Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1915

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0003|log294

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 24. **11. Juni 1915.** **Dritter Jahrgang.**

INHALT:

Die Unterbrechung elektrischer Ströme mit kleinem Kontakthube. Von *Dr. W. Burstyn, Berlin.* S. 301.

Fiktion und Hypothese. Von *Dr. M. Kronenberg, Berlin.* (Schluß.) S. 303.

Zur Frage: Nichteuklidische Geometrien und Raumbestimmung durch Messung. Von *Prof. Dr. Richard Hönigswald, Breslau.* S. 307.

Besprechungen:

Weimarn, P. P. von, Zur Lehre von den Zuständen der Materie Von *Werner Mecklenburg.* S. 311.

Becher, Erich, Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung. Von *M. B. Weinstein.* S. 313.

Kleine Mitteilungen. S. 314.

Zeitschriftenschau:

Flora. S. 315.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 315.

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 315.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Vorratswirtschaft und Volkswirtschaft

Von

Dr. Hermann Levy

a. o. Professor der Nationalökonomie an der Universität Heidelberg.

Preis M. 1.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Kgl. Bibliothek [illegible]

IX 11

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften"
Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

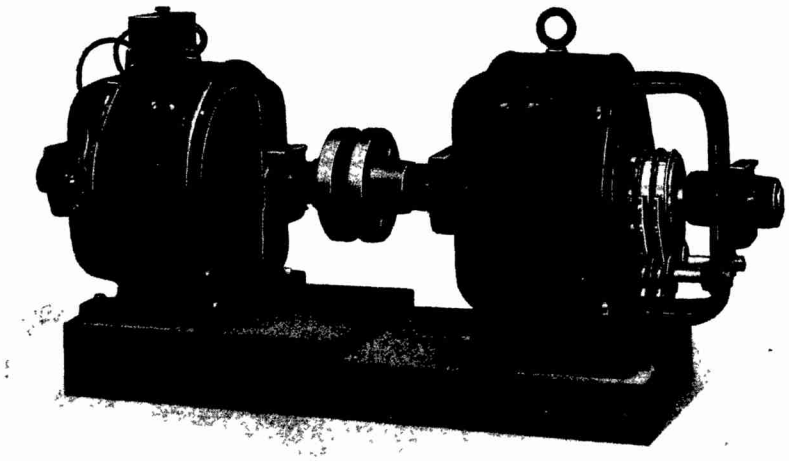
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.
Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Deutschlands Platz an der Sonne

Ein Briefwechsel englischer Politiker aus dem Jahre 1915

Von

Ferdinand Tönnies

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. —.50.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang. 11. Juni 1915. Heft 24.

Die Unterbrechung elektrischer Ströme mit kleinem Kontakthube.

(Neue Erklärungen und Verfahren.)

Von Dr. W. Burstyn, Berlin.

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Verfahren, einen elektrischen Strom zu unterbrechen: Das eine besteht darin, den bei der Öffnung eines Schalters entstehenden Lichtbogen so in die Länge zu ziehen, daß er sich nicht mehr aufrecht erhalten kann; bei dem anderen werden die Kontakte des Schalters nur ganz wenig geöffnet, und das Erlöschen des Lichtbogens wird durch besondere Mittel erreicht, die den Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes bilden sollen.

Das erstgenannte Verfahren ist gewissermaßen das brutalere. Es ist bei allen gewöhnlichen Dreh- und Hebelschaltern in Anwendung; auch die Schalter mit Blasmagnet, Hörnerblitzableiter und dergleichen, bei denen der Lichtbogen durch Ablenkung viel länger gemacht wird als der Abstand der Schalterkontakte, gehören hierher. Bei kleinen Stromstärken und in besonderen Fällen sind die beiden Unterbrechungsarten allerdings nicht unterscheidbar.

Im folgenden sollen nur Stromkreise in Betracht gezogen werden, deren Belastung aus reinem Ohmschen Widerstande besteht, die also keine Selbstinduktionsspule enthalten. Das Einfügen einer solchen, z. B. eines Elektromagneten oder der Primärspule eines Funkeninduktors, macht die Erscheinungen verwickelter, da die in der Spule enthaltene magnetische Energie beim Unterbrechen des Stromes ähnlich wirkt wie eine Masse beim plötzlichen Aufhalten einer Bewegung. Sie erzeugt höhere Spannungen als die der eigentlichen Stromquellen und muß während des Ausschaltvorganges erst vernichtet werden, größtenteils im Unterbrechungslichtbogen selbst. Da die dadurch entstehenden Komplikationen den Ausschaltvorgang hauptsächlich nur zeitlich verzögern, nicht aber seiner Art nach ändern, können sie hier außer acht gelassen werden.

Wenn man einen selbstinduktionsfreien Gleichstromkreis durch einen mit Platinelektroden versehenen Taster zu unterbrechen versucht, findet man, daß bis zu Spannungen von ungefähr 35 Volt sich jede Stromstärke, und wären es selbst 100 Ampère, schon mit dem kleinsten Luftwege ausschalten läßt. Man sieht an der Unterbrechungsstelle nur ein Fünkchen, und auch dieses ist nur dem unvermeidlichen Reste von Selbstinduktion zuzuschreiben. Bei Steigerung der Spannung merkt man aber, daß die Ströme, welche sich noch mit unendlich kleinem Schaltwege, also ohne Bildung eines Unterbrechungslichtbogens, öffnen lassen, immer kleiner und kleiner werden, bis schließlich bei einer Spannung von über 320 Volt selbst ein Strom von $^1/_{100}$ Ampère schon einen merkbaren Lichtbogen erzeugt.

Elektroden aus Metallen, wie Silber, Kupfer oder Eisen, zeigen im wesentlichen dieselben Erscheinungen, nur mit dem Unterschiede, daß die Grenzstromstärke, welche sich bei einer bestimmten Spannung noch eben lichtbogenfrei unterbrechen läßt, verschieden ist.

Jene Spannung, bei der sich ein beliebig großer Strom noch lichtbogenfrei ausschalten läßt, entspricht der Lichtbogenspannung, jene, bei der selbst ein beliebig kleiner Strom bereits einen Lichtbogen bildet, dem Kathodengefälle. Genau genommen, ist die Entladungserscheinung, die bei Spannungen oberhalb des Kathodengefälles und bei geringen Stromstärken auftritt, kein Lichtbogen, sondern Glimmlicht, das im Gegensatze zum Metallspektrum des Bogens das Stickstoffspektrum zeigt und sich daher schon für das bloße Auge durch seine violette Farbe von dem gelblichen Lichtbogen unterscheidet. Daß das meistens in Geißlerschen Vakuumröhren beobachtete und untersuchte Glimmlicht auch in Luft von atmosphärischem Druck erhalten werden kann, ist wenig bekannt.

Wie durch eingehende Untersuchungen nachgewiesen worden ist, läßt sich ein Lichtbogen nur aufrecht erhalten, wenn sein Kathodenfußpunkt geschmolzen oder wenigstens glühend ist. Die Temperatur der Anode hingegen ist gleichgültig. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß der Lichtbogen zu seinem Bestehen dauernd Elektronen benötigt, welche die negative Elektrode (Kathode) nur dann zu liefern vermag, wenn sie eine hohe Temperatur besitzt. Folgender einfacher Versuch beweist dies: Man benützt für einen Lichtbogen von etwa 2 Ampère als eine Elektrode eine Platte oder Schiene, als andere ein Drahtende oder dergleichen; bewegt man letztere Elektrode unter Innehaltung eines Abstandes von wenigen Millimetern an ersterer entlang, so bleibt der Lichtbogen brennen, wenn die bewegte Elektrode Kathode ist, indem der Anodenfußpunkt auf der Schiene ohne Schwierigkeit wandert. Ist hingegen die Schiene Kathode, so folgt der Fußpunkt nicht (oder nur sehr langsam) und der Lichtbogen erlischt. Diese Probe ist in vielen Fällen, z. B. beim Inbetriebsetzen einer Poulsenlampe, das bequemste Mittel, um die Stromrichtung festzustellen, da man keine besonderen Apparate dazu benötigt[1]).

[1]) Ein Demonstrationsapparat für diesen Versuch wird von der Firma Paul Firchow Nachfgr., Berlin, hergestellt.

Der Lichtbogen selbst ist es, der den Kathodenfußpunkt dauernd in Glut erhält. Wenn der Strom auch nur einen Augenblick lang aussetzt, so kühlen die umgebenden Metallmassen den Krater so stark ab, daß der Lichtbogen bei neuem Einsetzen des Stromes nicht wieder zündet, vorausgesetzt, daß die Spannung nicht zum Durchschlagen des Zwischenraumes ausreicht. Die erforderliche Abkühlungszeit beträgt beim Kohlenlichtbogen etwa $^1/_{20}$ Sekunde, bei den größten Scheinwerferbogenlampen sogar bis zu einer Sekunde, bei Metallelektroden zählt sie unter günstigen Umständen (schwachkonvexe Silberelektroden nach Art von Löschfunkenstrecken) nur nach milliontel Sekunden.

Der technische Wechselstrom ist ein Strom, der im Verlauf einer Sekunde hundertmal auf den Wert Null sinkt. Es ist in der Tat möglich, einen solchen Wechselstrom, etwa von 220 Volt und 30 Ampère, zwischen zwei Kupferdrahtenden fast funkenlos zu unterbrechen, wenn man die Vorsicht gebraucht, die Elektroden langsam voneinander zu entfernen. Reißt man sie dagegen auseinander, so wird man nur zufällig das Stromminimum treffen und erhält fast immer einen langen kräftigen Lichtbogen.

Ein Schalter mit schwachkonvexen Silberelektroden erlaubt bei langsamer Öffnung die Unterbrechung eines Wechselstromes von 500 Volt und über 150 Ampère, ohne daß mehr als ein kleines Fünkchen zu sehen ist. Schalter dieser Art[1]) werden neuerdings für Schaltuhren und ähnliche Zwecke praktisch verwendet. Wenn die Spannung mehr als 500 Volt beträgt, müssen entsprechend viele Schalter in Reihe gelegt und gleichzeitig geöffnet werden. Vor Ölschaltern, wie sie allgemein für diesen Zweck benützt werden, hat ein solcher Schalter wesentliche Vorteile.

Der Wechselstrom geht eigentlich nur einen unendlich kurzen Augenblick wirklich durch Null. Daß er sich zwischen gut löschenden Elektroden dennoch sicher unterbrechen läßt, beruht auf der oben erwähnten Erscheinung, daß ein Metallichtbogen unterhalb einer gewissen Spannung überhaupt nicht entstehen kann. Die gegenelektromotorische Kraft des Unterbrechungslichtbogens drückt also den Strom schon dann auf Null herunter, wenn die Klemmenspannung auf etwa 40 Volt gesunken ist.

Noch leichter als ein Wechselstrom läßt sich ein undulierender Strom unterbrechen, dessen Spannung zwischen einem Maximum und Null (oder besser noch etwas darunter) schwankt.

Es ist nun eigentlich naheliegend, auch bei Gleichstrom ein Auslöschen des Lichtbogens dadurch zu bewerkstelligen, daß man ihm im Augenblicke, wo ein Schalter geöffnet wird, einen Wechselstrom überlagert; diese Überlagerung braucht man natürlich nur an dem Stücke des Gleichstromes vorzunehmen, der im Schalter fließt.

In der Tat ist dieses Mittel unbewußt in Anwendung, und zwar beruht darauf die Wirkung des nach *Fizeau* benannten Löschkondensators, der z. B. den Unterbrechern für Funkeninduktoren parallel gelegt wird. Früher erklärte man die Wirkung dieses Kondensators so, daß er als Nebenschluß den Strom so lange verschluckt, bis der Schalter sich hinreichend geöffnet hat. Es ist klar, daß diese Theorie nicht in allen Fällen zutreffend sein kann, in denen man beim Öffnen überhaupt noch ein Fünkchen bemerkt. Der Vorgang verläuft in Wirklichkeit fast immer folgendermaßen: Beim Öffnen des Schalters bildet sich zunächst ein kurzer Lichtbogen, der in dem parallelen Kondensatorkreise nach Art einer Poulsenlampe Schwingungen hervorruft. Die Wellenlänge derselben ist von derselben Größenordnung wie der in der drahtlosen Telegraphie benützten; denn ein Kondensator von 1 Mikrofarad gibt mit einer Zuleitung von einigen Zentimetern Länge bereits eine Welle von einigen hundert Metern. Die Schwingungen erreichen nach einer oder mehreren halben Wellen eine Stromstärke, die die des Gleichstromes übertrifft, so daß der Strom im Lichtbogen auf einen Augenblick zu Null herabgedrückt und der Lichtbogen zum Erlöschen gebracht wird. Das Auftreten der Schwingungen läßt sich durch folgenden Versuch zeigen: Einem Taster wird ein Löschkondensatorkreis parallel geschaltet, der auch noch eine flache Selbstinduktionsspule von einer oder mehreren Windungen enthält; man stellt die Stromstärke so ein, daß Löschung gerade noch mit Sicherheit zustande kommt. Nähert man dann der Spule ein Neusilberblech, so bleibt beim Öffnen der Bogen brennen, erlischt aber, wenn er nicht zu lang ist, sowie man das Blech wieder entfernt. Ein dünnes Kupferblech hat dieselbe Wirkung, nicht aber ein dickes Kupferblech, weil es nur die Selbstinduktion der Spule vermindert, ihre Dämpfung aber nicht wesentlich vermehrt. Als praktische Folge ergibt sich daraus, daß Ohmsche Widerstände, d. h. Dämpfungen jeder Art Übergangswiderstände, dielektrische und andere Verluste im Kondensator, vermieden werden müssen; eine Dämpfung von der Größenordnung 0,1, die bei größeren Kapazitäten schon durch Bruchteile eines Ohms herbeigeführt wird, vermindert die Löschwirkung bereits beträchtlich.

An die Elektroden des Schalters werden bei diesem Löschvorgange ungefähr dieselben Ansprüche gestellt wie an die Löschfunkenstrecken der drahtlosen Telegraphie, d. h. die Elektroden müssen eine möglichst steile Lichtbogencharakteristik und möglichst gute Kühlung besitzen. Am günstigsten sind schwachkonvexe Scheiben aus Silber oder silberbedecktem Kupfer. Versuche haben ferner gezeigt, daß es für die Löschwirkung eines Kondensators eine bestimmte günstigste Wellenlänge gibt, die von der Größe der verwendeten Kapazität und dem Elektrodenmaterial abhängt.

