Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1915

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0003|log307

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 25. **18. Juni 1915.** **Dritter Jahrgang.**

INHALT:

Die Untersuchung von trüben Lösungen. Von *Dr. Werner Mecklenburg, Berlin-Lichterfelde.* S. 317.

Reduktionsprozesse und Synthesen beim Tiere in ihrer Beziehung zu einer Sulfhydrilgruppe. Von *Dr. M. Hausmann, St. Gallen.* S. 323.

Astronomische Mitteilungen. S. 328.

Kleine Mitteilungen. S. 329.

Zeitschriftenschau:

Meteorologische Zeitschrift. S. 331.

Geographische Zeitschrift. S. 332.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 332.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 332.

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

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.

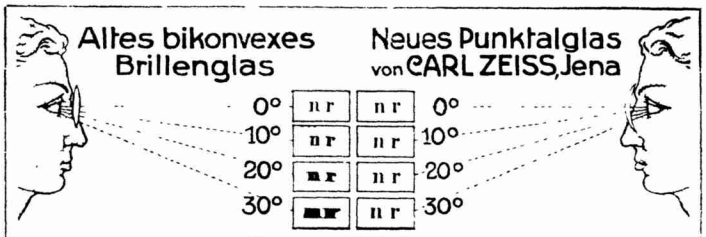
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

Neue punktuell abbildende Brillengläser

Korrektions-brillengläser
für Kurz- u. Weitsichtige

Deutliche Abbildung
bei jeder Blickrichtung von der Mitte bis zum Rand des Glases



Diese Bilder werden wahrgenommen bei einer Ablenkung der Blickrichtung um 10°, 20°, 30° von der Achse

Wesentlich grösseres Blickfeld
als bei den gewöhnlichen Brillengläsern

Ausnutzung der natürlichen Beweglichkeit des Auges

Der Träger von **Zeiss-Punktalgläsern** orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

Brillen mit Punktalgläsern sind daher ohne Mechanismus auch als Schießbrillen verwendbar

Zeiss - Punktal - Gläser sind nur durch Optiker zu beziehen

Berlin Hamburg Mailand

CARL ZEISS JENA

Wien Buenos Aires

Prospekt Opto 49 kostenfrei

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. 18. Juni 1915. Heft 25.

Die Untersuchung von trüben Lösungen [1].

Von Dr. Werner Mecklenburg,

Ständigem Mitarbeiter am Königlichen Materialprüfungsamt in Berlin-Lichterfelde-West.

Die trüben Lösungen haben neuerdings besonders dank der überraschenden Entwicklung, die die Kolloidchemie in den letzten Jahren erfahren hat, erheblich an Interesse gewonnen. Sah der Chemiker früher in der Trübheit von Lösungen meist nur eine unerwünschte Nebenerscheinung, die es nach Möglichkeit zu beseitigen galt, so wissen wir heute, daß für viele und zwar insbesondere die kolloidalen Lösungen die Trübheit eine sehr wesentliche, durchaus charakteristische Erscheinung ist, eine Erscheinung, die für die betreffenden Lösungen vielleicht charakteristischer ist als etwa ihre Farbe oder ihr Lichtbrechungsvermögen.

