vermehrte und verbesserte Auflage, mit einer Spektraltafel, Stuttgart, Ferdinand Enke, 1896, 242 S., 6 M.

Die auch für die freiwillige Benutzung seitens vorgerückterer Schüler zu empfehlende Übersicht über die gesamte qualitative Analyse giebt eine klare Darstellung der Reaktionen im Anschluß an bestimmte Verbindungen, und die Methode der qualitativen Untersuchung an. Daran schließt sich die Untersuchung der Säuren (der zweite Teil, der die organischen Säuren, Alkaloide und andere organische Verbindungen umfaßt, würde über den Kursus der Schule hinausgehen). Bei der Darstellung der Reaktionen sind, wie es allgemein geschieht, die Reaktionen der Metalle zu Grunde gelegt. Die Reaktionsvorgänge sind vielfach durch Formelgleichungen dargestellt. Als Ausgangspunkt dient in der Regel das Metall, während aber auch die Salze in vielen Fällen (Molybdän, Wolfram, Uran, Chrom etc.)

das Material der Prüfung bilden. Die Lötrohrproben sind eingehend berücksichtigt. Der Anhang, die Concentration der Reagentien behandelnd, ist ein willkommener Anhalt für die Herstellung der Lösungen.

Schw.

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Leipzig, W. Engelmann 1895 und 1896:
No. 68. Das natürliche System der chemischen Elemente. Abhandlungen von Lothar Meyer und D. Mendelejeff, herausgeg. von K. Seubert. Mit 1 Tafel. 134 S. M. 2,40. — No. 69. J. Clerk Maxwell, Über Faradays Kraftlinien, herausgeg. von L. Boltzmann. 130 S. M. 2. — No. 70. Th. J. Seebeck, Magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz, herausgeg. von A. J. v. Öttingen. Mit 33 Textfiguren. 120 S. M. 2. — No. 72. G. Kirchhoff und R. Bunsen, Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen, herausgeg. von W. Ostwald. Mit 2 Tafeln und 7 Figuren. 74 S. M. 1,40. — No. 74. Claude Louis Berthollet, Untersuchungen über die Gesetze der Verwandtschaft, herausgeg. von W. Ostwald. 113 S. M. 1,80. — No. 75. Axel Gadolin, Abhandlung über die Herleitung aller krystallographischer Systeme aus einem einzigen Prinzip, herausgeg. von P. Groth. Mit 26 Textfiguren und 3 Tafeln. 92 S. M. 1,50. — No. 76. F. E. Neumann, Theorie der doppelten Strahlenbrechung, abgeleitet aus den Gleichungen der Mechanik, herausgeg. von A. Wangerin. 52 S. M. 0,80. — No. 79. H. Helmholtz, Zwei hydrodynamische Abhandlungen, herausgeg. von A. Wangerin. 80 S. M. 1,20.

In No. 68 sind Abhandlungen von Lothar Meyer aus den Jahren 1864, 1868 und 1870, sowie von Mendelejeff aus den Jahren 1869—71 zusammengestellt, aus denen ersichtlich ist, welchen Anteil jeder dieser Forscher an der Aufstellung des natürlichen Systems der Elemente gehabt hat. In den Anmerkungen des Herausgebers wird auch auf die älteren Darlegungen von Chancourtois und von Newlands hingewiesen. — No. 69 enthält die erste grössere, aus den Jahren 1855 und 1856 stammende Abhandlung Maxwells über Kraftlinien. Maxwell wäre, wie Boltzmann in den Anmerkungen hervorhebt, nicht so oft mißverstanden worden, wenn man das Studium nicht mit dem Treatise begonnen hätte, während die spezifisch Maxwellsche Methode in dessen früheren Abhandlungen viel klarer hervortritt. — No. 70 enthält die grundlegenden Untersuchungen Seebecks über Thermoelektrizität aus den Jahren 1822 und 1823. Die hier angegebene „magnetische Reihe“ stimmt fast genau mit dem Ergebnis späterer und viel genauerer Messung der thermoelektromotorischen Kräfte überein. — Die in No. 72 abgedruckten beiden Abhandlungen aus Poggendorffs Annalen Bd. 110 und 113 rühren dem Text und Inhalt nach wesentlich von Bunsen her. Über die Entdeckungsgeschichte der Spektralanalyse macht der Herausgeber nach unmittelbaren Mitteilungen Bunsens interessante nähere Angaben. — Die Abhandlung Berthollets in No. 74, aus dem Jahre VII der franz. Republik, bezieht sich auf die chemischen Massenwirkungen und bildet die Grundlage seines berühmten späteren Werkes über *statique chimique*. Die Ausgabe ist auf Grund einer älteren deutschen Übersetzung durch E. G. Fischer bewerkstelligt. — In der Abhandlung des finnländischen Mineralogen Gadolin in No. 75 wird der Nachweis geführt, daß es bei Zugrundelegung des Hauyschen Satzes von der Rationalität der Parameterverhältnisse nur 32 Klassen von Krystallen geben könne. Dieses auch von Hessel und von Bravais für Polyeder im allgemeinen entwickelte Gesetz wird von Gadolin für Krystalle in sehr elementarer Art abgeleitet. — No. 76 enthält die erste hervorragende Arbeit Neumanns aus dem Gebiete der theoretischen Physik. Die von Fresnel beobachteten Erscheinungen der doppelten Brechung werden aus den von Navier aufgestellten Gleichungen für die kleinen Bewegungen in festen elastischen Körpern hergeleitet. — In No. 79 sind die beiden Abhandlungen von Helmholtz über Wirbelbewegungen (*Crelle J.* 1858) und über discontinuierliche Flüssigkeitsbewegungen (*Ber. Berl. Ak.* 1868) abgedruckt und mit längeren Erläuterungen des Herausgebers versehen. Von der ersten Arbeit führt eine continuierliche Reihe bis zu den neuesten Vorstellungen über die Wirbelnatur der Materie; in der zweiten wird die namentlich von Kirchhoff weiter entwickelte Theorie der Bildung von Strahlen in einer Flüssigkeit aufgestellt.

P.

Elektrizität und Licht. Einführung in die messende Elektrizitätslehre und Photometrie. Von Prof. Dr. O. Lehmann. Mit 220 Holzstichen und 3 Tafeln. Braunschweig, Friedrich Vieweg u. Sohn, 1895. XVI und 390 S. M. 7.