Bei Anwendung von Silberelektroden kann man mit einem Kondensator von 0,3 Mikrofarad bestenfalls einen Gleichstrom von ungefähr 15 Ampère bei 220 Volt unterbrechen, jedoch nicht mehr ganz

[1]) Patent angemeldet.

zuverlässig. Größere Stromstärken erfordern unverhältnismäßig größere Kondensatoren.

Viel günstiger sind neue vom Verfasser ausgearbeitete Verfahren[1]), bei denen die Schalterelektroden sich nicht erst selbst die die Löschung bewirkenden Schwingungen erzeugen müssen. Die einfachste Anordnung zeigt Fig. 1.

Es bedeutet in derselben:

a den Stromverbraucher (Lampen, einen Funkeninduktor oder dergleichen),

u einen Umschalter, dessen oberer Kontakt den eigentlichen Schalter darstellt und schwachkonvexe Silberelektroden besitzt, während für den unteren Kontakt besser Platin gewählt wird,

c einen Kondensator,

l eine kleine, eisenfreie Selbstinduktionsspule, die auch durch die Zuleitung ersetzt sein kann,

w einen hohen Vorschaltwiderstand.

Bei geschlossenem Hauptstrom lädt sich der Kondensator *c* über den Widerstand *w* im Nebenschlusse zum Stromverbraucher *a* an der Spannung des Gleichstromnetzes auf. Wenn man den Schalter *u* öffnet, entsteht an ihm zunächst ein Lichtbogen. Sowie der Hebel aber die andere Seite berührt (der Hub darf nur ungefähr ½ mm betragen),

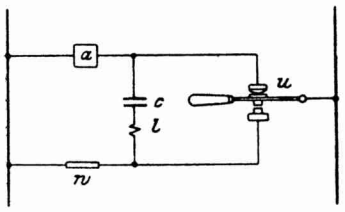


Fig. 1.

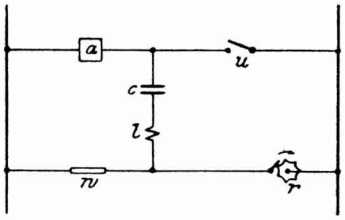


Fig. 2.

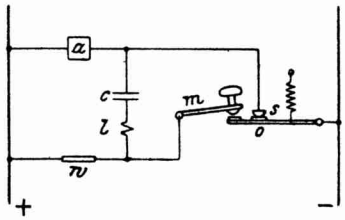


Fig. 3.

entlädt sich der Kondensator *c* durch den Lichtbogen in Form einer schnellen Schwingung, und zwar ist, wie die Überlegung zeigt, die Stromrichtung der ersten halben Welle der des Hauptstromes im Lichtbogen entgegengesetzt. Wenn der Schwingungsstrom stark genug ist, sinkt daher einen Augenblick lang die resultierende Stromstärke im Lichtbogen auf Null und derselbe löscht aus. Die Ströme, die sich auf diese Weise unterbrechen lassen, sind bei Anwendung derselben Kondensatoren mehrmals größer als bei der alten Schaltung. Es ist dabei notwendig, daß die Amplitude der Kondensatorschwingung genau gleich der Stärke des Gleichstromes ist; sie kann ohne Schaden größer sein, nur muß die Schwächung des Lichtbogenstromes eine gewisse Zeit dauern, d. h., die Schwingung darf keine zu kurze Wellenlänge besitzen. Zu diesem Zwecke ist die Selbstinduktionsspule *l* eingefügt.

Wenn besonders starke Ströme (über 50 Ampère) häufig (mehrmals in der Sekunde) zu unterbrechen sind, benutzt man besser die Schaltung nach Fig. 2.

Der den Löschstrom schließende Schalter ist hier durch einen dauernd laufenden Unterbrecher *r* ersetzt, wofür man am besten eine Quecksilberturbine nimmt. Wenn man den Hauptschalter *u* öffnet, kommt auf die kritische Bogenlänge von einigen zehntel Millimetern mit Sicherheit einer der vom Unterbrecher erzeugten Stromstöße und bewirkt die Löschung des Lichtbogens. Bei dieser Anordnung genügt bis zu beträchtlichen Stromstärken, etwa 30 Ampère, statt eines Schalters mit schwachkonvexen Elektroden ein gewöhnlicher Handschalter mit Messerkontakten, vorausgesetzt, daß man ihn nicht zu schnell öffnet.

Durch einen ganz besonderen Kunstgriff ist man imstande, den Öffnungslichtbogen bei Gleichstrom vollständig zu vermeiden, also selbst bei starken Strömen den Schalter zu öffnen, ohne daß auch nur ein Fünkchen sichtbar würde. Die verwendete Anordnung zeigt Fig. 3.

Ein Hebel *o* wird durch eine Feder gegen den festen Kontakt *s* gedrückt. Mit einem zweiten Hebel *m* schlägt man gegen ersteren Hebel, wodurch der Kondensatorkreis geschlossen und einen Augenblick später der Kontakt *s* geöffnet wird. Ist dieser kleine, durch die Elastizität des Hebels *o* definierte, Zeitzwischenraum ungefähr gleich einem Viertel der Schwingungsdauer des Kondensatorkreises und ist die Entladestärke des Kondensators richtig gewählt, so ist der Schalter im Augenblicke des Öffnens stromlos und die Öffnung des Schalters vollzieht sich daher ohne Lichtbogen.

Letzteres Verfahren ist wegen der erforderlichen genauen Abstufung zur praktischen Verwendung nicht geeignet. Es bedeutet auch gegenüber der Schaltung nach Fig. 1 keine wesentlichen Vorteile, da der kurzdauernde Lichtbogen beim schnellen Übergange des Schalters von der einen zur anderen Stellung die Kontakte fast gar nicht angreift.

[1]) D. R. P. Nr. 260 903, 268 889 und 269 254; dieselben sind im Besitze der Firma Paul Firchow Nachfolg., Berlin, welche automatische Schalter und Demonstrationsapparate nach diesen Patenten liefert.

Fiktion und Hypothese.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

(Schluß.)

Indessen ist es nun doch weniger die Hypothese als die Fiktion, mit der sich das Vaihingersche Werk überwiegend beschäftigt, die er nicht nur in den Mittelpunkt der Logik, sondern aller Wissenschaft stellt und zum tragenden Prinzip einer eigenen philosophischen Stellungnahme

macht. In diesem Sinne sucht und findet er Fiktionen überall, gleichsam auf Schritt und Tritt, auch da, wo man sie gemeinhin keineswegs zu vermuten pflegt. Das ergibt sich aus einer übersichtlichen Aufzählung und Einteilung der Fiktionen.

So ist zunächst jede künstliche Klassifikation für *Vaihinger* eine Fiktion. Das bekannteste und instruktivste Beispiel dieser Art ist das Linnésche Pflanzensystem. Es ist eine künstliche Klassifikation, ein künstliches System, das dem natürlichen System, ehe dies gefunden werden konnte, substituiert wurde, d. h. mit diesen fiktiven Klassen rechnete man zunächst, *als ob* es die wirklichen wären. „Solange solche Fiktionen ohne das Bewußtsein, daß sie solche sind, aufgestellt werden, als Hypothesen, sind sie eben falsche Hypothesen; einen eigentlichen Wert erhalten sie erst durch das Bewußtsein, daß sie *absichtlich* vorläufig gebildete Vorstellungsformen sind, welche einst einem besseren, natürlicheren System Platz machen sollen. Die bewußte Abweichung von der Wirklichkeit soll die letztere vorbereiten." — Weiter gibt es *abstraktive (neglektive)* Fiktionen, deren Hauptmerkmal darin besteht, daß von der Wirklichkeit ein Merkmal herausgenommen ist, die übrigen beiseite geschoben wurden oder vernachlässigt sind — ein Beispiel ist das oben angeführte von *Adam Smith*. — Wenn man ferner allgemeine Typen und Schemata aufstellt (man denke z. B. an die schematischen Zeichnungen in der Geologie sowie in der Mechanik, auch in der Physiologie), so hat man schematische und typische Fiktionen, wenn man Fälle fingiert, die der Beweisführung dienen sollen, so hat man paradigmatische Fiktionen, und utopische Fiktionen sind da vorhanden, wo Utopien im Sinne idealisierter Wirklichkeit (z. B. bei *Thomas Morus*, Platos Idealstaat usw.) aufgestellt werden.

Eine wichtige Gattung sind sodann die *tropischen* oder auch *symbolischen* oder *analogischen* Fiktionen. Ihr Name orientiert bereits über ihren Inhalt. Ihre Bedeutung aber erhellt, wenn man sich, wie der Verfasser näher darlegt, klar macht: „Alles Erkennen ist Apperzipieren durch ein Anderes. Es handelt sich also stets um eine Analogie beim Begreifen. Es ist auch gar nicht abzusehen, wie denn überhaupt das Sein anders als so begriffen werden sollte. Wer den Mechanismus des Denkens kennt, weiß, daß alles Begreifen und Erkennen auf analogischen Apperzeptionen beruht. Die einzigen Vorstellungsgebilde, mit denen die gegebenen Dinge apperzipiert werden können, sind entweder die entsprechenden Allgemeinbegriffe oder auch andere konkrete Dinge. Da diese aber lediglich selbst wieder unbegreiflich sind, so wird mit all diesen Analogien nur ein Scheinbegreifen erzeugt." Zu solchen analogischen Fiktionen, die also auch nur ein Scheinbegreifen erzeugen, gehören nun auch die *Kategorien*, wie Substanz (Ding), Ursache und Wirkung, Möglichkeit und Notwendigkeit usw. Es sind also bloße Vorstellungsgebilde, welche zur Apperzeption des Gegebenen dienen. „Dinge, welche Eigenschaften haben, Ursachen, welche wirken, sind Mythen. Man kann nur sagen, daß sich die objektiven Erscheinungen so betrachten lassen, *als ob* sie sich so verhielten; aber nimmermehr besteht ein Recht, hier dogmatisch aufzutreten und das „als ob" in ein „daß" zu verwandeln." Sobald also „solche Analogien als *Hypothesen* aufgefaßt werden, so entstehen alle jene Systeme in Theologie und Philosophie, welche die dadurch entstehenden Widersprüche aufklären wollen, z. B. die Versuche, die Substanz und ihr Verhältnis zu ihren Attributen zu bestimmen, die Ursache und ihr Verhältnis zur Wirkung usw." Auch von *Kant* meint *Vaihinger*, er habe seine ruhmreichen Entdeckungen — nämlich vor allem, daß die Kategorien nicht zum Erfassen der Wirklichkeit tauglich sind, daß sie als analogische Fiktionen keine wahre Erkenntnis gewähren, daß also, weil eben alles Begreifen in Kategorien erfolgt, ein Begreifen der Welt absolut unmöglich ist — diese Entdeckungen habe der große Philosoph selbst „mit den Rettungsversuchen abgelebter rationalistischer Dogmatik befleckt und so selbst dazu beigetragen, daß seine richtigen Resultate begraben und vergessen wurden". — —

Und so wäre denn, da all unser Denken auf zahllosen Fiktionen beruht, da nicht nur alle Ideen, denen man große Bedeutung beizumessen pflegt[1]), sondern auch alle Allgemeinbegriffe, in denen, und alle Kategorien, mit denen wir denken, solche Fiktionen sind — so wäre schließlich auch die Wahrheit selbst eine Fiktion und unser Begriff von ihr müßte durchaus umgewertet werden? In der Tat, *Vaihinger* zieht auch diese Konsequenz. „Es hat sich gezeigt", sagt er, „daß das, was wir gewöhnlich Wahrheit nennen, nämlich eine, wie man sagt, mit der Außenwelt zusammenstimmende Vorstellungswelt, daß *diese Wahrheit nur der zweckmäßigste Irrtum ist*. . . . . d. h. diejenige Vorstellungsweise, welche am raschesten, elegantesten, sichersten und am wenigsten mit irrationalen Elementen besetzt, *Handeln* und *Berechnen* am meisten ermöglicht." „Unsere Vorstellungswelt heißen wir dann wahr, wenn sie uns erlaubt, am besten die Objektivität zu berechnen und in ihr zu handeln; denn die sogenannte Übereinstimmung mit der Wirklichkeit ist doch endlich als Kriterium aufzugeben. . . . Zwischen wahr und falsch sind keine so schroffen Grenzen, wie man gewöhnlich anzunehmen beliebt. Irrtum und Wahrheit fallen unter den gemeinsamen

[1]) Es sei nur beiläufig angemerkt, worauf an dieser Stelle natürlich nicht näher eingegangen werden kann, daß *Vaihinger* auch einen so bedeutungsvollen Begriff wie den der *Freiheit* als reine Fiktion auffaßt, die praktisch nützlich ist, namentlich in ethischem und juristischem Sinne; ebenso aber auch die Vorstellung *Gott*, wobei er sich auf *Kants* Ansicht beruft, daß die ethische Motivierung dann in die religiöse übergehe, wenn das Gute so angesehen werde, *als ob* es von einem höchsten Wesen gewollt wäre.

Oberbegriff des Mittels zur Berechnung der Außenwelt; das unzweckmäßige Mittel ist der Irrtum, das zweckmäßige heißt man Wahrheit."

* * *

Wenn man nun Wert oder Unwert dieser Anschauungsweise kritisch bestimmen will — was an dieser Stelle natürlich nur in sehr eingeschränktem Maße möglich ist —, so wird man vor allem zweierlei unterscheiden müssen: diese Anschauungsweise gibt sich einmal als logisch-erkenntnistheoretisches System und sodann will sie doch auch, darüber hinausgreifend, eine Art allgemeiner Prinzipienlehre sein, eine philosophische Theorie, die sich anderen philosophischen Standpunkten entgegensetzt und mit anderen wieder übereinkommt. Und nach beiden Richtungen ist die Wertung von vornherein eine verschiedenartige.

Als allgemeine philosophische Theorie nimmt *Vaihingers* Philosophie des Als Ob nicht sowohl Stellung zu den großen Prinzipienfragen des Wirklichen selbst, als zu den verschiedenen philosophischen Theorien und Systemen, namentlich denen, die in der jüngsten Vergangenheit Einfluß und Geltung gewonnen haben, aber auch zu vielen anderen, selbst solchen des Altertums und des Mittelalters, die irgendwie, positiv oder negativ, zur eigenen Grundanschauung sich in ein Verhältnis setzen lassen; und sie will für alle diese verschiedenartigen philosophischen Anschauungen den inneren Vereinigungspunkt darstellen, in gewisser Weise auch natürlich das Katharthikon (Läuterungsmittel), welches fast automatisch berechtigte und unberechtigte Auffassungen, Wahres und Falsches voneinander sondert.