Die Erscheinung selbst ist allgemein bekannt. Stark getrübte Lösungen lassen, wenn sie keine Eigenfarbe besitzen, in dünnen Schichten das Licht mit mehr oder minder rötlicher Farbe durchscheinen, ohne daß man bei der Beobachtung einzelne Teilchen, auf die die Trübung zurückgeführt werden könnte, zu bemerken pflegt; in dikkeren Schichten sind sie undurchsichtig. Weniger stark getrübte Lösungen sind auch in dickeren Schichten vollkommen durchsichtig, und es macht sich die Trübung in erster Linie durch einen eigentümlichen, an Fluoreszenz erinnernden Oberflächenschimmer bemerkbar, den das mit der Erscheinung bekannte Auge auch noch bei nur recht schwach getrübten Lösungen zu erkennen vermag[2]). Wesentlich deutlicher tritt die Trübung hervor, wenn man nach dem Vorgange des bekannten englischen Physikers *John Tyndall* in die trübe Lösung einen Lichtstrahl einfallen läßt: Gerade so, wie sich der Weg eines in ein sonst dunkles Zimmer fallenden Sonnenstrahles durch Reflexion und Zerstreuung an den immer vorhandenen Staubteilchen dem Beobachter zu erkennen gibt, zeigt ein bläulich-weiß leuchtender Streifen in der Flüssigkeit die „Trübung" an. Fig. 1 stellt die heute meist als „Tyndalleffekt" oder „Tyndallphänomen" bezeichnete Erscheinung nach einer photographischen Aufnahme dar.

Die Ursache der Trübungserscheinungen in Lösungen und damit auch die Ursache des Tyndalleffektes ist bereits seit langem bekannt: Trübungserscheinungen treten immer dann auf, wenn in einem sonst homogenen Medium mikroskopische oder noch kleinere Teilchen verstreut sind, die ein anderes Lichtbrechungsvermögen als das Medium selbst besitzen. Die Richtigkeit dieser Anschauung läßt sich für Systeme, deren Teilchen einen Durchmesser bis zu etwa 200 $\mu\mu$ hinab besitzen[1]), leicht mit Hilfe des Mikroskops beweisen. Bei Systemen mit kleineren Teilchen, wie sie z. B. in den kolloidalen Goldlösungen und den Goldrubingläsern vorliegen, versagt die einfache mikroskopische Beobachtung, und es mußte, um auch in den Systemen dieser Art das Vorhandensein einzelner Teilchen unmittelbar zu beweisen, ein ganz neuartiges Hilfsmittel, das Ultramikroskop, ersonnen werden: Mit Hilfe des Ultramikroskops lassen sich in kolloidalen Lösungen unter günstigen Umständen noch Teilchen bis zu einem Durchmesser von wenigen $\mu\mu$ nachweisen.

Eine Darlegung der gewaltigen Bedeutung, die die Entdeckung der ultramikroskopischen Untersuchungsmethode für die Lehre von den „mi-

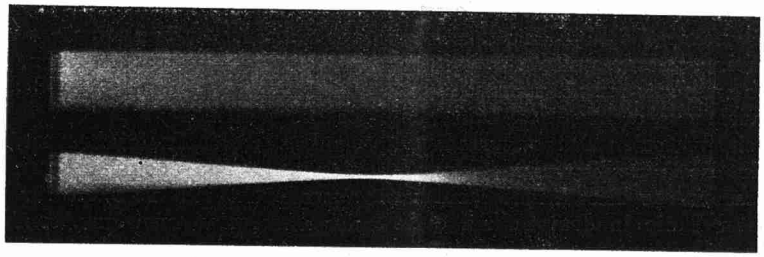


Fig. 1. Photographische Aufnahmen des von einem parallelen und von einem konvergenten Lichtstrahl in einer kolloidalen Schwefellösung erzeugten Tyndallstreifens in 0,85 der natürlichen Größe. Die beiden Aufnahmen sind miteinander unmittelbar vergleichbar. Der helle, dem eigentlichen Tyndallstreifen vorangehende Saum ist eine durch Spiegelung des Tyndallstreifens an der Vorderwand des Troges verursachte Störung.

[1]) Bearbeitet nach einem am 8. März 1915 vor der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin gehaltenen Vortrage.

[2]) Das von trüben Lösungen abgebeugte Licht ist polarisiert und ist dadurch rasch und sicher von echtem Fluoreszenzlicht zu unterscheiden.