Das Werk war ursprünglich dazu bestimmt, einen Bestandteil der von demselben Verfasser neu bearbeiteten 6. Auflage von Fricks *Physikalischer Technik* (vgl. d. *Zeitschr.* IX 153) zu bilden. Es ist aus Zweckmäßigkeitsgründen gesondert veröffentlicht und kann demnach als Ergänzung zu jedem Lehrbuch der Experimentalphysik dienen, das die elektrischen und magnetischen Messungen nicht eingehender behandelt. Es enthält den Stoff in folgender Reihenfolge angeordnet: Polstärke, Stromstärke, Elektrizitätsmenge, Spannung, Widerstand, Capacität, Induktion, Elektrische Schwin-

gungen, Elektrische Messung, Elektrolyse, Elektrische Entladungen, Lichtstärke. In einem Anhang ist noch eine Reihe von Hilfsberechnungen aus der Mechanik und der Elektrizitätstheorie zusammengestellt. Die Tafeln geben in farbiger Darstellung zahlreiche Abbildungen des Verlaufs von Kraft- und Stromlinien und einige Haupttypen von Ankerwicklungen für Dynamomaschinen. Das Buch bietet eine vortreffliche Einführung in die theoretischen und rechnerischen Grundlagen der elektrotechnischen Praxis wie auch in die bisherigen Kenntnisse von den Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität. Der Verfasser hat das Buch für den „elementaren Unterricht“ bestimmt und demgemäß geglaubt, von der Benutzung der C.G.S.-Einheiten absehen und mit dem Kilogramm als Kräfteinheit rechnen zu müssen. Es scheint uns indessen kein zwingender Grund vorhanden zu sein, die absoluten Maße grade auf dem Gebiet, für das sie aus sachlicher Nötigung erfunden worden sind, bei Seite zu schieben. Die Dyne ist ein verhältnismäßig einfacher, der Anschauung leicht zugänglicher Begriff gegenüber den zahlreichen andern Begriffen, die in der Elektrizitätslehre eine Rolle spielen. Wem man zutraut, die letzteren richtig zu erfassen und mit ihnen zu arbeiten, dem kann auch das Rechnen nach Dynen statt nach Kilogrammen keine Schwierigkeiten machen. Überhaupt dürfte unter dem „elementaren Unterricht“ der erste Unterricht an der technischen Hochschule zu verstehen sein, da das Buch über die Grenzen des Mittelschulunterrichtes weit hinausgeht. Für den Techniker aber ist aus noch ganz andern prinzipiellen Gründen der engere Anschluss an die rein wissenschaftliche Grundlage der von ihm gebrauchten praktischen Einheiten wünschenswert und geboten. Eine andere Frage ist es, ob man das Rechnen nach Dynen auch in die Mechanik einführen soll; hier wird man, namentlich bezüglich des Unterrichts auf unsern Mittelschulen, den an anderer Stelle (vgl. d. Heft S. 77) dargelegten Ausführungen des Herrn Verfassers eher zustimmen können. Die angegebene Eigenart des Buches beeinträchtigt übrigens seine Brauchbarkeit nicht, da die Formeln, soweit sie sich überhaupt unterscheiden, durch Weglassung eines Faktors in die für das absolute System gültigen übergeführt werden können.

P.

Lehrbuch der Experimentalphysik. Von Professor Dr. E. Lommel. Mit 430 Figuren im Text und einer Spektraltafel. 3. Auflage. Leipzig, Joh. Ambr. Barth (Arthur Meiner) 1896. XI und 556 S. M. 6,40.

Die 1. Auflage dieses Lehrbuches ist in d. Zeitschr. VII 39 angezeigt worden. Die vorliegende 3. Auflage unterscheidet sich von jener nur durch geringfügige Änderungen. Hinzugefügt sind einige Angaben über die Röntgenschen Strahlen.

P.

Lehrbuch der Experimentalphysik für Studierende. Von Professor Dr. E. Warburg. Mit 404 Original-Abbildungen im Text. 2. verbesserte Auflage. Freiburg i. B. u. Leipzig, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1896. XX und 392 S. M. 7, geb. M. 8.

Diese 2. Auflage des bereits in d. Zeitschr. VI 313 angezeigten Lehrbuches stimmt bis auf einige kleinere Zusätze und Verbesserungen mit der 1. überein.

P.

Dr. Joh. Müllers Grundriss der Physik mit besonderer Berücksichtigung von Molekularphysik, Elektrotechnik und Meteorologie, für die oberen Klassen von Mittelschulen sowie für den elementaren Unterricht an Hochschulen und zum Selbstunterricht, bearbeitet von Prof. Dr. O. Lehmann. 14. völlig umgearbeitete Auflage. Mit 810 eingedruckten Abbildungen und zwei Tafeln. Braunschweig, Friedrich Vieweg u. Sohn, 1896. XXIV und 820 S. M. 7,50.

Das Buch hat unter den Händen des neuen Bearbeiters seinen Charakter völlig verändert; dies zeigt sich schon im Titel darin, daß die Meteorologie hinter Molekularphysik und Elektrotechnik zurückgetreten, und demgemäß im Buch selbst auf einen gegen früher bescheidenen Umfang eingeschränkt worden ist. Gleichzeitig ist im Titel neben die Bestimmung als Schulbuch und zum Selbstunterricht noch eine weitere, für den elementaren Unterricht an Hochschulen, getreten. In der That ist die letztere Bestimmung die am meisten für dies Buch charakteristische, es stellt sich durch Stoffauswahl und Behandlung an die Seite der Lehrbücher für den elementaren Kursus der Hochschule, deren in neuerer Zeit eine ganze Reihe erschienen ist. Auch neben diesen aber nimmt das Buch eine besondere Stellung ein, indem es den Stoff in einer den neuesten Entdeckungen und Anschauungen entsprechenden Weise gruppiert. Die Statik umfaßt außer dem Gleichgewicht fester, flüssiger, gasförmiger Körper und den Molekularwirkungen derselben drei Klassen auch noch die Thermostatik oder Lehre von den Zustandsänderungen durch Wärme; in der Dynamik werden unter Geodynamik auch die Schwingungen fester Körper, in der Hydrodynamik die Wasserwellen, in der Aërodynamik die Luftwellen behandelt, und auch die Thermodynamik ist in diesen Abschnitt gestellt. Bei den elektrischen Erscheinungen bilden die Beziehungen zu den verschiedenen Energiearten das Haupteinteilungsprinzip. Unter die physikalische Optik ist auch die Lehre von der strahlenden Energie, elektrische Wellen, Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen eingereiht. Die physiologische Optik

ist von der physikalischen Optik, ebenso die Lehre von den Schallempfindungen von den Schwingungsbewegungen völlig getrennt.