Diese Ansicht ist schon deshalb unberechtigt, weil der Standort, von dem aus die verschiedenen Systeme und philosophischen Richtungen geprüft werden, ein viel zu beschränkter und einseitiger ist und weil, gerade auch nach *Vaihingers* eigener Ansicht, eine jede wertvolle philosophische Anschauungsweise außerordentlich viel mehr ist als eine bloße logische Theorie oder eine Prinzipienlehre des Erkennens. Sie ist aber vor allem auch deshalb unberechtigt, weil, wie sich sehr leicht ergibt, *Vaihingers* eigene Theorie auf bestimmte metaphysische Grundvoraussetzungen zurückgeht, die weder für sich, noch nach ihrem inneren Zusammenhang, soweit ein solcher besteht, gedanklich neu erarbeitet, sondern dogmatisch aufgenommen und als philosophische Basis der logischen Theorie substruiert sind — aufgenommen zum guten Teil von verschiedenen in der Gegenwart und jüngsten Vergangenheit einflußreich gewordenen philosophischen Richtungen, von denen der Verfasser teilweise selbst bekundet, daß sie, direkt oder indirekt, bestimmend auf ihn gewirkt hätten, denen er jedenfalls gleichsam als Parteigänger zugerechnet werden kann. So bekennt sich der Verfasser zunächst allgemein zum *Voluntarismus, d.* h. in der alten Streitfrage, ob die Intelligenz über den Willen, oder umgekehrt dieser über jene, den Primat habe, vertritt *Vaihinger* die letztere Auffassung, die er, wie er betont, außer *Fichte* besonders *Schopenhauer* sowie der Kampf-ums-Dasein-Lehre *Darwins* verdankt. Er bekennt sich ferner als Voluntarist zu einer Art von *Biologismus,* etwa im Sinne von *Mach* und *Avenarius,* d. h. auch er will alle Denkprozesse letzten Endes den Gesetzen der Lebensvorgänge unterstellt wissen; und damit in Zusammenhang steht der *Phänomenalismus,* der alles Sein und Geschehen auf Empfindungselemente als Letztes und Gegebenes zurückgeführt wissen will. Als Voluntarist ist *Vaihinger* sodann auch Anhänger des *Pragmatismus,* der den praktischen Nutzen zum Kriterium der Wahrheit macht. Vor allem bekennt *Vaihinger* sich auch zur philosophischen Grundrichtung des *Positivismus,* d. h. indem er alle Metaphysik und alle Hypostasierung von Begriffen und Ideen ablehnt, will er sich allein an das positiv Gegebene, die Tatsachen und das Wirkliche, halten, wenn er auch meint, gerade auf diesem Wege der wahren Bedeutung der Ideen gerecht werden und so auch das Berechtigte des Idealismus mit vertreten zu können — daher er seinen Standpunkt ganz besonders und allgemein als idealistischen Positivismus oder positivistischen Idealismus selbst bezeichnet.

Wollte man nun also die Auffassungsweise *Vaihingers* nach ihren allgemeinen philosophischen Grundlagen prüfen, so müßte man auch in eine Kritik aller jener neueren Richtungen, des Voluntarismus, Pragmatismus, Positivismus usw., eintreten, was natürlich an dieser Stelle nicht möglich ist. Aber es ist auch nicht notwendig, es genügt bereits, zur allgemeinsten Charakteristik auf den Punkt hinzuweisen, in dem sonst die logische mit der allgemein philosophischen Grundauffassung, die Theorie der Fiktionen mit den prinzipiellen Voraussetzungen der Philosophie des Als Ob eng zusammenhängen: das ist die Art und Weise, wie *Vaihinger* den Begriff der *Wirklichkeit* handhabt. Dieser ist ja durchaus entscheidend, da das „Wirkliche" eben das naturnotwendige Korrelat des Fiktiven ist: die allgemeinste Charakteristik der Fiktion lautet dahin, daß sie ein Nicht-Wirkliches ist, aber als Wirkliches trotzdem angesehen und gehandhabt wird; und Fiktion und Hypothese unterscheiden sich wiederum nur durch ihre verschiedene Beziehung auf das „Wirkliche".

Aber vergebens sucht man nun nach einem festen Anhaltspunkte für das, was *Vaihinger* als „wirklich" und das „Wirkliche" bezeichnet. Alle näheren Angaben darüber sind durchaus widerspruchsvoll, meist auch unklar, ganz im Gegensatz zu dem sonstigen Charakter des Buches, das sich durchweg durch eine, gerade bei philosophischen Schriften nicht gerade häufige, wohltuende Klarheit auszeichnet. So erhält das Wirkliche bald einen entschieden objektiven, bald einen rein subjektiven Charakter, es wird bald erkenntnistheoretisch, bald rein psychologisch (namentlich

als zurückgehend auf die Empfindungen) bestimmt, und noch öfter bleibt dieser Begriff der Wirklichkeit und des „Realen" in einem unbestimmten Halbdunkel, welches zuweilen nur so viel erkennen läßt, daß der Verfasser einfach das voraussetzt, was das naive Bewußtsein unter dem „Wirklichen" begreift. Noch heilloser als innerhalb der allgemeinen philosophischen Voraussetzungen ist der Widerspruch innerhalb der logischen Theorie selbst. Diese behauptet, daß zu den Fiktionen auch die Kategorien, auch die abstrakten Allgemeinbegriffe, gehören — beides trifft aber gewiß auf den Begriff der Wirklichkeit zu, der einer der abstraktesten Allgemeinbegriffe und zugleich eine der wichtigsten Kategorien ist: also ist die Wirklichkeit selbst eine Fiktion, also kann die Beziehung der letzteren auf erstere nicht zu deren Kennzeichen gemacht, und ebenso Fiktion und Hypothese danach nicht mehr unterschieden werden, also fällt die ganze Theorie der Fiktionen in sich selbst zusammen. Wir brauchten an der Wirklichkeit nur um den Preis nicht zu zweifeln und zu verzweifeln, daß wir die Theorie der Fiktionen selbst aufgäben. Dazu ist ja auch durch diese selbst Veranlassung genug gegeben. Denn nach ihren Thesen beruht das, was wir Erkenntnis nennen, auf zahllosen Fiktionen und ist ihrem Wesen nach durchaus fiktiv. Kann die Philosophie des Als Ob eine Ausnahme bilden? Es ist nicht wohl möglich, daß sie uns das Wirkliche kenntlich macht und unterscheiden lehrt, da sie doch zugleich lehrt, daß es überall von Schein und Täuschung verhüllt sei. Auch können wir die Behauptungen der Als-Ob-Lehre schon deshalb nicht für wahr annehmen, da sie selbst uns doch versichert, daß es Wahrheit überhaupt nicht gebe, daß das, was wir so nennen, nur eben der zweckmäßigste Irrtum sei. Es hilft uns auch nichts, wenn wir uns aus dem Bereich der Theorie generell forttreiben und uns anweisen lassen, uns lediglich an die Praxis zu halten. Denn diese setzt doch immer wieder die Theorie voraus, beide sind ganz untrennbar verbunden, und man kann sie wohl einmal vorübergehend in der Theorie absondern und gegenüberstellen (auch das wäre dann also eine Fiktion), aber niemals — in der Praxis. Kurz, wie wir uns auch wenden mögen, wir finden uns überall in die heillosesten Widersprüche verstrickt, und zwar so, daß die Philosophie des Als Ob immer durch sich selbst widerlegt wird.

Trotz alledem ist nun natürlich das Vaihingersche Werk nichts weniger als wertlos, sondern in vielen Beziehungen höchst verdienstvoll. Es gilt von ihm nicht bloß seine eigene These, daß die Wahrheit im Grunde nur der zweckmäßigste Irrtum sei, sondern mit ebensoviel und noch größerem Recht das Umgekehrte: daß der Irrtum auch eine zweckvolle Wahrheit sei — zweckvoll, d. h. eben selbst *als* Irrtum der Wahrheit dienend. Die Relation von Irrtum und Wahrheit ändert sich ja unaufhörlich je nach der — zeitlichen und ideellen — Distanz des Beobachters; daher kann etwas in unmittelbarer Nähe als große, bedeutungsvolle Wahrheit erscheinen, was in der Ferne immer mehr zusammenschrumpft und nicht mehr als Wahrheit zu erkennen ist — sowie ein Gegenstand in der Nähe sehr groß und wichtig erscheint, der in der Ferne als bedeutungslos verschwindet. In diesem Sinne beruht ja bei sehr vielen wissenschaftlichen Theorien die Vermischung von Irrtum und Wahrheit darauf, daß ein Prinzip von beschränkter Geltung in seiner Bedeutung, die man nur aus nächster Nähe beobachtete, übertrieben und allzu weit ausgedehnt wurde.

Für das vorliegende Werk ist dies ziemlich deutlich zu erkennen. Der Verfasser ist, wie er selbst angibt, ausgegangen von den fiktiven Elementen in der Mathematik und den Naturwissenschaften, vor allem denen, die vorzugsweise an der Mathematik orientiert sind. Erst von hier aus wurde dann der Hauptgesichtspunkt auch auf andere Gebiete übertragen, und so, sagt der Verfasser selbst, „kam die Synthese zustande, welche nun hier vorliegt, eine Synthese, welche in dem Verfahren des Mathematikers und des Theologen, des Physikers und des Juristen denselben Grundzug wieder erkennt".

Nun ist gewiß keine Frage, daß es Fiktionen der von *Vaihinger* charakterisierten Art in der Mathematik nicht nur zahlreich gibt, sondern daß sie hier auch eine höchst wichtige, bedeutsame Rolle spielen. Das zeigt schon die Elementarmathematik überall: wenn ich z. B. die Kongruenz zweier Dreiecke beweisen will, so *fingiere* ich, sie wären, ungeachtet der gegebenen Voraussetzungen, nicht kongruent, ich gehe ganz so vor, *als ob* sie nicht kongruent wären — und gelange so, mit Hilfe eines Irrtums, auf praktischem Wege zur Erkenntnis, vom fingierten Unwirklichen aus zur Wirklichkeit. Vielleicht noch wichtiger ist der Begriff der Fiktion in der höheren Mathematik und bei der Lösung der verwickelteren mathematischen Probleme, und *Vaihinger* hat das namentlich an dem Beispiel des Infinitesimal-Kalküls und seiner Geschichte in sehr instruktiver Weise illustriert. Auch ist es ja unbestreitbar, daß die Mathematik auf zahlreiche Fiktionen sich geradezu aufbaut und ohne sie nicht bestehen kann: man denke etwa an die Größe Null oder $\sqrt{-1}$ oder die beiden Geraden, die sich im Unendlichen schneiden (Parallelen) usw. Wie hier die Fiktion geradezu das wichtigste und schlechterdings unentbehrliche Vehikel der Erkenntnis ist, zeigt sich auch dadurch besonders deutlich, daß häufig die Wahrheit durch zwei Fiktionen gefunden wird, die sich wechselseitig aufheben. So betrachtet man den Kreis als eine Ellipse, deren Brennpunkte die Distanz Null haben: Kreis = Ellipse ist die eine, Distanz = 0 ist die andere Fiktion; jede bezeichnet etwas Unmögliches, Unwirkliches, Widerspruchsvolles, und doch führen beide durch Kompensation zur Erkenntnis. Ähnlich und noch deutlicher z. B. bei

den Gleichungen zweiten Grades: mit der Gleichung $x^2 + p\,x = q$ kann das Denken nichts anfangen; aber nun fingiere ich, daß die eine der beiden Seiten der Gleichung um $\left(\frac{p}{2}\right)^2$ vergrößert werde, korrigiere aber diesen Fehler, indem ich auf der anderen Seite dieselbe Fiktion vornehme, und nun ist die Gleichung auflösbar:

$$x^2 + p\,x + \left(\frac{p}{2}\right)^2 = q + \left(\frac{p}{2}\right)^2.$$

Der Grund dafür, warum in der Mathematik die Fiktionen eine so wichtige und bedeutungsvolle Rolle spielen, ist die gesonderte erkenntniskritische Stellung, welche die Mathematik einnimmt. Was damit gemeint sei — auf das Nähere kann an dieser Stelle natürlich nicht eingegangen werden —, ist jedem ohne weiteres einleuchtend, der mit der Kantischen Lehre vertraut ist. Man könnte den Hauptpunkt kurz so ausdrücken: in der Mathematik spielen die Fiktionen deshalb eine so wichtige Rolle, weil in ihr im Grunde alles fiktiv ist, weil es auch Flächen, Linien und Punkte als Realitäten im Sinne *Vaihingers*, also objektiv, unabhängig vom Erkenntnisvermögen bestehend, nicht gibt, ebensowenig wie die Größe 0 und ∞ oder $\sqrt{-1}$; und die letzteren, welche *Vaihinger* als Fiktionen kennzeichnet, wären sonach im Grunde nur besonders drastische, hervorstechende und als solche einleuchtende Fiktionen. Aus ebendemselben Grunde kann es darum auch in der Mathematik, im Unterschiede von anderen Erkenntnisgebieten, nur Fiktionen, aber keine Hypothesen geben.

Es ist darum auch ohne weiteres einleuchtend, daß man den Begriff der Fiktion im mathematischen Sinne nicht ohne weiteres auf andere Erkenntnisgebiete übertragen kann; daß er jedenfalls hier schwankend, unsicher oder unhaltbar werden muß; und dies um so mehr, je weiter man sich von der Mathematik entfernt. So spielt die Fiktion gewiß noch eine bedeutungsvolle Rolle auch in der mathematischen Physik, wie etwa der Begriff des Gravitations-Zentrums, d. i. des Punktes, in welchem die Schwerkraft eines Körpers konzentriert gedacht wird, oder auch selbst noch der des Atoms, dessen mathematischer Charakter ja unverkennbar ist, noch als solche Fiktionen aufgefaßt werden können. Dagegen ist es schon unmöglich, oder mindestens irreführend und höchstens eine Halbwahrheit, den physikalischen Begriff der Kraft in gleichem Sinne als Fiktion zu begreifen. Vollends den Begriff der Fiktion noch weiter auszudehnen, selbst Ideen, Allgemeinbegriffe, Kategorien usw. insgesamt darunter zu begreifen, und schließlich ihn gar zum allgemeinen Erkenntnisprinzip zu erheben und so zum tragenden Begriffe einer allgemeinen philosophischen Prinzipienlehre zu machen, kann nur zu jenen Abirrungen und heillosen Widersprüchen führen, von denen oben die Rede war.