[1]) 1 $\mu\mu$ = 0,001 μ = 0,000 001 mm.

kroheterogenen" Systemen gehabt hat, würde an dieser Stelle zu weit führen. Hier möge nur daran erinnert werden, daß es mit Hilfe des Ultramikroskops möglich ist, auch die „Größe" von Einzelteilchen zu bestimmen, die sich der mikroskopischen Ausmessung vollkommen entziehen. Zählt man die in einem abgegrenzten Volumen der Lösung enthaltenen Teilchen und ermittelt gleichzeitig durch eine chemische Analyse die Gesamtmasse der Teilchen in der Lösung, so kann man in einfachster Weise die mittlere Masse eines einzelnen Teilchens und, wenn das spezifische Gewicht der Teilchen bekannt ist, auch sein mittleres Volumen und unter der mehr oder minder willkürlichen Voraussetzung, daß das Teilchen Kugel- oder Würfelgestalt hat, schließlich auch seinen mittleren Durchmesser berechnen.

Nach der Erfindung des Ultramikroskopes legte man begreiflicherweise den Schwerpunkt der optischen Untersuchung kolloidaler Lösungen und ähnlicher Systeme auf die unmittelbare Beobachtung der Einzelteilchen und die Bestimmung ihrer Größe, die Trübung der Lösung als Ganzes aber wurde weniger beachtet. Gleichwohl verdient auch die Trübung der kolloidalen Lösungen und der Tyndalleffekt als Ganzes die Aufmerksamkeit der Forschung, sind doch keineswegs *alle* kolloidalen Lösungen ultramikroskopisch in ihre Einzelteilchen auflösbar und unterscheiden sich doch gerade viele der nicht-auflösbaren Lösungen sehr deutlich durch den Trübungsgrad und damit auch durch die Intensität des Tyndallphänomens. Die Ursache für diese Nichtbeachtung dürfte wohl in erster Linie in dem Fehlen eines zu der quantitativen Bestimmung des Trübungsgrades geeigneten Meßinstrumentes liegen, denn die vorhandenen Apparate besitzen entweder, wie z. B. das Nephelometer, nur ein beschränktes Anwendungsgebiet, oder sie haben sich in der Praxis nicht bewährt. Im folgenden soll daher zunächst ein zur Messung von Trübungen geeigneter neuer Apparat, das „Tyndallmeter", beschrieben und dann über einige mit ihm ausgeführte Untersuchungen, soweit sie ein allgemeineres Interesse besitzen, berichtet werden[1]).

Eine schematische Skizze des Tyndallmeters ist in Fig. 2 gegeben. Das von einer Strahlenquelle *S* ausgesendete Licht wird von einem Kondensor *K* auf die Öffnung der Blende *B 1* geworfen, die als die eigentliche Beleuchtungsvorrichtung des Apparates angesehen werden kann. Nachdem das von der Blendenöffnung *B 1* ausgehende Lichtbündel durch die Linse *L 1* parallel gemacht worden ist, wird es geteilt: Der obere Teil des Strahlenbündels wird an der Gipsplatte *g* diffus reflektiert, durchsetzt ein System von drei Nikols *N 1, N 2* und *N 3*, von denen *N 1* und *N 3* in paralleler Stellung feststehen, während der mittlere Nikol *N 2* um einen an einer Kreisskala ablesbaren Winkel gegen die beiden anderen Nikols gedreht werden kann. Das aus dem Nikol *N 3* austretende Licht wird an einem Prisma *P* total reflektiert und tritt dann durch den mittleren Teil eines Lummer-Brodhunschen Würfels *LB* und die Linsen *L 3* und *O* in das Auge des Beobachters. Der untere Teil des durch die Linse *L 1* parallel gemachten Lichtbündels tritt durch die Blende *B 2* in den mit der trüben Flüssigkeit gefüllten Trog und erzeugt hier den Tyndallstreifen, dessen Helligkeit durch Vermittelung der Linse *L 2*, des Photometerwürfels *LB* und der Linsen *L 3* und *O* beobachtet wird. Die Messung beruht nun darauf, daß durch Drehen des mittleren Nikols *N 2* das von der Gipsplatte *g* reflektierte Licht so weit geschwächt wird, daß es nur noch ebenso hell erscheint als das Tyndallicht selbst, und zwar dient als Maß für die Schwächung des Lichtes der Winkel, um den der mittlere Nikol gedreht worden ist. Will der Beobachter mit einfarbigem Lichte arbeiten, steht ihm aber einfarbiges Licht von genügender Intensität nicht zur Verfügung, so kann er vor der Blende *B 1* oder hinter das Okular *O* des Apparates monochromatische Filter in den Strahlengang einschalten, oder er kann sich eines besonderen, für den Apparat konstruierten Spektralmonochromators bedienen, der zwischen dem Okular *O* und dem Auge des Beobachters angebracht werden kann[1]).