Sofern das Buch noch als Schulbuch in Betracht kommt, mögen einige Einzelheiten Erwähnung finden. Abweichend von den früheren Auflagen sind die Gesetze für die einfachen Maschinen direkt aus dem Energieprinzip abgeleitet, wogegen schon mehrfach in d. Ztschr. Einspruch erhoben worden ist. Die Fallgesetze sind aus der Constanz der Schwerkraft deduziert, was methodisch nicht zu billigen ist; das Gesetz $p = mg$ ist als drittes Fallgesetz bezeichnet, was historisch und sachlich wohl gleich unzulässig ist; die Vorstellung einer Schwungkraft wird als irrig bezeichnet, ohne daß eine Aufklärung über das Wesen dieser Kraft gegeben wird, und obwohl Versuche und Gesetze darüber angeführt werden. Die Darlegungen über elektromotorische Kraft und Voltasche Säule hätten einer Umarbeitung bedurft, zumal Potential und Spannung ausführlich behandelt sind; hier stehen, wie öfter im Buch, Reste des alten Baues unvermittelt neben dem Neubau. Die Trennung des physiologischen von den physikalischen Teilen ist für die Schule nicht erwünscht, wo es grade darauf ankommt, die Beziehungen und Abgrenzungen beider Gebiete fortwährend kenntlich zu machen. Die völlige Trennung führt z. B. dazu, daß die virtuellen Bilder bei Hohlspiegeln und Linsen an ganz anderer Stelle als die reellen Bilder behandelt werden. Daß die elektrischen und magnetischen Messungen auch in diesem Buche des Verfassers nicht in absolutem Maf, sondern mit dem kg als Krafteinheit ausgeführt sind, sei gleichfalls in diesem Zusammenhange erwähnt.

Andererseits muß gesagt werden, daß das Buch überaus inhaltreich ist und für Lehrer wie für Schüler eine Fülle von Anregung und Belehrung darbietet. P.

Leitfaden der Chemie und Mineralogie für Gymnasien. Von F. Humpert, Oberlehrer. Mit 32 in den Text gedruckten Figuren. Berlin bei Leonhard Simion 1896. VI und 47 S. Preis kart. 60 Pf.

Das Büchlein ist bestimmt, dem chemisch-mineralogischen Lehrgange, welchen die Lehrpläne von 1891 für die Sekunda des Gymnasiums vorschreiben, zu Grunde gelegt zu werden. In Bezug auf den Stoff ist die weise Beschränkung und im allgemeinen auch die Auswahl zu loben; zumeist sind nämlich Gegenstände besprochen, „die für Leben und Gewerbe von der grössten Wichtigkeit sind, und mit denen der Schüler fast täglich in Berührung kommt“. Die behandelten Kapitel sind folgende: 1. die Luft, 2. das Wasser, 3. das Kochsalz, 4. Salpeter, Salpetersäure, Ammoniak, 5. Eisen und Eisenerze, 6. Quarz, Thonerde u. s. w., 7. Schwefel und Schwefelverbindungen, 8. Kohlenstoff, 9. Kohlensaurer Kalk, Gips, 10. Atomtheorie. — Leider hat das Streben des Verfassers, so schnell und so viel als möglich praktisch nützliche Kenntnisse mitzuteilen, in methodischer Hinsicht manche Mängel zur Folge. Man vermisst die schönen und so einfachen Versuche über das Verhalten der Metalle zu Sauerstoff und Schwefel, welche Arendt, E. Mach und andere an die Spitze stellen, und man hat Grund zu befürchten, dass der Schüler bei dem hier gewählten Unterrichtsgange minder leicht den Unterschied zwischen physikalischen und chemischen Vorgängen, zwischen Grundstoffen und Verbindungen begreifen wird, als wenn er im Anfange die Erzeugung und Zerlegung der metallischen Oxyde und Sulfide beobachtet hätte. Die Atomtheorie ist, so weit als nötig, behandelt. Als Ausgangspunkt dient das Gesetz von den Volumverhältnissen bei der Vereinigung gasförmiger Elemente zu gasförmigen Verbindungen, welches allerdings nicht scharf genug ausgesprochen ist, da die Definition des Begriffes „Einheitsraum“ fehlt.

Die Beschreibungen der Krystallformen und der bekanntesten Mineralien sind an passenden Stellen eingefügt. Desgleichen werden die wichtigsten Gesteine aufgeführt. Dieselben werden in Eruptiv- und Schichtungsgesteine eingeteilt, wobei recht auffallend ist, dass einer der krystallinischen Schiefer, nämlich der Gneis, zu den ersteren, ein anderer aber, nämlich der Glimmerschiefer, zu den letzteren gerechnet wird. Schliesslich seien noch die zahlreichen Abbildungen, besonders die der Krystallformen mit eingezeichneten Achsen, lobend erwähnt. J. Schiff.

Praktische Geometrie auf dem Gymnasium. Von G. Degenhardt, Oberlehrer am K. Kaiser-Friedrichs-Gymnasium zu Frankfurt a. M. Joh. Chr. Hermann, Frankfurt a. M. 1896. 4^o. 30 S.

Die Arbeit tritt für eine umfangreichere Verwertung der praktischen Feldmefsübungen im geometrischen Unterricht ein. Nach der Erfahrung des Verfassers ist die Zeit, welche auf die im Schulhof vorzunehmenden Messungen zu verwenden ist, „nicht grofs und lohnt sich reichlich durch das bei den Schülern geweckte Interesse“. Der Verfasser teilt für jede Mefsaufgabe die Schüler in Gruppen, von denen jede eine Teiloperation zugewiesen erhält. Der mannigfaltige Inhalt der Schrift, der noch eine Einteilung nach Unter-, Mittel- und Oberstufe erfährt, gliedert sich in die folgenden 15 Paragraphen: Markieren und Messen von geraden Linien, Ohmanns Feld-Winkelmesser, Markierung und Messung von Loten, Parallelen und Winkeln, Abstecken einer Geraden zwischen Hindernissen,

Errichten von Loten und Dreiteilung des Winkels ohne Winkelinstrument, Anwendungen der Proportionalität von Linien, Flächenmessungen, Trigonometrische Aufgaben, Nivellierung, Mefstischaufnahme, Aufzeichnen von Plänen im verjüngten Maßstabe, andere Winkelmeßinstrumente, andere Lot-Instrumente, Spiegelsextant, Vermessung in Stadt, Provinz und Staat. In den meisten dieser Abschnitte nehmen Aufgaben, denen die praktische Lösung, unter Beihülfe von drei Figurentafeln, beigefügt ist, den Hauptraum ein. Die Arbeit ist ein beachtenswerter Beitrag zur Methodik des geometrischen Unterrichts.
P.

Ratgeber für Anfänger im Photographieren. Von Ludwig David, k. k. Artillerie-Hauptmann. Mit 80 Textbildern und 2 Tafeln. 4. neu bearbeitete Auflage. Halle, Wilhelm Knapp, 1896. IX u. 163 S. M. 1,50.

Dem Leitfaden sind in der neuen Auflage eine Anzahl Miniaturbildchen moderner Meister aus der wohlbekannteren Kunstanstalt von F. Hanfstängl in München im Texte beigegeben. Da sowohl die Apparate wie auch die photographischen Operationen an der Hand der vielen eingestrenten Abbildungen eine sehr instruktive Beschreibung erfahren, kann diese Anleitung auch Schülern warm empfohlen werden.
O. Ohmann.

Programm-Abhandlungen.