Dennoch ist auch dies letztere in der Art, wie es von seiten *Vaihingers* geschehen ist, noch wertvoll und verdienstlich. Wertvoll ist diese allseitige Beleuchtung des Begriffs der Fiktion vor allem in *heuristischer* Hinsicht, indem dadurch viele Gesichtspunkte und Beziehungen aufgedeckt werden, die sonst leicht verborgen geblieben wären. Und überhaupt ist ja jedes konsequente Durchdenken eines Prinzips immer sehr förderlich, auch dann noch, wenn sich mancherlei Einseitigkeiten und Irrtümer nicht vermeiden lassen; es ist in solchem Falle um so förderlicher, wenn es mit so viel Klarheit und Sachkunde auf der Grundlage eines umfassenden Wissens geschieht, wie das im Werke *Vaihingers* der Fall ist. In diesem Sinne ist es also für die verschiedenartigsten Erkenntnisgebiete, ganz besonders auch für die Mathematik und die mathematischen Naturwissenschaften, lehrreich und förderlich, den Gedankengängen der Philosophie des Als Ob nachzugehen und auch diejenigen wissenschaftlichen Begriffe, die man als Fiktionen keineswegs anzusehen vermag, doch zunächst einmal unter der Leitung des vorliegenden Werkes ganz so zu betrachten, *als ob* sie Fiktionen wären.

Zur Frage: Nichteuklidische Geometrien und Raumbestimmung durch Messung.

Von Prof. Dr. Richard Hönigswald, Breslau.

1. Unter den durch den Begriff und die systematische Entfaltung der nichteuklidischen Geometrien veranlaßten wissenschaftlichen Streitfragen ragen — soweit sie nicht dem eigentlichen Interessenkreis der Mathematik angehören — insbesondere zwei hervor: das Problem von dem apriorischen Charakter geometrischer Urteile und die Frage nach der tatsächlichen Beschaffenheit „unseres Raumes“. Das erstgenannte Problem könnte nur im Rahmen umfassender erkenntnistheoretischer Erwägungen diskutiert werden. Ist es doch ohne scharfe Bestimmung und kritische Analyse des methodischen *Begriffs der Apriorität* nicht einmal zu exponieren, geschweige denn zu lösen. — Anders die zweite Frage. Ungeachtet der Fülle erkenntnistheoretischer Beziehungen, in die auch *sie* sich unweigerlich eingliedert, gestattet sie doch aus ganz bestimmten methodischen Gründen eine vergleichsweise *geschlossene* kritische Betrachtung. Und da sie überdies dem Interessenkreis des theoretischen Physikers vielleicht auch näher steht, so mag ihr diese kurze, prinzipielle Überlegung gewidmet sein.

2. Wir stellen die Frage nach der geometrischen Beschaffenheit „unseres Raumes“ in der Form einer These zur Diskussion, deren sich die Verteidiger des Gedankens einer experimentellen Bestimmbarkeit des Erfahrungsraumes gern zu bedienen pflegen. Die Beschaffenheit „unseres Raumes“ sei, so argumentiert man, von der mathematischen Einsicht in die Gesetzlichkeit der eukli-

dischen, beziehungsweise der nichteuklidischen Geometrien durchaus unabhängig. Sie sei eine Tatsache, wie andere. Es habe deshalb einen guten wissenschaftlichen Sinn, durch *Messung* feststellen zu wollen, ob „unser Raum" tatsächlich euklidisch sei oder nicht. Wohl stoße ja jeder Versuch solcher Messung, nach der Lage der Dinge, auf gewisse, unüberwindliche Schwierigkeiten. Aber diese Schwierigkeiten seien doch immer nur tatsächlicher, gewissermaßen *technischer* Natur. Jeder Versuch einer messenden Bestimmung des Erfahrungsraumes nämlich impliziere bereits in dem Satz von der Geradlinigkeit des Lichts möglicherweise eine Voraussetzung zugunsten der euklidischen Geometrie und keine der zur Verfügung stehenden Maßmethoden gestattet einen Verzicht auf jenen Satz. Jede Aussage über das Ergebnis einer Messung des Erfahrungsraumes sei daher von vornherein schon mit einem Mangel behaftet, der den methodischen Wert des Verfahrens im höchsten Grad fragwürdig erscheinen läßt. Aber diese Schwierigkeit, so erklärt man weiter, berühre das *Prinzip, den Sinn,* der Aufgabe nicht. Mag auch eine Messung nicht, oder derzeit nicht *durchführbar* sein, ja selbst völlig aussichtslos erscheinen; — die *Aufgabe* einer experimentellen Feststellung der „geometrischen Beschaffenheit" des Erfahrungsraums *als solche* bleibt doch sinnvoll und bestehen. Der Gedanke, daß diese experimentelle Feststellung möglich sei, könne daher schlechterdings nicht aufgegeben werden. Es gebe zum mindesten kein Argument dafür, daß sie als Tatsachenfeststellung *grundsätzlich* unmöglich sei.

3. Ehe man nun in die Analyse dieser These eintritt, ist es zweckmäßig, den Blick auf eine Reihe von Vorfragen zu lenken. Wir setzen zunächst den Fall, die These bestehe zu Recht, d. h. die Messung „unseres Raumes" zum Zweck der Bestimmung seiner geometrischen Beschaffenheit sei, ungeachtet der Umstände ihrer tatsächlichen Durchführbarkeit, eine sinnvoll und einwandfrei gestellte Aufgabe. Ja, wir setzen, daß solche Messung tatsächlich möglich sei und etwa zu dem Ergebnis geführt habe, der gemessene Raum *ist euklidisch.* Was, so fragen wir zunächst, wäre mit solchem Ergebnis *nicht* erzielt? Es wäre a) nicht erzielt eine Entscheidung über den wissenschaftlichen Gehalt und den Geltungswert der euklidischen Geometrie als mathematischer Disziplin. Es wäre nicht erzielt eine Entscheidung über „die Richtigkeit" der euklidischen Geometrie als mathematischer Disziplin; genau so wenig freilich wie über die „Unrichtigkeit" nichteuklidischer Geometrien als mathematischer Disziplinen. Was auch unter geometrischer „Richtigkeit" und „Unrichtigkeit" verstanden werden mag, die messende Bestimmung „unseres Raumes" entscheidet über sie nicht. Euklidische und nichteuklidische Geometrien verhalten sich eben in dieser Hinsicht gleich. — Es würde aber weiterhin b) auch nicht entschieden sein über die *Gründe* der Anwendbarkeit der euklidischen Geometrie auf „unseren Raum". Denn die experimentelle Aufweisung einer euklidischen Bestimmtheit *an* „unserem Raum" ist, ganz prinzipiell verstanden, keine Aufweisung von Gründen, die die Anwendbarkeit der euklidischen Raumgesetzlichkeit auf „unseren Raum" verbürgen. — Und würde andererseits die als durchgeführt angenommene Messung zeigen, daß der gemessene Raum *nichteuklidisch* sei, so würde damit, und zwar aus verwandten Gründen, wiederum keine Entscheidung getroffen sein a) hinsichtlich des wissenschaftlichen Gehalts und des Geltungswerts nichteuklidischer Geometrien als mathematischer Disziplinen, natürlich auch keine Entscheidung gegen Gehalt und Geltungswert der euklidischen Geometrie als mathematischer Disziplin; ebensowenig b) hinsichtlich der Gründe für die Anwendbarkeit nichteuklidischer Raumgesetzlichkeiten auf „unseren Raum".

Erzielt wäre dagegen, gleichviel ob die Messung für oder gegen die Euklidizität „unseres Raumes" entschiede, die Kenntnis einer *Tatsache,* im strengsten, d. h. empirischen Sinn dieses Wortes. Erzielt wäre, anders ausgedrückt, eine Aussage entweder ausschließlich darüber, daß „unser Raum" hier und so gemessen, diese und diese Beschaffenheit aufweise; oder aber eine Aussage als Grundlage für einen empirischen Wahrscheinlichkeitsschluß auf die geometrische Beschaffenheit „unseres Raumes" überhaupt, d. h. auf dessen Beschaffenheit auch dort, wo er *nicht* gemessen worden ist, bzw. gemessen werden konnte. Mit *mathematisch-geometrischer* Einsicht hat natürlich auch der letztgenannte Fall nicht das geringste zu tun.

4. Annahmegemäß aber gilt diese ganze Erwägung nur unter *einer* Voraussetzung, nämlich unter der, daß die *These* einen legitimen Gebrauch vom *Begriff* der Messung gemacht hatte. Indem wir uns nunmehr anschicken zu prüfen, ob und inwieweit diese Voraussetzung zutrifft, stehen wir bereits inmitten einer Diskussion der These selbst, d. h. einer kritischen Untersuchung des Gedankens, inwieweit die Forderung einer experimentell messenden Bestimmung „unseres Raumes" überhaupt methodisch sinnvoll und gerechtfertigt, mithin theoretisch möglich ist.

Macht also, so muß jetzt gefragt werden, die These einen legitimen Gebrauch von dem Begriff der Messung? Nun ist ein legitimer Gebrauch von dem Begriff der Messung ein solcher, der dem *Begriff* der Messung gemäß ist. Deshalb ist mit jener ersten Frage die weitere gestellt: Was enthält, wodurch bestimmt sich der *Begriff der Messung?* Messen und Maße sind, wenigstens in dem hier einzig in Betracht kommenden Sinn, d. h. im Hinblick auf den Gedanken experimenteller Feststellung, Begriffe, in denen zwei ihrem logischen Charakter nach klar unterschiedene Momente zueinander in unlösbare Wechselbeziehung treten. Das eine dieser Momente ist die Gesetz-

lichkeit einer extensiven Mannigfaltigkeit; das zweite eine spezifische Art der inhaltlichen Bestimmtheit. Der Begriff des Messens vereinigt kurz, wenngleich nicht ganz genau gesagt, allemal eine geometrische und eine „physikalische" Komponente. Oder mit anderen Worten: Von Messen und Maß in dem von der These gemeinten Sinn zu sprechen ist nur möglich im Hinblick auf eine zweigliedrige *Relation* zwischen der Gesetzlichkeit einer extensiven Mannigfaltigkeit und einer den Bedingungen dieser Gesetzlichkeit genügenden inhaltlichen Bestimmtheit, wobei die besondere Art sowohl der extensiven Mannigfaltigkeit, als auch der ihre Forderungen erfüllenden Inhaltsbestimmtheit zunächst gleichgültig ist. Messen bedeutet, man denke nun an die einfachsten oder an die komplexesten Fälle, die Bestimmung eines Erfahrungsobjekts gemäß der Norm jener Relation, einer Norm, die sich von Fall zu Fall in dem jeweiligen „Maßstab" verkörpert. Die dem Gedanken des Messens zugrundeliegende Relation repräsentiert also eine komplexe Einheit, die dem einen ihrer Glieder, nämlich dem geometrischen — gerade wegen ihrer unweigerlichen *inhaltlichen* Bestimmtheit — als selbständiger Faktor, als Faktor von eigenartiger logischer Valenz gegenübersteht. In dem Begriff des Messens äußert sich eine spezifische, von geometrischen Gesetzlichkeiten irgendwelcher Art wohl nicht unabhängige, aber von ihnen nichtsdestoweniger scharf unterschiedene logische Funktion. Oder konkret gesprochen: Wer von „Messen" redet, etwa von Längenmessung vermittels des Metermaßes, der meint ein anderes wie räumliche Bestimmtheit im Sinne der Geometrie; der meint räumliche Bestimmtheit in Beziehung auf eine Bestimmtheit nichtgeometrischen Charakters, in Beziehung etwa auf die Gesetzlichkeit der Wärme. Denn man kann nicht „messen", ohne neben der räumlichen zugleich auch die naturgesetzliche Bestimmtheit dessen, *was* und zugleich dessen, *womit* gemessen werden soll, in Betracht zu ziehen, vielleicht genauer: ohne die räumliche Bestimmtheit im Hinblick auf ihr Verhältnis zu naturgesetzlichem Verhalten zu beurteilen. (Ausdehnung der Körper durch Wärme.) Wer von „Messen" redet, der meint das räumliche Verhalten von *Naturobjekten;* der meint demgemäß *zugleich* Naturgesetzlichkeit. Geometrie als mathematische Disziplin ist auch nicht die Wissenschaft von der räumlichen Messung. Sie für eine solche erklären, heißt entweder aus dem Begriff der Messung das naturgesetzliche Moment ausschalten und ihn dadurch jeglichen Sinns berauben; oder aber es heißt den von aller Beziehung auf Erfahrung unabhängigen Gehalt der Geometrie als mathematischer Disziplin verkennen. Geometrie ist so betrachtet die Theorie nur des einen der beiden Elemente, nämlich des räumlichen, die der Begriff der Messung in sich schließt. Die unlösbare Gemeinschaft räumlich-geometrischer und eigentlich naturgesetzlicher Bestimmtheit im Begriff des Messens — das ist die Relation, von der oben die Rede gewesen.

Nun unterliegt der Bedingung dieser Relation unweigerlich *sowohl der Maßstab als auch der zu messende Gegenstand,* kurz: *das Maßobjekt.* Das kommt nicht allein in der unabweisbaren und selbstverständlichen Forderung des Physikers zum Ausdruck, daß jedes seiner Untersuchung zugängliche Objekt „meßbar" sein müsse; das folgt noch viel deutlicher aus der Erwägung, daß grundsätzlich jeder „Maßstab" anderen Maßstäben gegenüber Maßobjekt und jedes Maßobjekt anderen Maßobjekten gegenüber jederzeit Maßstab muß werden können. Es folgt ferner aus der Einsicht, daß Messung wohl Bestimmung eines bis dahin eben in der Richtung der Messung noch nicht Bestimmten bedeutet; daß sie aber zugleich den Gedanken der *Bestimmbarkeit,* hier der *Meßbarkeit,* des zu Bestimmenden in sich schließen muß, soll der Begriff der Messung überhaupt einen angebbaren Sinn erhalten. Meßbarkeit heißt grundsätzliche Bestimmtheit im Sinne des Maßstabes, beziehungsweise des Begriffs der Messung. Solche grundsätzliche Bestimmtheit teilen miteinander Maßstab und Maßobjekt. *Beide* unterliegen der Bedingung jener oben erörterten Relation, die den Begriff des Messens definiert.