Das Tyndallmeter benutzt, wie die Konstruktion zeigt und auch im Namen des Instrumentes ausgedrückt ist, als Maß für die Trübung nicht das Absorptionsvermögen, sondern — vornehmlich aus praktischen Gründen — die Helligkeit des in der Flüssigkeit erzeugten Tyndallichtes, und zwar wird die Helligkeit des Tyndallichtes nicht in absolutem Maße etwa durch Vergleich mit einer Normallichtquelle, z. B. einer Hefnerlampe, sondern nur in relativem Maße durch den direkten Vergleich mit der Helligkeit des das Tyndallicht erzeugenden Lichtes gemessen. Diese Art der Messung bietet den Vorteil, daß das Ergebnis der Messung von zufälligen Schwankungen der Intensität der erregenden Lichtquelle, die sich gerade bei der für Untersuchungen dieser Art notwendigen möglichst hohen Intensität der Lichtquelle nur schwer vermeiden lassen, unabhängig wird, denn die Intensität des Tyndalleffektes ist, wie die direkte Beobachtung der Erscheinung in Übereinstimmung mit der weiter unten zur Besprechung gelangenden Theorie ergibt, der Intensität des den Tyndalleffekt hervorrufenden Lichtes direkt proportional, d. h. der Quotient $\frac{i}{J} = [i]$ aus der Intensität i des Tyndallichtes und der Intensität J des ihn hervorrufenden Lichtes ist von der zufälligen Intensität J des erregenden Lichtes unabhängig und ein charakteristi-

[1]) *Werner Mecklenburg* und *Siegfried Valentiner:* Ein Apparat zur Messung von Trübungen (Tyndallmeter). *Zeitschrift für Instrumentenkunde* Bd. *34*, S. 209; 1914.

[1]) Das Tyndallmeter wird von der Firma Franz Schmidt & Haensch in Berlin S. 42, Prinzessinnenstraße 16, hergestellt.

sches und eindeutiges Maß für die Trübung der Flüssigkeit.

Die letzte Bemerkung, daß die in der angegebenen Weise gemessene Helligkeit des Tyndalleffekts ein eindeutiges und charakteristisches Maß für den Trübungsgrad der Flüssigkeit sei, bedarf allerdings noch einer Einschränkung. Gemessen wird nicht die Gesamthelligkeit des Tyndalleffektes, sondern nur die Helligkeit des Tyndallstreifens an der mit A bezeichneten Stelle des Troges (vgl. Fig. 2). Die Helligkeit an dieser Stelle aber hängt einerseits von der Entfernung l der gemessenen Stelle von der Eintrittsstelle des Lichtes in den Trog, andererseits von der Entfernung h von der Oberfläche der Flüssigkeit ab: Je größer die Entfernung l ist, um so mehr ist das den Tyndallstreifen erzeugende Licht durch Absorption in der Flüssigkeit geschwächt, und je größer die Entfernung h ist, eine um so stärkere Absorption erleidet das Tyndallicht selbst in der Lösung, d. h. um so matter erscheint es dem Beobachter. Als charakteristisch kann nur die von den sekundären Einflüssen der Absorption befreite Helligkeit des Tyndalleffektes angesehen werden, denn die Helligkeit des von der Gipsplatte reflektierten Vergleichslichtes ist ja auch von den erwähnten Einflüssen unabhängig. Die erforderliche Unabhängigkeit von den Absorptionsvorgängen erreicht man nun am einfachsten in der Weise, daß man den Tyndallstreifen unmittelbar unter der Oberfläche der Flüssigkeit erzeugt, seine Helligkeit in verschiedenen Entfernungen l von der Eintrittsstelle des Lichtes in den Trog mißt,