Ein Beitrag zur elementaren Theorie des Potentialbegriffes in der Elektrizitätslehre. Teil II: Elektrodynamik. Von Joseph Cremer. K. Gymnasium zu Cleve, Ostern 1896. Pr.-No. 428. 22 S.

Der I. Teil der Abhandlung ist in dieser Zeitschr. VIII 110 besprochen worden. In dem vorliegenden II. Teil wird das Ohmsche Gesetz mit seinen Folgerungen behandelt, danach die Grundzüge der Lehre vom magnetischen Potential, insbesondere auch die magnetische Doppelschale, deren Anwendung auf die magnetischen Wirkungen des Stroms und auf die Festlegung der elektrischen Einheiten; dieser letztere Abschnitt ist im wesentlichen in der Weise dargestellt, die Mach in seinem Lehrbuch für obere Klassen (österreichische Ausgabe) angegeben hat, und die seither für andere Lehrbücher vorbildlich geworden ist. Nur glaubt der Verfasser im allgemeinen noch von den Kraftlinien absehen zu sollen, obwohl er ihnen für die Zukunft die Einführung in den Schulunterricht in Aussicht stellt. Auf unsern Gymnasien wird dieser letzte Abschnitt nicht eingehender behandelt werden können, wenn man nicht andere, für den elementaren Unterricht wichtigere Dinge darüber vernachlässigen will. Zu dem ersten Abschnitt sei bemerkt, daß es wenig nützt, mit den alten Vorstellungen über Berührungselektrizität zu brechen, wenn man nicht statt dessen einigermaßen klare Anschauungen über die Entstehung des galvanischen Stromes mitzuteilen vermag. Was soll man sich dabei denken, „daß das Metall auf die Bestandteile einer binären Verbindung infolge der chemischen Affinität eine ungleiche polare Anziehung ausübt, wodurch der eine Bestandteil positiv, der andere negativ elektrisch wird“? Hier wäre es besser, auf eine Erklärung zu verzichten, oder aber an der geeigneten Stelle auf die Thatsachen hinzudeuten, die der neueren elektrochemischen Theorie zu grunde liegen. Auch der wichtige Satz, daß die Stromstärke an jeder Stelle des Stromkreises dieselbe ist, fordert eine andere Darlegung als wir sie hier finden. Es ist ganz und gar nicht schulmäßig, ihn aus der Natur der stationären Strömung zu folgern, er muß vielmehr experimentell, aus der Gleichheit der magnetischen Wirkung, hergeleitet werden (vgl. Müller-Pfaundler, 9. Aufl. III 410).
P.

Zur Behandlung der inneren Kräfte im physikalischen Unterricht der Prima. Von Prof. Dr. M. Nordmann. Festschrift des R.-G. in Halberstadt zur Erinnerung an das 350 jährige Bestehen, 2. Teil, S. 21—44.

Es wird eine Anzahl einfacher Aufgaben über die Wirkung von Kräften auf starre Systeme mit ausschließlicher Zugrundelegung der Newtonschen Prinzipien behandelt. Die Einführung der inneren Kräfte wird aufs eingehendste erläutert und bei Systemen von zwei und drei festverbundenen Massenpunkten in Anwendung gebracht. Die Darlegungen gipfeln in der Aufgabe: die Zugspannungen an einem Dreieck zu ermitteln, wenn in dessen Ecken drei Massen angebracht sind, die der Wirkung von drei in der Dreiecksebene liegenden, beliebig gerichteten Kräften unterliegen. Die Auflösung führt auch zur Betrachtung des um einen Punkt drehbaren ebenen starren Systems unter der Einwirkung von zwei Kräften und zum Hebelgesetz, „hinter dessen Kulissen man hier gewissermaßen sieht“. Das vom Verfasser eingeschlagene Verfahren erscheint überaus geeignet, die Grundanschauungen zu vermitteln, ohne die an ein tieferes Eindringen in die theoretische Mechanik nicht gedacht werden kann. Auch ohne unmittelbaren Hinblick auf die Verwertung im Unterricht ist es interessant und der näheren Kenntnisaufnahme wert.
P.

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 16. September 1896. Herr P. Szymański trug eine einfache Theorie des Wechselstroms vor. Bei den Versuchen, die sich anschlossen, benutzte er einen Wechselstrom von 200 V. und 10 A. welche Größen mit den Hitzdrahtinstrumenten von Hartmann & Braun gemessen wurden. Er zeigte, daß jede Spule einen Selbstinduktionscoefficienten besitzt, der von dem Stoffe abhängt, welcher den Innenraum erfüllt. Schiebt man in die Spule einen Eisenkern, so wird der scheinbare Widerstand vergrößert. Hält man an den Eisenkern ein Eisenblech, so kann man den Gang der Maschine hören. Die Spule stößt einen Aluminiumring ab (Elihu Thomson). Stellt man vor das eine Ende des Kerns eine drehbare Eisenscheibe und nähert das eine Mal der oberen, das andere Mal der unteren Hälfte einen Eisenstab, so dreht sich die Scheibe im ersteren Falle nach links, im zweiten nach rechts. Er zeigte, daß ein zweiphasiges Drehfeld entsteht, wenn man in einen Wechselstromkreis mit Selbstinduktion einen Widerstand ohne Selbstinduktion einschaltet, und daß in einem dreiphasigen Drehfeld Eisenfeile und ebenso eine Kugel sich in umgekehrter Richtung wie das Feld des Motors drehen. Nach dem Vorgange von Elihu Thomson zeigte er die Bewegungen einer Schale, das Aufrichten eines Eies, eines Kreisels und einer Aluminiumscheibe im Drehfelde. — Derselbe entwarf mittels einer Projektionslampe, deren Kohlen mit Cadmiumchlorid und Magnesiumchlorid getränkt waren, mit Linsen aus Quarz und einem Prisma aus Kalkspath ein Spektrum und machte dessen ultravioletten Teil durch einen Bariumplatinocyanürschirm in prächtiger Weise sichtbar. Er legte verschiedene Formen von Röntgenröhren vor, die von Siemens & Halske, die der A. E. G. und mehrere von ihm selbst hergestellte mit beweglichem Platinblech, die zum Teil mit Aluminiumkappen versehen waren. Er zeigte die Wirkung des elektrischen LötKolbens von Zerener (d. Zeitschr. IX 252) und ein Wasserdilatometer von großen Abmessungen.