5. Wir kehren nunmehr zu dem Ausgangspunkt der Untersuchung, zu der These von der prinzipiellen Meßbarkeit „unseres Raums" zurück. Er ist im Sinne der These das „Maßobjekt". Als solches muß er gemäß der Norm der den Begriff der Messung definierenden Relation bestimmt sein. Wir lassen es dahingestellt sein und fragen nicht: Welches ist die spezifische Inhaltsbestimmtheit des „Maßobjekts", das wir im Sinne der „These" als „unseren Raum" bezeichnen? Wir stellen nur fest: *Wenn* „unser Raum" überhaupt Maßobjekt sein soll — und dafür *muß* ihn die „These" halten —, dann muß sein Begriff auch durch irgendein System extensiver Mannigfaltigkeit, durch irgendeine geometrische Gesetzlichkeit mitdefiniert sein. Welches nun ist diese geometrische Gesetzlichkeit? — das allein kann hier gefragt werden. Hat man aber diese Frage einmal erfaßt, dann ist die *völlige Problemlosigkeit* der Aufgabe, eine „Messung" „unseres Raumes" vorzunehmen, um festzustellen, *ob* er den geometrischen Voraussetzungen der Messung genügt oder nicht, *erwiesen.* — Wird überhaupt geurteilt, „unser Raum" sei meßbar, so ist dies nur möglich vermöge gewisser geometrischer Voraussetzungen, die hinsichtlich seines Begriffs bereits gemacht sein müssen. Fehlen solche Voraussetzungen, so ist die Rede von der Meßbarkeit „unseres Raumes" sinn- und richtungslos. Es gibt, anders ausgedrückt, keinen „meßbaren" Raum, der von den jeweiligen Voraussetzungen für den Begriff der „Meßbarkeit" unabhängig wäre. Ihn dennoch dafür erklären, heißt nicht weniger, als eine Aufgabe unter der Voraussetzung lösen wollen, daß die Bedingungen ihres Begriffs ausgeschaltet werden. Genau dasselbe aber heißt es,

von einem für „meßbar" erklärten Raum zu erwarten, daß er die Voraussetzungen seiner Meßbarkeit möglicherweise „widerlegen" oder auch nur „bestätigen" könnte: er „ist" eben *als* meßbares Objekt nur vermöge jener Voraussetzungen.

6. Es betrifft eine besondere, hier zunächst gleichgültige Frage, ob denn in den Begriff der „Meßbarkeit" von Erfahrungsobjekten — und ein Erfahrungsobjekt soll doch wohl auch „unser Raum" als möglicher Gegenstand der Messung sein — *nur* die euklidische Raumgesetzlichkeit eingehe oder nach welchen Gesichtspunkten vielleicht auch andere Raumgesetzlichkeiten an jenem Begriff der „Meßbarkeit" teil haben könnten. Wenn und sofern aber die *euklidische* Gesetzlichkeit für das begriffliche Bestandstück der Relation gilt, die die Messung von Erfahrungsobjekten beherrscht, sofern ist es nicht nur eine „technische", sondern eine *gedankliche* und prinzipielle Unmöglichkeit, von einer Messung „unseres Raumes" im Sinne der These ein Ergebnis zu erwarten. Die geometrische Beschaffenheit „unseres Raumes" scheint nur insolange ein Gegenstand messender Tatsachenfeststellung zu sein, als der Begriff der „meßbaren" Tatsache selbst undefiniert und unanalysiert bleibt.

7. Man wird in dieser Phase unserer Argumentation gut tun, eine Reihe von Begriffen klar zu unterscheiden. Es gibt 1. einen Begriff des geometrischen Raumes, beziehungsweise geometrischer Räume, euklidischer und nichteuklidischer, die sich in ihrer spezifisch-mathematischen Gesetzlichkeit erschöpfen. Es gibt 2. den Begriff eines psychophysiologischen Raumes. Seine Gesetzlichkeit ist die Gesetzlichkeit der „Raumanschauung". Er scheint gewisse Eigenschaften mit dem euklidischen Raum zu teilen, andere nicht (Verschiedenwertigkeit der Richtungen im Raume usw. usw.). Es gibt schließlich 3. den Raum als Element einer Maßgesetzlichkeit. Als solches kann er je nach dem Stand und den Bedürfnissen der physikalischen Forschung — denn Messen ist ein Begriff, der zunächst innerhalb dieser auftritt — euklidisch oder auch nichteuklidisch sein. Es könnten nämlich physikalische Probleme auftauchen, denen die Bedingungen einer euklidischen Maßgesetzlichkeit überhaupt nicht mehr genügen, oder genauer, denen eine Relation als Maßgesetzlichkeit nicht genügt, deren geometrische Komponente die euklidische Geometrie ist. Ja, es könnte sich selbst herausstellen, daß die euklidische Maßgesetzlichkeit *keinem* physikalischen Problem genügt, d. h. daß sie kein Moment in der Definition des physikalischen Objekts ist. Das wäre der Fall, wenn die Mannigfaltigkeit physikalischer Teilprobleme nur unter der Voraussetzung einer nichteuklidischen Maßgesetzlichkeit zu systematischer Einheit verknüpft werden könnte. In diesem Fall aber würde die Aufgabe unabweisbar werden, auch die Meßbarkeit „unseres Raumes" im Sinne einer nichteuklidischen Maßgesetzlichkeit zu bestimmen. Es ist klar, daß diese Aufgabe nun wieder ihrerseits jene andere, der „These" korrespondierende Frage grundsätzlich ausschlösse, ob denn nicht „unser Raum" von dem nichteuklidischen Verhalten, diesmal zugunsten des euklidischen, vielleicht doch abweiche. Der Gedanke, daß ein *meßbarer* Raum *nichteuklidisch* ist, hat eben einen Sinn nur, sofern Nicht-Euklidizität schon in den Begriff der Meßbarkeit, bzw. des Maßobjekts selbst eingeht. *Ob* das der Fall ist, das ist eine Frage der Entwicklung der physikalischen Forschung und nicht eine davon unabhängige Aufgabe experimenteller Messung.

8. Wir können nunmehr allgemein erklären: Die Problemstellung der „These" überhaupt ist falsch. Ihr Problem beruht darauf, daß ein unanalysierter und undefinierter Begriff vom Raum als „unser Raum" stillschweigend eingeführt und als mögliches Objekt einer Messung bezeichnet wird. Die These übersieht, daß „Messen" kein geometrischer, sondern ein, im allgemeinsten Sinn des Wortes, *physikalischer* Begriff ist. Sie übersieht infolgedessen, daß Maßstab und Maßobjekt von der Maßrelation in gleicher Weise umspannt werden, daß die Maßrelation eine Bedingung darstellt, der sowohl Maßstab, wie Maßobjekt genügen müssen, und daß die Frage, ob sich denn das Maßobjekt dieser Bedingung nicht vielleicht doch entziehen könnte, gleichbedeutend sei mit der Aufhebung des Gedankens der Messung überhaupt und daher auch mit der Aufhebung der Aufgabe selbst. Sie übersieht, daß Messen allemal nur innerhalb der Norm *eines* Maßgesichtspunkts (Maßprinzips) möglich ist. — Die These verfährt grundsätzlich kaum anders, wie etwa der, der „versuchen" wollte, ob es, entgegen der landläufigen wissenschaftlichen Auffassung, doch vielleicht prinzipiell möglich sei, mit Längenmaßen Wärmemengen zu messen; beziehungsweise, ob es sich nicht vielleicht mit Hilfe eines klug ersonnenen Experiments doch zeigen ließe, daß Wärmemengen im Grunde genommen Längen sind. Hier liegt ja freilich die Unmöglichkeit offen zutage. Aber in der *Sache* ist sie gewiß nicht geringer bei dem Problem der These. Sie *scheint* es nur zu sein, weil das Wort „Raum" eine Identität vortäuscht, die in Wahrheit gar nicht besteht. „Unser Raum", der gemessen werden soll, ist eben nicht *der* „Raum", der dem beabsichtigten Maßexperiment zugrunde liegt. Noch einmal muß es darum gesagt werden: Um von „unserem Raum" als möglichem Maßobjekt sprechen zu können, muß er als Maßobjekt implizit oder explizit bereits definiert sein. Und das ist er nur im Hinblick auf eine ihm *und* dem Maßstab gemeinsame Relation. Liegt diese aber vor, dann ist die Frage der These erledigt, bevor sie überhaupt gestellt werden konnte; liegt sie nicht vor, dann ist die Frage schlechterdings sinnlos.

9. Man wird diesen Erwägungen vielleicht entgegenhalten: Was also ist denn eigentlich „unser

Raum"? Aber sofort sieht man, daß diese Frage keinem Einwand gleichkommt. Ganz im Gegenteil! Sie hätte gerade von den Verfechtern der „These" gestellt und beantwortet werden müssen, *bevor* noch die Forderung erhoben war, die Beschaffenheit „unseres Raumes" messend experimentell zu ergründen. So richtet sich jene Frage unter dem Gesichtspunkt der vorliegenden Erwägungen geradezu *gegen* die Verfechter der „These". Wir dürfen uns über sie an dieser Stelle kurz fassen. „Was" auch, so wird zu sagen sein, „unser Raum" „sein" mag, als Gegenstand der Messung unterliegt er deren Bedingungen. Fixiert man aber die letzteren, so ist das Problem der „These" selbst gegenstandslos.

10. Damit könnten wir die Erörterung eigentlich beschließen. Nur um der logischen Eindeutigkeit der Problemstellung willen sei noch eine kurze Bemerkung hinzugefügt. Die Frage der These, ob denn „unser Raum" tatsächlich euklidisch sei oder nicht, muß unterschieden werden von der Frage nach den Gründen, aus welchen räumlich-extensive Gesetzlichkeiten überhaupt auf die „Natur" anwendbar sind. Die letztere Frage ist sehr wohl möglich, sofern sie darauf abzielt, die Bedingungen aufzuklären, vermöge deren die Objektivität des Erfahrungsgegenstandes Bestimmtheit auch im Sinne extensiv-räumlicher Gesetzlichkeit bedeuten müsse. Will sie dagegen davon unabhängig besagen, „warum" denn das Erfahrungsobjekt so beschaffen sei, wie es beschaffen ist, weshalb also gerade diese und nicht andere die Bedingungen, oder warum es überhaupt Bedingungen sind, denen es genügt, so ist sie sinnlos, weil sie den Sinn des „Warum", das immer nur einen Hinweis auf ein Bedingungsverhältnis bedeutet, mißbraucht, oder was dasselbe bedeutet, seines Inhalts beraubt.

Besprechungen.

Weimarn, P. P. von, Zur Lehre von den Zuständen der Materie. Preisschrift der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften St. Petersburg und der Kaiserlichen Universität Moskau. Zwei Bände. Erster Band, Text, X, 190 S.; Zweiter Band, Atlas, 100 Abbildungen auf 52 Tafeln. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1914. Preis für das ganze Werk geh. M. 7,—, geb. M. 9,—.

Das vorliegende Werk des russischen Kolloidchemikers *P. P. von Weimarn* stellt im großen und ganzen einen Abdruck eines Teiles einer vor einigen Jahren in Band 2 bis 5 der *Kolloidzeitschrift* (1908 bis 1909) unter dem gleichen Titel „Zur Lehre von den Zuständen der Materie" herausgegebenen Abhandlung dar. Der Atlas enthält sämtliche vom Verfasser bisher veröffentlichte und einige neue Photographien von Niederschlagsstrukturen. Als Grund des Neudruckes gibt der Verfasser an, daß viele seiner Kollegen ihn auf die Unzweckmäßigkeit, einen so umfangreichen Aufsatz in einer periodisch erscheinenden Zeitschrift zu veröffentlichen, aufmerksam gemacht und ihm den Rat gegeben hätten, das Werk in Form eines Buches herauszugeben, um damit den Interessenten die Möglichkeit zu bequemerem Studium der Arbeit zu geben. Den Inhalt des Buches bilden die Untersuchungen des Herrn *von Weimarn* über die Struktur von Niederschlägen und vor allen Dingen die von ihm aus seinen Beobachtungen gezogenen Schlüsse.

Wie der Verfasser zeigt, hängt die Struktur von Niederschlägen, so z. B. die Struktur von Baryumsulfat- oder von Aluminiumoxydhydratniederschlägen, von den Versuchsbedingungen ab, und zwar hat er insbesondere den Einfluß, den die Konzentration der miteinander unter Niederschlagsbildung reagierenden Lösungen ausübt, einer näheren Untersuchung unterworfen. Wird die Sättigungskonzentration des Niederschlages nur um einen äußerst geringen Betrag überschritten, so scheidet sich der Niederschlag auch nur äußerst langsam, nach Jahren, in gut ausgebildeten Kristallen aus. Bei etwas höherer Konzentration bildet sich der Niederschlag etwas schneller, und zwar auch dann in gut ausgebildeten Kristallen. Steigert man die Konzentration der reagierenden Lösungen allmählich, so tritt die Niederschlagsbildung schneller ein, auch geht ihr in diesem Falle eine Opaleszenz voraus. Jedoch erweisen sich die entstehenden Kristalle bei weiterer Konzentrationssteigerung als kristallographisch weniger und weniger gut ausgebildet (Skelettbildung), und bei hohen Konzentrationen schließlich nehmen die Kristalle mehr und mehr die charakteristischen Formen der sogenannten „amorphen Niederschläge", z. B. die Form von Gallerten, an. Diese Erscheinungsreihe zeigen nun nicht nur das Baryumsulfat und das Aluminiumoxydhydrat, sondern, wie Herr *von Weimarn* an einer größeren Anzahl mehr oder minder eingehend untersuchter anorganischer Verbindungen (Elemente, Oxyde und Salze) festgestellt hat, für alle im gewöhnlichen Sinne als sehr schwerlöslich zu bezeichnenden Substanzen. Es lassen sich daher auch solche Verbindungen, die, wie das in Wasser leicht lösliche Kochsalz, in der Regel in Form mehr oder minder gut ausgebildeter Kristalle erhalten werden, dadurch in Form „amorpher" Niederschläge gewinnen, daß man sie unter geeigneten Konzentrationsverhältnissen in Lösungen, in denen sie sehr schwer löslich sind, z. B. in Methylalkohol, entstehen läßt. Diese zweifellos interessanten Tatsachen, die überdies durch recht wohlgelungene und in sauber ausgeführten Autotypien reproduzierte Photographien erläutert sind, bilden den wesentlichen experimentellen Inhalt des Werkes.