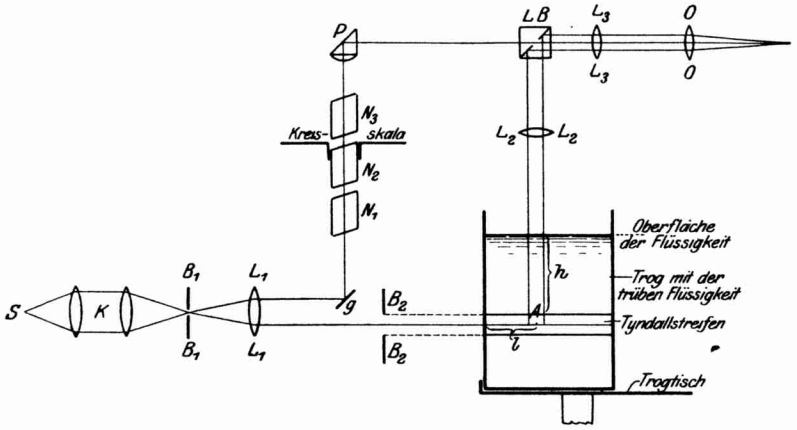


Fig. 2. Das Tyndallmeter in schematischer Darstellung.

die Ergebnisse der Messungen als Funktion der l-Werte zu einer Kurve vereinigt, und diese Kurve auf den der unmittelbaren Messung nicht zugänglichen Wert extrapoliert, der der Entfernung $l = 0$ entspricht. Ein Beispiel für eine derartige Messungsreihe und die Extrapolation ist in der Fig. 3 wiedergegeben. In dem Koordinatensystem ist die Helligkeit des Tyndallkegels in einer willkürlichen Einheit als Ordinate, die Entfernung l zwischen dem Beobachtungspunkte A und der Eintrittsstelle des Lichtes in den Trog als Abszisse eingetragen. Die Kreuze geben die beobachteten Werte an. Die ausgezogene Kurve, welche die beobachteten Werte verbindet, zeigt eine schwache S-ähnliche Krümmung, deren Ursache in hier nicht näher zu erörternden Nebenerscheinungen zu sehen ist. Die punktierte Kurve zeigt an, wie die Extrapolation ohne Rücksicht auf die in der S-ähnlichen Krümmung sich äußernden Nebenerscheinungen vorzunehmen ist[1]). Die weiterhin in dem vorliegenden Bericht enthaltenen Angaben über die Helligkeit der Tyndallstreifen beziehen sich ausschließlich auf die in der angegebenen Weise von den Absorptionsvorgängen befreiten und darum für die betreffenden Lösungen charakteristischen Helligkeitswerte.

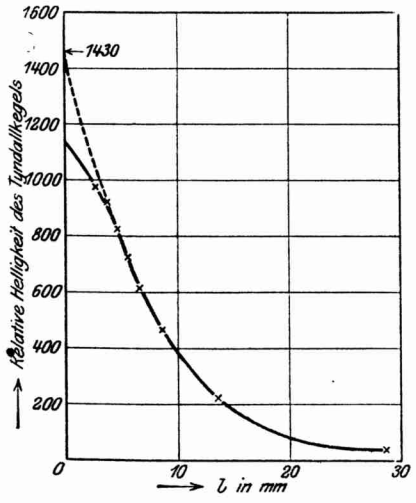


Fig. 3.