Sitzung am 26. Oktober 1896. Herr P. Heitchen zeigte und erklärte ein von ihm hergestelltes Galvanometer. In einem Messingrohr, an dem die Drahtspulen angebracht sind, hängt an einem Coconfaden, der an einem Torsionskopf befestigt ist, ein Magnetsystem, das aus zwei lotrechten Magnetneten besteht. An dem Magnetsystem sitzt ein dünner Draht, an dem ein langer wagrechter Zeiger befestigt ist, der über einer Skale in einem Glaskasten spielt. Das Galvanometer war in sinnreicher Weise mittels excentrischer Scheiben befestigt. Der Vortragende erläuterte die Verwendung der Richtmagnete und die bequemste Herstellung der Kreisteilungen. Er zeigte die Befestigung von Coconfäden mittels eines Wachskolophoniumkittes, der mit einem erwärmten zweischneidigen Kölbchen aufgetragen wird. Verbindet man einen Nickel- und einen Eisendraht mit den Klemmen des Galvanometers und bringt man die freien Drahtenden zwischen den Fingerspitzen in Berührung, so zeigt das Instrument den Strom an, der durch die Handwärme entsteht. Schaltet man in den Stromkreis eines Bunsenelements den menschlichen Körper und das Galvanometer ein, so zeigt dies einen merklichen Ausschlag. Die Füllung des Bunsenelements geschah durch eine eigenartige Vorrichtung, die auf der Anwendung comprimierter Luft beruhte. — Derselbe zeigte und erklärte noch ein zweites Galvanometer, das er nach dem Vorbilde des Deprez-Instruments gebaut hatte, und dessen Empfindlichkeit sich bequem ändern liefs. Er erläuterte dann noch drei von ihm erdachte Quecksilberunterbrecher, einer davon wird jetzt von der Firma Keiser & Schmidt hergestellt, ein anderer gestattet, Induktor und Unterbrecher gleichzeitig einzuschalten. Er zeigte ferner einen einfachen Pachytropen für 16 Elemente und einen Widerstandsatz mit Widerständen, deren Ohmzahlen nach Potenzen von 2 fortschreiten. — Herr F. Körber machte auf das Farberthermoskop von H. Rebenstorff aufmerksam (vgl. d. Zeitschr. IX 227).

Sitzung am 9. November 1896. Herr Lange hielt einen Vortrag über immerwährende Kalender. Er erwähnte die Arbeiten von Volckland, Felix Müller u. a. und erläuterte dann eingehend die verschiedenen Einrichtungen, die er dem immerwährenden Kalender gegeben hat. Er führte einige Tages- und Osterbestimmungen aus; eine der letzteren bestätigte er durch Berechnung des Osterdatums mittels der Gauß'schen Formel, die er in Verse gebracht hatte. Er setzte das Prinzip der Herstellung der immerwährenden Kalender auseinander und erläuterte die Tafeln zur Auffindung der Sonneneckel und der Frühlingsvollmonde. — Herr P. Heitchen beschrieb eine einfache Heizvorrichtung für Influenzmaschinen. — Herr H. Hahn teilte mit, dass die Accumulatorenfabrik von W. A. Böse & Co. (Berlin S. O. Köpnickerstr. 154) Accumulatorenbatterien, die aus ihren Fabriken stammen, zur Neuladung mit Wagen abholt und geladen wieder an die Besitzer zurückbefördert.

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts in Wien.

Sitzung am 1. Februar 1896. Herr H. Hartl aus Reichenberg demonstrierte eine Reihe von Apparaten für die Optik und den hydrostatischen Druck (d. Zeitschr. IX 113, VIII 94, 204), ferner Apparate für die Mechanik (V 282, VI 74).

Sitzung am 22. Februar 1896. Herr Rusch sprach über den elementaren Unterricht in der astronomischen Geographie. Er schließt sich der Forderung an, daß die Schüler zunächst lernen müssen, das Weltall vom geozentrischen Standpunkt zu betrachten. „Der Unterricht in der a. G. muß Gelegenheitsunterricht werden“; das ganze Jahr hindurch sind die Schüler zu gelegentlichen Beobachtungen der Himmelserscheinungen anzuleiten. Die Betrachtung vom heliozentrischen Standpunkte aus sei Sache des physikalischen, nicht des geographischen Unterrichts. — Herr A. Höfler besprach Koppes astronomische Karte, und führte eine Reihe Projektionen astronomischer Objekte sowie ein verbessertes Exemplar seines Ekliptikapparates vor (beschrieben in der Vierteljahresschr. d. Vereins I 99, vgl. d. Zeitschr. II 169). Auf Antrag Höflers wurde auch eine Resolution angenommen: Die Unterrichtsverwaltung möge ausdrücklich gestatten, von dem Lehrstoff der Astronomie dasjenige schon in der vorletzten Klasse durchzunehmen, was für die im Mechanikunterricht dieser Klasse zur Sprache kommenden Begriffe und Sätze (Keplersche Gesetze, Centralbewegung, Präcession) unentbehrlich ist.

Sitzung am 21. März 1896. Herr Hlawaczek, Gesellschafter der Firma Lenoir und Forster, führte Versuche mit Vakuumröhren und Fluoreszenzschirmen vor. — Herr V. v. Lang führte ein Experiment über Flammenspaltung nach amerikanischem Muster aus. Zwei Blechtrichter wurden durch ein Gummiband zu einem Gefäß mit Zufluß- und Brennerrohr verbunden, dann wurde das so gebildete Gefäß mit Leuchtgas gefüllt und dieses oben entzündet. Nach Absperrung des Gashahnes trat die erforderliche Mischung von Leuchtgas und Luft und infolge davon die Spaltung der Flamme ein. Die nach unten gehende Flamme schlug endlich nach innen und veranlafte eine Explosion, die den oberen Trichter in die Höhe schnellte.

Sitzung am 26. März 1896. Der Glaskünstler Herr Woytaček demonstrierte den ganzen Vorgang bei Herstellung Hittorf'scher Röhren. Die Herren Hinterberger und Kuhn fügten weitere Erläuterungen und Demonstrationen hinzu.

Sitzung am 9. Mai 1896. Herr A. Lampa sprach über die neue Demonstrationstechnik im Gebiete der elektrischen Oscillationen und führte Versuche unter Benutzung der Töplerschen zwanzigplattigen Influenzmaschine vor. Sechs kleinere Leydener Flaschen wurden je 3 parallel geschaltet und die Innenbelegungen je einer Flasche mit den Polen der Maschine verbunden, die zwischen den Außenbelegungen entstehenden Oscillationen durch einen Transformator geschickt, dessen primäre Spule drei Windungen dreifach aus 2 mm starkem Draht gewickelt, die sekundäre 20 Windungen von 1 mm starkem Draht enthielt. Der heruntertransformierte Wechselstrom brachte eine fünfkerzige 100 Volt-Glühlampe zu heller Rotglut, der hinauftransformierte lieferte die bekannten Lichterscheinungen in großem Glanze. Weitere Versuche über Wirkungen oscillierender Ströme schlossen sich an.