Auf einer viel tieferen Stufe, als die Versuche des Herrn *von Weimarn*, stehen, wie an dem folgenden Beispiel gezeigt werden soll, seine theoretischen Auseinandersetzungen.

Die Form eines nach der schematischen Gleichung

$$AB + CD = AC + BD$$

in einer Lösung entstehenden Niederschlages AC hängt, wie Herr *von Weimarn* angibt, vollständig von einem von ihm als *„Niederschlagsformkoeffizient"* bezeichneten Koeffizienten N ab:

$$N = \frac{P}{L} \cdot K_{AB} \cdot K_{CD} \cdot K_{BD} \cdot K_{AC} \cdot Z \cdot \cdots\cdots$$

„Es ist hierin, so erläutert der Verfasser seine Gleichung, P die Stoffmenge des Körper AC, welche nach kurzer oder langer Zeit sich aus dem gegebenen Volumen in Form einer grobkörnigen Phase ausscheiden muß, L die Löslichkeit des Körpers AC in grobkörnigem Zustande, K_{AC} der Grad der chemischen (Kompliziertheit der Zusammensetzung) oder physikalischen Assoziation in der Lösung des Körpers AC, K_{AB}

der Grad der chemischen oder physikalischen Assoziation in der Lösung einer Assoziationskomponente, K_{CD} der Grad der chemischen oder physikalischen Assoziation in der Lösung einer anderen Reaktionskomponente, K_{BD} der Grad der chemischen oder physikalischen Assoziation in der Lösung eines zweiten Produktes der Umsetzung, Z der Zähigkeitsgrad des Kristallisationsmediums" (S. 7).

Der Ausdruck für N soll nun aber nicht, wie vielleicht ein Physiker oder Chemiker, der die unklare Ausdrucksweise des Verfassers noch nicht kennt und daher hinter der mathematisch-exakten Formulierung einen mathematisch-exakten Begriff suchen könnte, eine „Gleichung" oder eine „Formel" sein — diese Annahme wird schon dadurch ausgeschlossen, daß das Wort „Niederschlagsformkoeffizient" nicht definiert wird —, sondern soll nur besagen, daß die Form des Niederschlages von den in der Gleichung genannten Größen irgendwie abhängt und daß eine Vergrößerung des Faktors L im entgegengesetzten Sinne wirkt als eine Vergrößerung der anderen in der Gleichung vorkommenden und sämtlich in dem gleichen Sinne wirkenden Faktoren.

„Von der Größe des Faktors L", so führt der Verfasser weiter aus, „hängen in hohem Grade die Schwierigkeiten ab, die bei den Versuchen, gute Kristalle oder durchsichtige Gallerten zu erhalten, überwunden werden müssen. Die experimentellen Schwierigkeiten werden ohne weiteres klar werden nach Darlegung des von mir festgestellten, rein experimentellen und außerordentlich allgemeinen Gesetzes, das ich als *„das Gesetz von den übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse"* bezeichne. Dieses in vielen Beziehungen sehr wichtige Gesetz kann verschieden formuliert werden. Ich führe hier einige Formulierungen an:

I. Die mittlere Größe[1]) *der Kristalle, welche die festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse für alle möglichen Körper gleich,* oder

II. das mittlere Gewicht der Kristalle, welche die festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gleich für alle möglichen Körper, oder

III. die Bildungsform der Kristalle (vollflächige Formen, sternskelettartige Formen, Sphärokristalle usw.), *welche die festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gleich für alle möglichen Körper,* oder schließlich, wenn man die kinetische Molekulartheorie in Betracht zieht,

IV. die mittlere Zahl der individuellen vektorialen Massen (Moleküle), welche die einzelnen festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gleich für alle möglichen Substanzen" (S. 7 bis 8).

Der Referent muß gestehen, daß ihm, wie vieles in den theoretischen Erörterungen des Herrn *von Weimarn*, auch der Sinn dieses „außerordentlich allgemeinen Gesetzes" nicht klar geworden ist. Der schwer verständliche Ausdruck „übereinstimmende Zustände der Kristallisationsprozesse" ist möglicherweise durch mangelhafte Übersetzung des entsprechenden russischen Ausdruckes entstanden; ob er richtiger durch den Ausdruck „übereinstimmende Phasen der Kristallisationsprozesse" oder durch den Ausdruck „übereinstimmende Zustände der Produkte der Kristallisation" wiederzugeben ist, hat der Referent dem Werke nicht mit Sicherheit entnehmen können; wahrscheinlicher ist wohl die erste Auffassung. Wie dem auch sei, jedenfalls gibt Herr *von Weimarn* von dem Ausdruck keine Definition, er sagt vielmehr nur, was „übereinstimmende Zustände" *nicht* sind: „Natürlich muß scharf im Auge behalten werden, daß „übereinstimmende" Zustände der Kristallisationsprozesse, die zur Darstellung z. B. von Kristallen von gleicher Größe oder gleichem Gewicht für alle möglichen Körper führen, nicht identisch sind, denn durch die verschiedene Dichte sind Kristalle verschiedener Substanzen, die der Größe nach gleich sind, ungleich in bezug auf ihr Gewicht" (S. 8). Vielleicht ist das ganze „Gesetz" mit seiner schwierigen und auch in sich widerspruchsvollen Formulierung im wesentlichen überhaupt nur eine verkappte Definition. Dies könnte man meinen, wenn man die folgenden Zeilen liest: „Der Beweis des Gesetzes der übereinstimmenden Zustände der Kristallisationsprozesse ist nicht schwierig. Um diesen Beweis zu führen, genügt es, an einer Reihe verschiedenartiger Körper zu zeigen, daß jeder beliebige unter ihnen in Kristallen von allen möglichen Größen und Bildungsformen erhalten werden kann" (S. 8). Danach scheint das Gesetz zu dem einfachen Satze „Alle kristallisierbaren Stoffe können (innerhalb gewisser Grenzen) in Kristallen von allen möglichen Dimensionen und Bildungsformen erhalten werden" und zu der allerdings nicht ganz eindeutigen Definition „übereinstimmende Zustände der Kristallisationsprozesse sind solche Kristallisationsphasen, bei denen Kristalle von gleicher Größe (gleichem Gewicht usw.) entstehen" zusammenzuschrumpfen. Sicher ist der Referent allerdings nicht, daß die hier geäußerte Vermutung über den eigentlichen Sinn des Gesetzes die richtige ist. Denn an einer ganz anderen Stelle des Buches, an der ebenfalls über das Gesetz gesprochen wird, hat er die folgende, von Herrn *von Weimarn* trotz seiner sonstigen Vorliebe für gesperrten Druck nicht hervorgehobene Äußerung gefunden: „Es ist selbstverständlich, daß es zur Ableitung des Gesetzes von den übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gar nicht notwendig ist, Kristalle aller möglichen Dimensionen für eine ganze Reihe von Körpern tatsächlich darzustellen, denn es genügt vollständig, zu zeigen, daß unter dem Einfluß einiger Faktoren, z. B. unter dem Einfluß der Konzentration der reagierenden Lösung, die Größe und die Form der Kristallbildung eines jeden Körpers sich nach ein und demselben Gesetz verändern" (S. 76). Möglicherweise ist hier der Ton auf die von dem Verfasser im Druck nicht hervorgehobenen Worte „nach ein und demselben Gesetze" zu legen, und mit dem Gesetze soll gesagt werden, daß die gleichsinnige Änderung der Entstehungsbedingungen bei allen schwerlöslichen Stoffen die Struktur der Niederschläge in dem gleichen Sinne beeinflußt. Dies Gesetz wäre allerdings nicht eine andere Formulierung des Gesetzes von den übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse, sondern nur die qualitative und darum korrektere Formulierung der Anschauungen, die Herr *von Weimarn* durch den „Niederschlagsformkoeffizienten" ausgedrückt hat. Wie dem auch sei, jedenfalls zeigen die vorstehenden Erörterungen, daß Herr *von Weimarn* dem Leser seines Buches, der tiefer in das Wesen der Dinge einzudringen versucht, manches reizvolle Rätsel aufgibt.

Eine weitere Erörterung der zahlreichen sonstigen

[1]) „Größe" soll hier vermutlich „Volumen" heißen. Ref.

theoretischen Darlegungen des Verfassers ist überflüssig, denn sie sind im allgemeinen trotz der Emphase und Bestimmtheit, mit der sie vorgetragen werden, nur als persönliche Ansichten des Verfassers zu bewerten, Ansichten, die sicher hie und da das Richtige treffen, aber meist aus Mangel an einwandfreiem Versuchsmaterial nicht ernstlich zu diskutieren sind. Als Beispiel seien die Darlegungen über die balkenartige Struktur der Aluminiumoxydhydratkristalle (S. 92 und 93) und über die Natur der sogenannten Kolloidverbindungen (S. 97 ff.) genannt. Auch bietet die eingehende und sorgfältige Lektüre des Buches sogar dem Leser, der sich in die oft recht schwerfällige Terminologie des Verfassers eingelesen hat, infolge der das ganze Werk durchsetzenden Unklarheit der Auseinandersetzungen, so viele Schwierigkeiten und läßt Mißverständnisse als so leicht möglich erscheinen, daß wohl nur wenige Menschen den Mut haben werden, sich mit Herrn *von Weimarn* in eine nähere Diskussion einzulassen. Daher haben die Arbeiten des Verfassers weniger Widerspruch erfahren, als sie im Interesse der Wissenschaft eigentlich hätten erfahren sollen; auch hat sich, wie es nach häufigen Zitaten in der Fachliteratur scheint, mancher Leser durch die fast fanatische Sicherheit täuschen lassen, mit der Herr *von Weimarn*, der von der absoluten Richtigkeit seiner Anschauungen vollkommen durchdrungen ist — „meine persönliche Überzeugung", so sagt er auf S. 159 des Werkes, „wäre gar nicht größer geworden, wenn es mir gelungen wäre, die Überultramikrokristalle mit meinen Augen zu sehen" — seine Meinung ausspricht. Aus diesem Grunde ist auch das Buch an dieser Stelle einer schärferen und eingehenderen Besprechung unterzogen worden, als seiner wissenschaftlichen Bedeutung entspricht. Würde Herr *von Weimarn* das experimentelle Material seiner Arbeiten in klarer, hypothesenfreier Form vortragen, so würde er der Wissenschaft bessere Dienste leisten als durch Veröffentlichungen in der von ihm gewählten Form, die, je nach der Art des Lesers, entweder irreführend oder abschreckend wirken müssen.

Werner Mecklenburg, Berlin.

Becher, Erich, Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung. Ein Bild der unbelebten Natur. Berlin, Georg Reimer, 1915. VI, 315 S. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Der Verfasser hat schon in seiner jüngst von mir besprochenen Naturphilosophie ein Weltbild gegeben. Das vorliegende Buch enthält eine erweiterte Darstellung. Wenn auch der Stoff „ein wesentlich naturwissenschaftlicher ist, so ist doch die Auswahl, Anordnung und Behandlung desselben von philosophischen Gesichtspunkten beherrscht". Und so soll das Buch „in erster Linie philosophischen Zwecken dienen", also wohl den Philosophen für sein Fach naturwissenschaftlich vorbilden, den Naturforscher sein Fach philosophisch auffassen lehren. Die Aufgabe ist danach recht bedeutend. Durch den Ausschluß der belebten Natur wird sie freilich sehr erheblich wieder eingeschränkt. Als Einleitung dient (für den Naturforscher) ein Abriß der Naturerkenntnistheorie; Dinge und Wahrnehmung, Gesetzmäßigkeit, Ursache und Wirkung usf. werden behandelt, wesentlich vom Standpunkte des Transzendentalismus, wonach wir es mit „Zeichen" zu tun haben, nach unserer eigenen Beschaffenheit. In der Behandlung des Weltgebäudes ist ein breiter Raum der Frage der Endlichkeit oder Unendlichkeit unserer Welt gewidmet. Alle astronomischen und physikalischen Erwägungen sind zur Erörterung herangezogen, und in der Tat ist die Entscheidung für unsere Weltauffassung von der größten Wichtigkeit, namentlich auch hinsichtlich des Endschicksals der Welt. Daß die naturwissenschaftlichen Hinweise leider noch nicht genügen zu einer bestimmten Entscheidung, muß zugegeben werden, nur daß auch philosophisch-apriorische nicht zum Ziele führen. Die physischen Monisten, die einen Untergang der Welt nicht zugeben dürfen, weil er einen Anfang bedingen würde, der nur auf übernatürlichem Wege erfolgt sein könnte, werden die Welt als unendlich annehmen müssen, aber sehr viele Naturforscher betrachten sie doch als endlich. Es folgt eine Art höherer Astronomie, die die Anordnung der Weltkörper und die Weltkörper selbst betrifft, und eine Beschreibung des Erdbaus. Eingehend ist dann die Molekular- und Atomtheorie behandelt sowie die Elektronentheorie und die elektrische Theorie der Materie. Wie vieles in letzterer noch unklar ist, scheint dem Verfasser nicht entgangen zu sein. Ich persönlich glaube, daß mit rein geometrischen Elektronenbahnen eine elektrische Theorie der Materie sich nicht aufbauen läßt. Ein weiterer Abschnitt ist den „Realitäten im leeren Raum" gewidmet, insbesondere also dem Äther. Hier werden alle Lichttheorien vorgeführt und auch die bekannten Schwierigkeiten aus der Annahme eines Äthers besprochen. Der Verfasser hat selbst die allerneuesten Untersuchungen auf diesem Gebiet berücksichtigt, wie die Ritzsche Emissionstheorie, und wie auch die so berühmt gewordene Quantenlehre *Max Plancks*, die freilich nicht ganz nach ihrer außerordentlichen Bedeutung besprochen werden konnte. Eine Darstellung der kinetischen Auffassung der Natur beschließt den Abschnitt „Weltgebäude".