[1]) Wegen aller Einzelheiten, insbesondere auch wegen des Unterschiedes zwischen den Beobachtungen im konvergenten und im parallelen Licht sei auf die Originalliteratur verwiesen. Die in diesem Berichte besprochenen Ergebnisse sind sämtlich durch Messungen im konvergenten Lichte gewonnen worden, und zwar beziehen sich die Messungen auf die Spitze des in Fig. 1 dargestellten Doppelkegels.

Mit Hilfe des Tyndallmeters ist nun eine Reihe von Untersuchungen über die Intensität des Tyndallphänomens ausgeführt worden. Bevor aber die Ergebnisse dieser Untersuchungen im einzelnen erörtert werden, soll zunächst eine kurze Darstellung der Theorie der Erscheinung gegeben werden:

Während *Clausius* die Ursache der Trübung in trüben Medien in der Reflexion des Lichtes an den in dem trüben Medium enthaltenen Teilchen gesehen hatte, ist von *Lord Rayleigh* eine grundsätzlich andere Anschauung entwickelt worden: Nach *Lord Rayleigh* wird das Licht von den in einem trüben Medium enthaltenen Teilchen, sofern sie klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes sind, nicht reflektiert, sondern zerstreut, und zwar hängt der Grad der Zerstreuung nach *Lord Rayleigh* in noch näher darzulegender Weise von dem Volumen der Teilchen ab.

Wenn man eine Lichtwelle graphisch darstellt, so erhält man die in Fig. 4 wiedergegebene bekannte Kurve. In dieser Kurve wird die Entfernung AB als Wellenlänge, die Höhe der Welle CD als Amplitude bezeichnet. Die Intensität ist

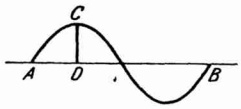


Fig. 4.

in der Kurve nicht unmittelbar enthalten, denn die Intensität des Lichtes ist nicht ein unmittelbarer, sondern nur ein abgeleiteter physikalischer Begriff. Die Intensität J des Lichtes ist gleich dem Quadrat der Amplitude A:

$$J = A^2.$$

Lord Rayleighs Theorie geht nun nicht von dem abgeleiteten Begriff der Intensität, sondern von dem unmittelbaren Begriff der Amplitude aus, und zwar macht *Lord Rayleigh* die Hypothese, daß die Amplitude a des durch ein im Vergleich zur Wellenlänge des Lichtes kleines Teilchen zerstreuten Lichtes nach der Zerstreuung proportional der Amplitude A, die das Licht vor der Zerstreuung hatte, und proportional auch dem Volumen v des Teilchens sei, d. h. es soll

$$a = A \,.\, v \,.\, k$$

sein, wenn k einen Proportionalitätsfaktor darstellt. Diese Hypothese führt in einfacher Weise auf rein mathematischem Wege zu den folgenden Konsequenzen über die Abhängigkeit der Zerstreuung von der Wellenlänge des Lichtes:

Versucht man die Intensität i des zerstreuten Lichtes zu messen, so erhält man je nach der Entfernung r von dem zerstreuenden Teilchen, in der man die Messung anstellt, verschiedene Werte. Da die Intensität des Lichtes umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung von der Strahlenquelle, im vorliegenden Falle also umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung r von dem Teilchen ist

$$i = \frac{\text{const.}}{r^2},$$

so ist die Amplitude a umgekehrt proportional der einfachen Potenz von r:

$$a = \frac{\text{const.}}{r}.$$

Es ist also

$$a = \frac{A \,.\, v \,.\, k}{r} \quad \text{oder} \quad \frac{a}{A} = \frac{v \,.\, k}{r}.$$