Sitzung am 24. Oktober 1896. Herr C. Reichl führte volumetrische Versuche aus dem chemischen Unterricht vor: die Auflösung von Chlorwasserstoff in Wasser, die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes der Luft durch Pyrogallussäure in der Stammerschen Röhre, die Bestimmung des Wasserdunstgehaltes der Luft mittelst Schwefelsäure, die Ermittlung des Kohlendioxydgehaltes der Luft. — Herr E. Maiss demonstrierte eine neue Form der Neumannschen Lichtbrechungsrinne, das Rebenstorffsche Farbenthermoskop und einen Versuch über Luftwägung mit Hilfe der Verdichtungspumpe.

Sitzung am 28. November 1896. Herr Mechaniker Steflitschek führte eine Anzahl neuer Apparate vor. — Herr Schweighofer zeigte einen einfachen constanten Gasentwicklungsapparat. — Herr Haas berichtete über den Ferienkurs im Januar 1896.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Neuer Projektionsapparat mit elektrischem Glühlicht.

Mitteilung aus der R. Fuefsschen Werkstätte in Steglitz b. Berlin.

Von C. Leiss.

Die Anwendbarkeit elektrischer Glühlampen der allgemein gebräuchlichen Typen als Leuchtquelle bei Projektionsapparaten war bisher nicht oder nur in höchst unvollkommenem Maße möglich, denn eine gleichmäßige erleuchtete Projektionsfläche wird, wie bekannt, nur dann erzielt, wenn die

von dem Beleuchtungssystem aufgenommenen Strahlen von einer nicht zu großen und in ihrer Ausdehnung gleich intensiven Lichtquelle herrühren. Dieser Bedingung genügen nun von den für Projektionszwecke in Frage kommenden Lichtarten am weitgehendsten das elektrische Bogenlicht, das Kalk- und Zirkonlicht, da bei diesen die Lichtquelle sich am meisten der Form eines leuchtenden Punktes nähert.

Da elektrische Projektionslampen für Bogenlicht den Preis eines Apparates erheblich verteuern und die Installationen für Erzeugung von Kalk- oder Zirkonlicht gleichfalls mit nicht unbedeutenden Kosten verknüpft sind, so lag der Wunsch oder das Bedürfnis nahe, — wenigstens für kleinere Apparate — eine leichter zu beschaffende und dabei angenehm und leicht zu handhabende Lichtquelle zu besitzen. Von verschiedenen Firmen wurden oder werden denn auch Projektionsapparate mit elektrischem Glühlicht angeboten; die ganz unzweckmäßige Form des Glühfadens und die dadurch zu erzielende als durchaus mangelhaft zu bezeichnende Leistung des Apparates verhinderte aber bisher eine weitere Verbreitung solcher Apparate.

Eine elektrische Glühlampe mit einem Glühfaden in den üblichen Formen (auch die sogenannten Fokuslampen eingerechnet) würde in die Camera eines Projektionsapparates eingesetzt, auf dem Wandschirm stark vergrößert und hell erleuchtet die Form des Glühfadens zur Abbildung bringen, dagegen würden alle übrigen Teile der Projektionsfläche viel weniger hell und ungleichmäßig beleuchtet sein.

Figur 1 zeigt die Form einer neuen, der Firma R. Fuess patentamtlich geschützten Glühspirale, wie solche bei den Glühlampen des in Figur 2 abgebildeten Projektionsapparates Verwendung finden und eine recht gleichartige Belichtung des Wandschirmes ermöglichen. Die sich verjüngende Spirale, deren größte Windung einen Durchmesser von ca. 12—15 mm hat, wirkt etwa wie eine leuchtende runde Fläche von angegebener Größe. Die Lichtstärke der neuen Lampe ist für 100 Kerzen eingerichtet.

Die Camera des Apparates (Fig. 2) ist aus Stahlblech gefertigt und an der hinteren sowie an der einen Seitenwand mit je einer Thüre versehen. Behufs Zentrierung der Lampe ist dieselbe vermittle des Griffknopfes *k* und des Stabes *s*₁ in zwei zu einander senkrechten Richtungen verschiebbar und außerdem drehbar. Die Schraube *s* dient zur Fixierung des die Lampe tragenden Stabes *s*₁.

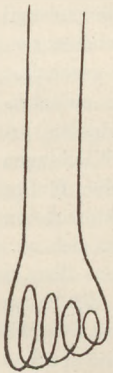


Fig. 1.

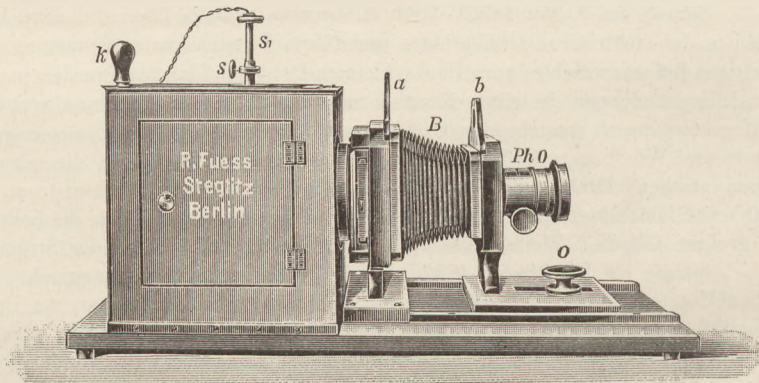


Fig. 2.

Das Beleuchtungssystem, welches je nach Wunsch aus zwei oder drei Linsen combinirt ist, besitzt eine Öffnung von 105 mm Durchmesser und ist in die Vorderwand der Camera eingesetzt. Der mit Wechsellvorrichtung versehene Bilderschieber wird unmittelbar vor dem Condensor zwischen zwei, an der hinteren Fläche eines Ständers befestigten, Kulissen eingeführt und durch Federung in jeder Stellung festgehalten. Für die grobe Einstellung des Projektionsobjektivs ist bei diesem Apparat eine Schlittenführung angewandt, welche durch Griffschraube *o* geklemmt werden kann.

Der Diapositivträger und der Träger für das Projektionsobjektiv sind durch den ausschaltbaren Anschlußbalg *B* mit einander verbunden. Die Ausschaltung des Balges geschieht durch einfaches Herausziehen desselben vermittle der beiden mit den Griffen *a* und *b* versehenen Schiebeprettchen. Beim Wiedereinsetzen des Balges wird die richtige Stellung durch Anschläge markiert. Der Anschlußbalg in Verbindung mit der Schlittenführung am Objektiv ermöglicht, daß die sogenannte grobe Einstellung weitaus bequemer als in der bisher meist gebräuchlichen Art erfolgen kann. Die Einstellung ist bei dieser Construction eine so sanfte, daß bei nur einiger Geschicklichkeit eine be-

sondere Feinstellung am Objektiv überhaupt entbehrlich ist. Ein weiterer Vorzug ist, daß man nach Entfernung des Anschlußbalges auch die Umrisse undurchsichtiger Gegenstände objektiv darstellen kann. Ferner erlaubt die Konstruktion des Apparates, denselben auch zur Vergrößerung von Negativen zu verwenden. Ein gleichmäßig erleuchtetes Feld bei den verschiedenen Vergrößerungen wird durch Verschieben der Glühlampe (Griff k) in axialer Richtung erzielt.