Den „Weltgesetzen" ist fast der gleiche Raum gewidmet, wobei auch Begriffe wie Kraft, Bewegung usf. untersucht werden. Es wird auf gewisse Erfahrungen an uns selbst, d. h. auf gewisse bewußte Empfindungen in uns verwiesen. Die Naturphilosophie muß von dieser Methode den ausgiebigsten Gebrauch machen, denn was kennen wir besser als uns selbst? um nicht zu sagen: kennen wir denn überhaupt etwas außer uns und wohin uns nicht unsere Stammbegriffe leiten? Nach eingehender Darstellung der klassischen Galilei-Newtonschen Bewegungslehre wird die Relativität unserer Bewegungsvorstellungen allgemein besprochen wegen des Mangels eines eindeutigen Bezugskörpers, wobei die verschiedenen vorgeschlagenen Bezugskörper vorgeführt werden, wie das Fixsternsystem, der Äther, die sogenannten Inertialsysteme. Und nun kommt das moderne Schoßkind, die Einsteinsche Relativitätslehre und *Minkowskis* Lehre vom Raum-Zeit-Gebiet, mit aller Sorgfalt dargestellt. Die jetzige Äquivalenzlehre *Einsteins*, die wohl seine ältere Relativitätslehre ersetzen soll, und den Bewegungsverhältnissen immer Ruhezustände äquivalent an die Seite setzt, hat noch keine Behandlung finden können; so geistvoll sie ist, so schwierig ist sie. Höchst lesenswert ist die sich anschließende Besprechung der Relativitätslehre; nicht wenige der Gegengründe hat der Berichterstatter an mehreren Orten ebenfalls geltend gemacht. Nach einer Auseinandersetzung über die beiden Erhaltungsgesetze (der Materie und der Energie) folgt ein Abschnitt über die energetische Naturauffassung. Der Haupteinwand wird meines Erachtens hier immer bleiben, daß jede Energie zwei Seiten hat, die sich völlig unabhängig voneinander verhalten, selbst wenn man die Massen allgemein als von den Zu-

ständen der Körper abhängig ansieht, wie es von *Max Planck* geschieht, nachdem die Abhängigkeit von der Bewegung schon vorher behauptet worden war. Die Darstellung des Carnot-Clausiusschen Entropiegesetzes ist bekanntlich außerordentlich schwierig; der Verfasser hat alles getan, sie klar zu gestalten und dabei namentlich auch von der schönen Wahrscheinlichkeitsauffassung *Ludwig Boltzmanns* Gebrauch gemacht, die *Planck* zu seiner Einführung der Quanten geleitet hat.

Der letzte, kürzeste Abschnitt beschäftigt sich mit der Weltentwicklung. Die Beschränkung auf die unbelebte Welt bringt es mit sich, daß es sich wesentlich um einen Niedergang handelt; das Widerstreben der belebten Welt wird gestreift, doch glaube ich nicht, daß *Felix Auerbachs* „Entropielehre", auf die der Verfasser verweist, hier irgend nützen kann. Interessant ist, daß der Verfasser es nicht für unvorstellbar hält, daß eine endliche Welt unendliche Energie besitzen könne. Stellt man dadurch nicht die Energie außer Verbindung mit der Welt? Da sie doch immer die Welt als einen Faktor (als Kapazität) enthalten soll. Oder soll der zweite Faktor (die Intensität) als unendlich angesehen werden können? Das hat doch auch seine sehr erheblichen Schwierigkeiten. Der Verfasser spricht auch von einem „abwechselnden Ansteigen und Abschwellen der freien Energie und des energetischen Geschehens in einer räumlich endlichen, abgeschlossenen Natur". Er kann sich auf die Wahrscheinlichkeitsauffassung berufen. Ich weiß aber nicht, wie man für den *Durchschnitt* ohne Verletzung des Entropiegesetzes eine Möglichkeit sehen soll, „daß es keine bleibende Gesamtrichtung des Naturlaufs gibt, sondern daß im Ganzen oder in den Teilsystemen der Körperwelt Aufstieg und Niedergang des Geschehens von Ewigkeit zu Ewigkeit gebe". Im *Ganzen?* Den Schluß bildet eine Auseinandersetzung über den Entwicklungsgang der Fixsternwelt, die auch *Arrhenius'* mit *Kants, Ritters* u. a. Lehren zusammenstimmende Hypothesen behandelt. Das Buch sei hiernach wärmstens empfohlen. Die Besonnenheit, mit der es geschrieben ist, macht einen sehr wohltuenden Eindruck.

Weinstein, Charlottenburg.

Kleine Mitteilungen.

Ein neuer Schlagwetterprüfer. In der letzten Zeit ist von verschiedenen Seiten die schwierige Aufgabe in Angriff genommen worden, Apparate zu schaffen, die es dem Bergmann ermöglichen, zu jeder Zeit die ihn umgebende Grubenluft auf ihren Gehalt an Methan (Grubengas) zu prüfen und das Auftreten von schlagenden Wettern rasch und zuverlässig zu erkennen. Im Jahre 1913 wurde von Professor *Haber* ein Apparat konstruiert, mit dem der Methangehalt der Grubenluft auf physikalisch-akustischem Wege ermittelt werden kann und der deshalb den Namen „Schlagwetterpfeife" erhielt. Nun berichtet Professor *Beckmann* in der *Chemiker-Zeitung* 1915, S. 3—6, über von ihm in Gemeinschaft mit *C. Steglich* ausgeführte Untersuchungen über den Gehalt der Luft an brennbaren Stoffen, die ebenfalls zur Konstruktion eines bezw. mehrerer Apparate zur Untersuchung der Grubenluft führten.

Bei diesem neuen Schlagwetterprüfer wird der Methangehalt der Luft auf chemischem Wege ermittelt, und zwar durch Verbrennung eines bestimmten Volumens der Grubenluft und durch Beobachtung der hierbei auftretenden Druckveränderung innerhalb des Verbrennungsgefäßes. Der erste der von *Beckmann* und *Steglich* konstruierten Apparate ist ein Explosionsvorprüfer, eine Vorrichtung, die den Zweck hat, festzustellen, ob die Luft so viel Methan enthält, daß eine Explosion eintreten kann. Dieser Apparat, dem die Verfasser die Bezeichnung „Schlagwetterpistole" beilegen, ist ganz aus Metall gefertigt und besteht aus einer kleinen Luftpumpe, einem Manometer und einer Cereisenzündung. Durch Herausziehen des Pumpenkolbens wird Grubenluft in den Pumpenzylinder eingesaugt, dann wird der Hahn am Lufteintrittskanal geschlossen und das im Zylinder eingeschlossene Methan-Luft-Gemisch mit Hilfe der Zündung zur Explosion gebracht. Der Eintritt einer Reaktion macht sich durch Erwärmung des Metallzylinders, bei höherem Methangehalt durch eine Druckerhöhung am Manometer bemerkbar; dieses ist so eingerichtet, daß sein Zeiger auf dem erreichten Höchstdruck stehen bleibt. Eine Sperrvorrichtung verhindert, daß die Zündung des Gasgemisches erfolgt, bevor der Apparat von der Außenluft abgesperrt ist; hierdurch wird eine Fortpflanzung der Explosion nach außen wirksam verhütet. Eine Entzündung tritt bei diesem Apparat nur ein bei einem Methangehalt der Luft von 7—10,3 %.

Da die Feststellung eines Methangehaltes von 1 bis 7 %, gelegentlich auch von mehr als 10 % im Bergwerksbetrieb von besonderer Bedeutung ist, war die Konstruktion eines weiteren Apparates erforderlich, der auch geringe Methangehalte zahlenmäßig festzustellen gestattet. Bei diesem „Schlagwettermesser" wird das Gasgemisch durch eine zur Rotglut erhitzte Platinspirale entzündet. Bei der vollkommenen Verbrennung des Methans entstehen als Verbrennungsprodukte Kohlensäure und Wasserdampf, die beide leicht absorbiert werden können. Nach der Absorption dieser Verbrennungsprodukte wird also in dem Explosionsgefäß ein Unterdruck entstehen, durch dessen Messung der Methangehalt des verbrannten Gases mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit ermittelt werden kann. Das Explosionsgefäß dieses Apparates ist ebenfalls aus Metall gefertigt und in seinem unteren Teile mit etwa 100 g Ätzkali gefüllt; der darüber befindliche Gasraum faßt etwa 140 ccm. Mit Hilfe einer Saugdruckpumpe wird das Metallgefäß mit dem zu verbrennenden Gasgemisch gefüllt. Wenn nach mehrmaligem Durchpumpen das Gasgemisch alle Luft aus dem Gefäß verdrängt hat, wird der Gaszuführungshahn abgesperrt und die unter dem Deckel des Gefäßes angebrachte Platinspirale durch zwei Akkumulatorenzellen zur Rotglut erhitzt. Auch hier ist wieder durch eine besondere Vorrichtung dafür gesorgt, daß der Strom erst dann eingeschaltet werden kann, wenn das Explosionsgefäß nach außen abgesperrt ist. Das Verbrennungsgefäß ist mit einem Quecksilbermanometer verbunden, das die während der Verbrennung des Methans eintretenden Druckveränderungen anzeigt. Durch die Erwärmung des Gasgemisches tritt zuerst ein Überdruck auf, der jedoch in dem Maße, wie die Verbrennungsprodukte durch das Ätzkali gebunden werden, einem Unterdruck weicht. Die Verbrennung des Methans ist nach 2 Minuten beendet, weshalb der die Platinspirale erhitzende elektrische Strom nach Verlauf von 2 Minuten selbsttätig wieder unterbrochen wird. Nach einer weiteren Minute ist der Apparat schon so weit abgekühlt, daß der Manometerstand abgelesen werden kann. Das Manometer kann in der Weise geeicht werden, daß man den Methangehalt in Prozenten ohne weiteres an ihm ab-

lesen kann; auch kann es mit einer Alarmvorrichtung verbunden werden, die bei einem bestimmten Methangehalt der Luft in Tätigkeit tritt.

Je größer die Explosionsgefahr ist, um so rascher wird sie von dem Apparat angezeigt; dies ist ein besonderer Vorzug des neuen Prüfungsverfahrens. Der am Manometer abgelesene Unterdruck war schon bei 0,5 % Methan 8 mm, bei 3 % schon 46 mm und bei 6 %, der unteren Explosionsgrenze, 100 mm. Die einzelnen Teile des Apparates samt den beiden Akkumulatoren lassen sich bequem in einen tragbaren Kasten einbauen. Eine vereinfachte Bauart dieses Apparates, die Verfasser als „Wettermeßlampe" bezeichnen, ist statt mit der metallenen Saugdruckpumpe mit einem Gummiballgebläse ausgestattet und ferner mit einer elektrischen Glühlampe versehen, so daß der Apparat auch als Grubenlampe verwendet werden kann. Der Hauptprüfer kann in einfacher Weise mit einer Registriervorrichtung versehen werden und kann dann zur selbsttätigen fortlaufenden Untersuchung von Methan-Luft-Gemischen verwendet werden. Außer zum Nachweis von Methan kann der Apparat auch zur Bestimmung von Leuchtgas, Wasserstoff und anderen brennbaren Gasen in der Luft dienen. *S.*

Zur Bestimmung des Salzgehaltes von Seewasser und allgemein des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten hat *A. Ångström (Phys. Rev. 5*, S. 249, 1915) ein Hydrometer konstruiert, welches auf dem Schwebeprinzip beruht. Bei den bisher für diesen Zweck benutzten Instrumenten änderte man entweder die Belastung so lange, bis der Schwimmer eben untersank, oder man variierte die Dicke der Flüssigkeit, z. B. durch elektrische Erwärmung, bis er schwebte. *Ångström* verfährt nun so, daß er zunächst auch auf den Schwimmer Gewichte auflegt, aber nur so weit, daß er eben noch nicht sinkt. Der noch verbleibende Auftrieb wird durch die Wirkung eines stromdurchflossenen Solenoids auf einen weichen Eisenstab in dem Schwimmer kompensiert. Das Solenoid ist mit dem unteren Teile des Glasrohres, in welchem sich die zu untersuchende Flüssigkeit befindet, fest verbunden. Der Strom wird so lange geändert, bis eine am Schwimmer angebrachte Marke mit einer am Gefäß befindlichen koinzidiert. Das Instrument wird empirisch durch Lösungen bekannten Salzgehaltes geeicht. Bei Benutzung verschiedener Belastungsgewichte erstreckt sich der Meßbereich von 1,000 bis 1,028. Dabei läßt sich der Salzgehalt mit einer Genauigkeit von 0,000 04 bestimmen. *B.*

Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob die Zahnusur der Neolithiker, die auch schon im Milchgebiß vorkommt, von Geophagie herrühre. Diese Behauptung wurde von *Baudouin* (in einem Artikel über die Usur der Zähne beim Schwein, 1. und 2. Dention, ein Vergleich mit dem neolithischen Menschen, in den Bull. Soc. Anthrop. Paris 1911) aufgestellt. *Siffre* weist an den neolithischen Grabfunden von Montigny und Belleville nach (**Siffre: L'usure des dents chez les préhistoriques.** Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris, 1914, VI. Ser., T. 5, Fasc. 1, S. 10—31), daß die Geophagie bei den Neolithikern weder lokal noch in der Allgemeinheit überhaupt bekannt war. Es standen dem Verf. eine ganze Reihe von kindlichen neolithischen Ober- und Unterkiefern sowie einige 60 Milchzähne derselben Epoche zur Verfügung. Er fand bei 8 von Kindern unter drei Jahren stammenden Milchmolaren keine Usur; hingegen zeigen 19 erste Milchmolaren von Kindern über drei Jahren eine eigenartige Abnutzung, die, von der lingualen Seite ausgehend, sowohl labial, wie nach hinten und vorn zunimmt. *Siffre* hält es nicht für unmöglich, daß das Kauen irgend eines Erzeugnisses, das etwa unserem heutigen Gerstenzucker oder dem Süßholz gleichkommt, daran die Schuld trage. Die weitere Beobachtung erstreckt sich auf 12 erste und 11 zweite Milchmolaren von Kindern von 3 bis noch nicht 6 Jahren mit sichtbaren aber geringen Usuren. Bei Kindern über 6 Jahren fand er die zweiten Milchmolaren abgenutzter als die ersten. Aber auch hier kann von Geophagie nicht die Rede sein. Der Abnutzungsgrad überschreitet in keinem Fall die Dicke des Emails.

Bei zivilisierten Völkern wird das Milchgebiß durch die Nahrung nicht abgekaut; hingegen stehen in dieser Beziehung die heutigen Naturvölker noch auf der Stufe des neolithischen Menschen. Hätte man es mit Geophagen zu tun, so wären die Milchmolaren der 6—12jährigen Kinder allgemeiner und intensiver abgekaut und die Pulpa müßte in diesem Alter schon angegriffen sein, was nicht der Fall ist. Die Neolithiker können nicht einmal Nahrung zu sich genommen haben, die mit Staub oder Erde durchsetzt war. Denn die Kaufunktion in einem Zeitraum von 10 Jahren hat nicht genügt, die Milchzähne in der Weise abzunützen, wie man es bei den Kindern der Bewohner von Laos schon im Alter von 3—4 Jahren findet, und die Geophagen sind.

Zum Schluß wirft Verf. die Frage auf, ob die neolithischen Kinder mehr rechts oder links gekaut haben. Da die Milchzähne linkerseits weniger abgekaut sind, nimmt er an, daß die Neolithiker Rechtskauer waren. Die Arbeit ist im Hinblick auf das Resultat zu lang und umständlich, daher auch wenig übersichtlich. In einem zweiten Teil wird *Siffre* das Dauergebiß der erwachsenen Neolithiker behandeln.

St. O.

Zeitschriftenschau.

Flora; Band 107, Heft 4, 1915.

Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden in der Pflanze; von *C. van Wisselingh.* Auf Grund mikrochemischer Untersuchungen mit über 100 Objekten: Blüten, Blätter, Früchte usw., Algen und Fungi, mit schon bekannten und neuen Methoden gelangt Verf. zum Resultat, daß im Pflanzenreich mehrere Carotinoide vorkommen und nicht nur ein Carotinoid (Carotin), wie *T. Tammes* auf Grund ihrer mikrochemischen Untersuchungen behauptet hat. Die erhaltenen Resultate sind mit den der makrochemischen Untersuchungen von *R. Willstätter* und seinen Schülern in Übereinstimmung.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, Mai 1915.

Untersuchungen über die Genauigkeit des Zielens mit Fernrohren. (Schluß); von *A. Noetzli.*

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1914.

Zeitschrift für Elektrochemie, Heft 7/8, 1915.

Photochemische Empfindlichkeit und lichtelektrische Leitfähigkeit (Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft 1914); von *M. Volmer.* Der Versuch, lichtelektrische Erscheinungen mit der Photochemie zu verknüpfen, scheitert beim *Hallwachseffekt* daran, daß die wirksamen Spektralgebiete verschieden sind. Anders ist es bei der lichtelektrischen Leitfähigkeitsänderung. Bei allen bereits bekannten Beispielen und einer großen Zahl neu untersuchter

Stoffe zeigt sich, daß Leitfähigkeitszunahme und photochemische Reaktion im selben Spektralbezirk erfolgen. Beide Erscheinungen lassen sich durch die von *Luther*, *Stark* und anderen gemachte Annahme von gelockerten Elektronen erklären, wodurch die Theorie der Elektronenlockerung als primäre Lichtwirkung eine experimentelle Stütze erhält.

Untersuchungen am Tyndallphänomen (Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft 1914); von *E. Wilke*. Das von einem inhomogenen Medium normal zur Bestrahlungsrichtung abgebeugte Tyndall-Licht nimmt mit steigender Dicke der bestrahlten Schicht nach einem Exponentialgesetz zu:

$$J = J_0 \int_0^x e^{-\omega x} \, dx .$$

J = gemessene Lichtintensität, J_0 = Intensität der Schichtdicke $x = 1$, ω = Konstante, entsprechend dem β im Lambertschen Gesetz; ω ist bedeutend größer als der Wert für β der betreffenden Substanz.

Zwei Gasreaktionen; von *M. Trautz*. Die Theorie der Reaktionsgeschwindigkeit und Wärmetönung (*Trautz* 1909—1915) wird kurz dargestellt, an HJ-Autoxydation (v. *Helmer* u. *Trautz* bearb.) und an $2\,NO + Cl \rightarrow 2\,NOCl$ (v. *Trautz* zwischen 8° und 283° gemessen) zwischen 8° und 113° glänzend bestätigt. Hier war ein so kleiner Temperatureinfluß aus der Theorie vorausberechnet worden, wie noch bei keiner Gasreaktion bekannt war. Der bisher empirische Faktor $\varkappa$ ($= 10^{35}$) in der Reaktionsgeschwindigkeit wurde rationell gedeutet und anderweit berechnet. Dabei ergab sich ein neues thermisches Gasgesetz für leichte ideale Gase (Additivität von $C_V = 3/2\,R$).

Graphische Technik (Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft 1914); von *E. Goldberg*. Man unterscheidet drei Haupttypen der Reproduktionsverfahren: Hochdruck, Tiefdruck und Flachdruck. In den beiden ersten wird die Zeichnung erhaben oder vertieft auf der Druckplatte hergestellt, wodurch die mechanische Einfärbung ermöglicht wird. Beim Flachdruck werden die Erscheinungen der Oberflächenspannung ausgenutzt. Die photographischen Methoden der Übertragung von Zeichnungen spielen jetzt eine hervorragende Rolle.

Untersuchungen über Ammoniak. Sieben Mitteilungen; von *F. Haber*. *III. Neue Bestimmung des Ammoniak-Gleichgewichts bei gewöhnlichem Druck;* von *Alfred Maschke*. Das Ammoniak-Gleichgewicht ist bei gewöhnlichem, konstantem Druck im Temperaturgebiet von 600° bis 1100° C. gemessen worden. Als Katalysatoren dienten Eisenasbest und Urankarbid. Der Katalysator befand sich in einem 10 mm weiten glasierten, elektrisch geheizten Porzellanrohr. Die Temperatur wurde thermoelektrisch gemessen. Das Gleichgewicht ist von beiden Seiten aus bestimmt worden, d. h., es wurde bei einer Reihe von Versuchen ein sorgfältig getrocknetes und gereinigtes Gemisch von ¼ Vol. Stickstoff und ¾ Vol. Wasserstoff über den Katalysator geleitet, während bei anderen Versuchen dem gleichen Gasgemisch ein Gehalt von 0,28 % Ammoniak gegeben wurde. Die Menge des vom Katalysator abziehenden Gases wurde in der Gasuhr gemessen, der Gehalt an Ammoniak mittels Jod-Eosin und Äther analytisch bestimmt. Im einzelnen liegen Versuche bei 1100°, 1000°, 850°, 700° und 600° C. vor. Die aus den Versuchen sich ergebenden Gleichgewichtskonstanten:

$$K_P = \frac{P_{NH_3}}{P_{N_2}^{1/2} \cdot P_{H_2}^{3/2}}$$

sind tabellarisch zusammengestellt und in Vergleich gesetzt mit den nach der Formel

$$^{10}\log K_P = \frac{13200}{4{,}571\,T} - 6{,}134$$

berechneten Werten. Die gefundenen Gleichgewichtswerte stehen in guter Übereinstimmung mit den früheren Messungen von *Haber* und *Le Rosignol*. Die Versuche geben keinen Anhalt dafür, daß bei den hohen Versuchstemperaturen neben Ammoniak noch eine andere Stickstoff-Wasserstoff-Verbindung vorhanden sei.

Gewinnung von Strontiummetall; von *M. Trautz*. *Neumanns* und *Bergves* Erwähnung des Trautzschen Vortrags über Sr-Gewinnung wurde berichtigt und ergänzt: KCl ist nicht wegen der Metallnebel zugesetzt, an der Kathode bei kleiner Stromdichte und nicht bei heller Rotglut (Temperatur viel tiefer) 75 % Ausbeute Sr erhalten worden, worin K nur eben nachweisbar war. Die *Temperatur*, nicht die Stromdichte, war als Wichtigstes bezeichnet worden. Die Ergebnisse stehen mit den späteren von *Neumann* und *Bergve* im besten Einklang.

Eine neue Mikrowage; von *E. H. Riesenfeld* und *H. F. Möller*. Es wird eine Mikrowage beschrieben, die eine Maximalbelastung von $5 \cdot 10^{-3}$ g verträgt, und als geringstes Gewicht $3{,}3 \cdot 10^{-8}$ g zu wägen erlaubt, womit sie die empfindlichste der bisher bekannten Mikrowagen sein dürfte. Erreicht wurde diese hohe Empfindlichkeit hauptsächlich durch eine neue Art der Aufhängung des Wägeschälchens.

Über Mikro-Elektroanalyse; von *E. H. Riesenfeld* und *H. F. Möller*. Es wurden Methoden zur mikroelektroanalytischen Bestimmung von Kupfer, Silber und Quecksilber ausgearbeitet, die noch einen Gehalt von 5 μg im Liter mit einem Fehler von ½ % festzustellen erlauben. Dieser relativ große Fehler ist dadurch bedingt, daß es bisher nicht gelang, Elektroden von konstantem Gewicht herzustellen. Das Gewicht der Platinelektroden, die zu obigen Versuchen dienten, schwankte infolge der Verschiedenheit der Gasbeladung (vielleicht auch Oxyd- und Hydridbildung) in den oben genannten Grenzen. Alle anderen Fehlerquellen, die anfänglich große Abweichungen verursachten, wie Verunreinigungen der Zusatzelektrolyte, Unvollständigkeit der Ausfällung, schwammige Abscheidung des Metalles und Veränderung des Metallniederschlages nach der Beendigung der Elektrolyse wurden beseitigt.

Zersetzungsspannungen geschmolzener Alkalihydroxyde; von *Bernhard Neumann* und *Einar Bergve*. Es wurden gemessen die Potentiale Na/NaOH, K/KOH und die Kette Na/NaOH/KOH/K, ferner die Zersetzungsspannung von NaOH, KOH bei Zutritt von Luft, NaOH bei Zusatz von Superoxyd, KOH in Stickstoff und von molekularen Gemischen von NaOH und KOH in Luft und Stickstoff. Der Temperaturkoeffizient für NaOH und KOH wurde oberhalb und unterhalb 335° ermittelt. Die Zersetzungsspannung von LiOH ergab keinen Wert Li/LiOH, sondern einen solchen von der Größe der Wasserzersetzung.

Zersetzungsspannungen geschmolzener Alkalihaloide und Erdalkalichloride; von *Bernhard Neumann* und *Einar Bergve*. Es wurden die Zersetzungsspannungen und deren Temperaturkoeffizienten folgender Salze ermittelt: LiCl, NaCl, KCl, NaBr, KBr, NaJ, KJ, Na_2SO_4, K_2SO_4, Na_2CO_3, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$. Der zweite Hauptsatz ermöglichte, das Verhalten der verschiedenen Gruppen theoretisch zu erläutern. Die Verhältnisse der gesamten und der freien Energie bei den Alkalihaloiden wurden aufgeklärt und gezeigt, daß die Thomsonsche Regel hier unhaltbare Werte liefern muß. Bei Zimmertemperatur betragen die absoluten Potentiale für Li 2,03 Volt, für Na 2,44 Volt, für K 2,60 Volt.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Soeben vollständig geworden

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden 230 Mark

Gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark Quartalsrate franko. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Energie, Leben und Tod

Vortrag, gehalten in Wien in der „Wiener Urania" am 7. Februar 1914

Von **Franz Tangl**

o. ö. Professor an der Universität Budapest

Preis M. 1,60.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Biochemisches Handlexikon

Bearbeitet von hervorragenden Fachgelehrten

und herausgegeben von

Professor **Dr. Emil Abderhalden**

Direktor des Physiologischen Institutes der Universität Halle a. S.

Soeben erschien:

IX. Band (2. Ergänzungsband)

Proteine der Pflanzenwelt und der Tierwelt. Peptone und Kyrine. Oxydative Abbauprodukte der Proteine. Polypeptide. Aminosäuren. Stickstoffhaltige Abkömmlinge des Eiweißes unbekannter Konstitution. Harnstoff und Derivate. Guanidin. Kreatin. Kreatinin. Amine. Basen mit unbekannter und nicht sicher bekannter Konstitution. Cholin. Betaine. Indol und Indolabkömmlinge. Nucleoproteide. Nucleinsäuren. Purin und Pyrimidinbasen und ihre Abbaustufen. Tierische Farbstoffe. Blutfarbstoffe. Gallenfarbstoffe. Urobilin.

Preis M. 28.—; in Moleskin gebunden M. 30.50

Ende 1913 erschien:

VIII. Band (1. Ergänzungsband)

Gummisubstanzen, Hemicellulosen, Pflanzenschleime, Pektinstoffe, Huminstoffe, Stärke, Dextrine, Inuline, Cellulosen, Glykogen. Die einfachen Zuckerarten und ihre Abkömmlinge. Stickstoffhaltige Kohlenhydrate. Cyklosen. Glukoside. Fette und Wachse. Phosphatide. Protagon. Cerebroside. Sterine. Gallensäuren.

Preis M. 34.—; in Moleskin gebunden M. 36.50

Ausführliche Probelieferung (100 Seiten Umfang) mit Inhaltsverzeichnis und Sachregister des vollständigen Werkes, sowie Probeseiten stehen auf Wunsch kostenlos zur Verfügung!

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

ENGEE

NITSCHE & GÜNTHER
EN GEE MENISKEN,

sphärisch für Kurz-, Weit- und Alterssichtigkeit und
torisch für Astigmatismus und kombinierten Astigmatismus

Sind punktuell abbildend!

Die En Gee Menisken sind frei von astigmatischen Verzeichnungen in dem vom blickenden Auge verwendeten Bereich. Das mit En Gee Menisken korrigierte Auge sieht also beim Blicken schief durch das Brillenglas ebenso scharf wie beim Blicken durch die Mitte!

Die En Gee Menisken werden **seit vielen Jahren** auf Grund **alter Erfahrungen** im Großbetrieb hergestellt und können deshalb zu etwa

ein Drittel des Preises

der „neuen punktuell abbildenden" Brillengläser bei **gleicher optischer Leistung** geliefert werden.

Die En Gee Menisken unterscheiden sich auch in **technischer Güte** nicht von den aus **gleichem Material** hergestellten „neuen punktuell abbildenden" Gläsern.

Dagegen bilden unsere „neuen punktuell abbildenden" Gläser „Rektavist" vermöge ihrer technischen Vollkommenheit eine Klasse für sich!

Die En Gee Menisken werden wegen ihrer vorzüglichen Korrektion bei allen Blickrichtungen für **Schießbrillen** ohne Stellvorrichtung von der Preußischen Heeresverwaltung in großem Umfange verwendet.

Nitsche & Günther
Optische Werke •• Rathenow

Größte Brillenfabrik des Kontinents.
Gegründet im Jahre 1866.

EN·GEE

Zahl der beschäftigten Personen
in Friedenszeit: etwa 1600.