Neben diesem, speziell für Glühlicht eingerichteten Projektionsapparat fertigt die Firma FUEFS noch solche gleichartiger Konstruktion, welche für die Verwendung von elektrischem Bogenlicht, Kalk- oder Zirkonlicht und für Gasglühlicht und Petroleumlicht bestimmt sind. Außerdem werden diese Apparate für die verschiedensten Bildgrößen hergestellt.

Correspondenz.

Zu dem Aufsatz von Dr. P. SPIES über die Rogetsche Spirale (Heft I S. 29) schreibt Herr Professor Dr. DVORÁK in Agram:

„Herr SPIES hat übersehen, daß ich die Theorie der Rogetschen Spirale schon in der Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 1892, S. 197, behandelt habe; es ist dort eine für Versuche besonders passende Form der Spirale beschrieben und abgebildet, wobei man den Einfluß der Selbstinduktion eines eingeschobenen Eisenstabes von der ponderomotorischen Wirkung („Einfluß der freien Enden“) fast vollständig trennen kann. Wie man leicht sieht, ist die Divergenz der Kraftlinien am Ende des Eisenstabes die Ursache des Kraftantriebes für eine den Stab umgebende Drahtwindung.“

Zur Behandlung des Maßsystemes im Physikunterricht wird von Dr. J. KLEINPETER in Prosnitz (Mähren) in einer Mitteilung an den Herausgeber der folgende Vorschlag gemacht.

„Verfährt man beim Unterrichte so wie in der Wissenschaft, d. h. führt man beide Maßsysteme, das terrestrische und das absolute ein, so ergeben sich daraus folgende Mißstände: Die abgeleiteten Einheiten, die Masseneinheit im terrestrischen, die Kräfteinheit im absoluten System, haben den Nachteil einer sehr geringen Anschaulichkeit, und die bloße Thatsache des Nebeneinanderbestehens zweier Maßsysteme genügt schon an und für sich, das Verständnis gründlich zu erschweren. Diesen Übelständen läßt sich abhelfen, wenn man darauf verrichtet, die Constante in der definierenden Gleichung $= 1$ zu setzen, d. h. wenn man nicht schreibt $p = m \cdot \gamma$, sondern

$$\gamma = 9,8 \frac{p}{m}.$$

Ergiebt sich doch in dieser Form die Gleichung unmittelbar aus Versuchen an der Fallmaschine oder der Fallrinne! Ich denke mir dabei den Gang des Unterrichts derart, daß zunächst die gleichförmige Bewegung und der Fall an der Atwoodschen Maschine (oder auf der schiefen Ebene) rein kinematisch behandelt werden, hierauf auf die Ursachen beider Bewegungen eingegangen wird, wobei sich das Trägheitsgesetz, sowie das in obiger Gleichung ausgesprochene ergibt. p und m müssen so beide nach gleichem Maße, etwa kg, gemessen werden. Durch Versuche an einer Fallröhre oder mit isochronen Pendeln aus verschiedener Materie wird das Gesetz verallgemeinert. Es gilt allerdings zunächst nur für den Beobachtungsort und nur für die Schwerkraft, gerade das aber ist als Vorteil zu betrachten. Kommt man zur Besprechung der Thatsache, daß die Beschleunigung der Schwere nicht constant ist, so ergibt sich aus der Gleichung die Verschiedenheit von p und die Notwendigkeit, dasselbe durch Angabe des Ortes weiter zu definieren, was jetzt keiner Schwierigkeit mehr begegnen wird. Kommt man zu andern Kräften, so wird es sich in der Mechanik immer empfehlen, ebenso wie in der Technik, die terrestrische Einheit 1 kg zu Grunde zu legen. Man erreicht dann aber den nicht zu unterschätzenden Vorteil, Kraft und Masse durch gleiche Zahlen ausgedrückt zu erhalten. Natürlich müssen die anderen Gleichungen der Mechanik in analoger Weise umgeformt werden. Handelt es sich um elektrische Kräfte, so kann man, wenn man will, noch immer den Anschluß an das absolute System herstellen, es hindert aber nichts im Ausdruck des Coulombschen Gesetzes, statt 1 eine andere Constante einzusetzen. Die Hauptsache bleiben doch die praktischen Einheiten und diese wird man, wie in der Technik, durch ihre empirischen Definitionen einführen.“

Himmelserscheinungen im April und Mai 1897.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♂ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☊ Conjunktion, ☐ Quadratur, ☌ Opposition.

| Monatstag | März | | | | April | | | | | | Mai | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | 16 | 21 | 26 | 31 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Heliocentrische Längen. | 304° | 322 | 341 | 4 | 31 | 61 | 92 | 122 | 149 | 171 | 191 | 208 | 221 | 238 | 252 | 266 | ☿ |
| | 149 | 157 | 165 | 173 | 181 | 189 | 197 | 205 | 213 | 221 | 229 | 237 | 245 | 253 | 261 | 269 | ♀ |
| | 176 | 181 | 186 | 191 | 196 | 201 | 206 | 211 | 215 | 220 | 225 | 230 | 235 | 240 | 244 | 249 | ♁ |
| | 125 | 127 | 129 | 131 | 134 | 136 | 138 | 140 | 143 | 145 | 147 | 149 | 151 | 153 | 156 | 158 | ♂ |
| | 157 | 157 | 158 | 158 | 158 | 159 | 159 | 160 | 160 | 160 | 161 | 161 | 162 | 162 | 162 | 163 | ♃ |
| | 236 | 236 | 236 | 236 | 236 | 236 | 236 | 237 | 237 | 237 | 237 | 237 | 237 | 237 | 238 | 238 | ♄ |
| Aufst.Knoten. | 313 | 313 | 313 | 312 | 312 | 312 | 312 | 311 | 311 | 311 | 311 | 310 | 310 | 309 | 309 | 309 | ☉ |
| Mittl. Länge. | 150 | 216 | 282 | 348 | 54 | 119 | 185 | 251 | 317 | 23 | 89 | 155 | 221 | 286 | 352 | 58 | ☉ |
| Geocentrische Rektascensionen. | 146 | 213 | 290 | 351 | 48 | 114 | 179 | 254 | 326 | 21 | 84 | 149 | 215 | 295 | 357 | 54 | ☉ |
| | 344 | 352 | 0 | 9 | 18 | 28 | 37 | 45 | 53 | 58 | 61 | 62 | 61 | 59 | 57 | 55 | ♀ |
| | 35 | 38 | 40 | 42 | 42 | 42 | 41 | 39 | 36 | 34 | 31 | 29 | 28 | 28 | 29 | 31 | ♀ |
| | 356 | 1 | 6 | 10 | 15 | 19 | 24 | 28 | 33 | 38 | 43 | 48 | 52 | 57 | 62 | 68 | ☉ |
| | 87 | 90 | 92 | 95 | 98 | 100 | 103 | 106 | 109 | 112 | 115 | 118 | 121 | 124 | 127 | 130 | ♂ |
| | 155 | 155 | 154 | 154 | 153 | 153 | 153 | 153 | 153 | 153 | 153 | 153 | 153 | 154 | 154 | 154 | ♃ |
| 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 238 | 238 | 238 | 237 | 237 | 237 | 236 | 236 | 236 | 235 | 235 | ♄ | |
| Geocentrische Deklinationen. | +13 | -19 | -21 | -0 | +23 | +23 | -4 | -27 | -12 | +14 | +27 | +11 | -19 | -23 | +3 | +24 | ☉ |
| | -9 | -6 | -2 | +3 | +7 | +12 | +16 | +19 | +22 | +23 | +23 | +23 | +21 | +19 | +17 | +16 | ♀ |
| | +19 | +20 | +22 | +23 | +23 | +23 | +23 | +22 | +21 | +19 | +17 | +15 | +13 | +12 | +11 | +11 | ♁ |
| | -2 | +0 | +2 | +4 | +6 | +8 | +10 | +12 | +13 | +15 | +16 | +18 | +19 | +20 | +21 | +22 | ☉ |
| | +26 | +26 | +26 | +25 | +25 | +25 | +25 | +24 | +24 | +23 | +23 | +22 | +21 | +21 | +20 | +20 | ♂ |
| | +12 | +12 | +12 | +12 | +12 | +12 | +13 | +13 | +13 | +13 | +13 | +12 | +12 | +12 | +12 | +12 | ♃ |
| -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 | -17 | -17 | -17 | -17 | ♄ |
| Aufgang. | 18 ^h 11 ^m | 17.59 | 17.48 | 17.36 | 17.24 | 17.13 | 17.2 | 16.51 | 16.40 | 16.30 | 16.21 | 16.12 | 16.4 | 15.57 | 15.51 | 15.46 | ☉ |
| | 3 ^h 7 ^m | 10.41 | 15.50 | 17.0 | 18.24 | 23.17 | 4.57 | 12.23 | 14.46 | 15.46 | 18.41 | 23.41 | 7.2 | 12.17 | 13.27 | 15.2 | ☉ |
| Untergang. | 6 ^h 5 ^m | 6.14 | 6.22 | 6.31 | 6.40 | 6.48 | 6.57 | 7.6 | 7.14 | 7.23 | 7.32 | 7.40 | 7.48 | 7.55 | 8.2 | 8.8 | ☉ |
| | 17 ^h 23 ^m | 18.46 | 23.52 | 4.59 | 11.0 | 14.51 | 16.9 | 19.1 | 0.21 | 6.25 | 11.46 | 13.46 | 15.11 | 20.43 | 1.52 | 7.47 | ☉ |
| Zeitglg. | + 8m40s | +7.10 | +5.38 | +4.7 | +2.38 | +1.14 | -0.4 | -1.13 | -2.11 | -2.56 | -3.28 | -3.46 | -3.56 | -3.41 | -3.17 | -2.41 | ☉ |

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

| | | | |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| April 1 17 ^h 24 ^m | Neumond | Mai 1 9 ^h 46 ^m | Neumond |
| 4 15 | Mond in Erdferne | 1 20 | Mond in Erdferne |
| 9 21 27 | Erstes Viertel | 9 10 37 | Erstes Viertel |
| 16 19 25 | Vollmond | 15 20 | Mond in Erdnähe |
| 17 10 | Mond in Erdnähe | 16 2 55 | Vollmond |
| 23 10 48 | Letztes Viertel | 22 22 35 | Letztes Viertel |
| | | 29 30 | Mond in Erdferne |
| | | 31 1 26 | Neumond |
| Aufgang der Planeten. | April 15 ☿ 17 ^h 24 ^m | ♀ 16.44 | ♂ 20.43 ♃ 1.21 ♄ 9.52 |
| | Mai 16 16.17 | 14.58 | 20.16 23.22 7.38 |
| Untergang der Planeten. | April 15 8.24 | 9.28 | 13.50 15.47 18.42 |
| | Mai 16 8.30 | 5.28 | 12.41 13.46 16.34 |

Constellationen. April 1 16^h ☿ in oberer Sonnen-Conjunktion, wird Abendstern; 1 23^h ♀ ☉ ☾; 4 13^h ♀ ☉ ☾; 8 22^h ♂ ☉ ☾; 12 9^h ♀ in Sonnennähe; 13 0^h ♃ ☉ ☾; 16 22^h ♀ ☉ ☾, ♀ 5^h 13^m südlicher; 19 0^h ♄ ☉ ☾; 28 4^h ♀ in größter östlicher Ausweichung; 28 7^h ♀ in unterer Sonnen-Conjunktion, wird Morgenstern. — Mai 1 0^h ♀ ☉ ☾; 3 5^h ♀ ☉ ☾; 7 11^h ♂ ☉ ☾; 10 9^h ♃ ☉ ☾; 16 8^h ♄ ☉ ☾; 17 18^h ♄ ☉ ☾; 20 20^h ♀ in unterer Sonnen-Conjunktion, wird Morgenstern; 21 15^h ♃ ☉ ☾; 21 18^h ♂ in Sonnenferne; 26 9^h ♀ in Sonnenferne; 28 0^h ♀ ☉ ☾; 30 1^h ♀ ☉ ☾.

Jupitermonde. April: I. 7 9^h 33^m A; 14 11^h 27^m A; 21 13^h 22^m A; 28 15^h 17^m A; 30 9^h 46^m A. — II. 11 9^h 25^m A; 18 12^h 0^m A; 25 14^h 36^m A. — III. 10 9^h 39^m M, h. D. 1^h 41^m; 17 13^h 38^m M, h. D. 1^h 40^m. — IV. Keine sichtbare Verfinsternung. — Mai: I. 7 11^h 41^m A; 23 10^h 0^m A; 30 11^h 55^m A. — II. 13 9^h 4^m A; 20 11^h 40^m A. — III. 23 9^h 34^m M, h. D. 1^h 39^m. — IV. 20 11^h 20^m M, h. D. 1^h 59^m.

Veränderliche Sterne. Gut sichtbare Algols-Minima treten nicht mehr ein. Die Beobachtung der übrigen Veränderlichen wird allmählich durch die zunehmende Dämmerung erschwert. Die Sterne in *Lyra*, *Hercules* u. s. w. stehen abends recht gut.

Meteore. April-Maximum durch Fehlen des abendlichen Mondscheines begünstigt. — Die Auffindung des **Zodiakallichtes** gelingt schon im April nur mehr dem Geübteren.

* Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

J. Pfafsmann, Warendorf.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagehandlung gestattet.

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