Nun steht auf der linken Seite der Gleichung der Quotient $\frac{a}{A}$, also eine reine unbenannte Zahl, denn das Verhältnis zweier gleichartiger Größen ist immer eine reine unbenannte Zahl. Auf der rechten Seite aber steht, wenn der Proportionalitätsfaktor k ebenfalls als eine reine Zahl aufgefaßt wird[1]), das Verhältnis eines Volumens zu einer Strecke, d. h. eine Fläche, denn ein Volumen ist allgemein als die dritte, eine Fläche als die zweite Potenz einer Strecke definiert. Die Gleichung kann also in der vorliegenden Form nicht richtig sein, weil eine reine Zahl immer nur gleich einer reinen Zahl, niemals aber gleich einer Fläche sein kann. Nun kann die Zerstreuung nur noch von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und von seiner Wellenlänge abhängen. Tatsächlich kann aber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht in die Gleichung eingeführt werden, denn wenn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in irgend einer Form in die rechte Seite der Gleichung eingesetzt werden würde, so würde damit auf die rechte Seite der Gleichung ein Zeitfaktor kommen, und dann würde die rechte Seite niemals eine reine Zahl werden, also kann — so schloß *Lord Rayleigh* — die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes bei der Zerstreuung keine Rolle spielen. Die falsche Gleichung

$$\frac{a}{A} = \frac{v \,.\, k}{r}$$

wird aber, wie man leicht erkennt, sofort richtig, wenn man in den Nenner des Bruches auf der rechten Seite der Gleichung das Quadrat der Wellenlänge λ des Lichtes einsetzt:

$$\frac{a}{A} = \frac{v \,.\, k}{r \,.\, \lambda^2},$$

denn dann steht im Nenner des Bruches, da die Wellenlänge des Lichtes eine Strecke ist, im Nenner ebenso wie im Zähler im ganzen die dritte Potenz einer Strecke, d. h. der Bruch selbst stellt, wie verlangt wird, eine reine unbenannte Zahl dar.

Die Gleichung

$$\frac{a}{A} = \frac{v \,.\, k}{r \,.\, \lambda^2} \quad \text{oder} \quad \frac{i}{J} = [i] = \frac{v^2 \,.\, k^2}{r^2 \,.\, \lambda^4}$$

gilt für die Zerstreuung des Lichtes durch *ein*

[1]) Die strenge Ableitung der Theorie zeigt, daß der Proportionalitätsfaktor in der Tat eine reine Zahl ist.

Teilchen. Sind in der Raumeinheit der Flüssigkeit n Teilchen enthalten, so ist die Zerstreuung des Lichtes in der Raumeinheit n-mal so groß, d. h. es ist

$$\frac{i}{J} = [i] = \frac{n \cdot v^2}{r^2 \cdot \lambda^4} \cdot k^2.$$

Diese Gleichung ist das Rayleighsche Zerstreuungsgesetz.

Im Tyndallmeter wird direkt das Verhältnis $i : J = [i]$ gemessen, und das Rayleighsche Gesetz nimmt für das Instrument, wenn man die Größe r, die ja für das Instrument konstant ist, sowie die durch Reflexionen im Instrument und sonstige Ursachen in die Messungsergebnisse eingehende Apparatkonstante mit der Konstanten k^2 des Gesetzes in die allgemeine Konstante K zusammenzieht, die Form

$$[i] = \frac{n \cdot v^2}{\lambda^4} \cdot K$$

an. Führt man an Stelle der zunächst unbekannten Anzahl n der Teilchen die Konzentration c der Lösung ein, die durch die Gleichung

$$c = n \cdot m = n \cdot s \cdot v$$

gegeben ist, wenn man mit m die Masse eines einzelnen Teilchens und mit s sein spezifisches Gewicht bezeichnet, so erhält man die Beziehung

$$[i] = \frac{c \cdot v}{\lambda^4 \cdot s} \cdot K,$$

an der sich das Rayleighsche Gesetz mit Hilfe des Tyndallmeters sehr leicht prüfen läßt.

1. *Die Abhängigkeit des Tyndalleffektes von der Konzentration*[1]).

Planmäßige Untersuchungen über den Einfluß der Konzentration auf die Intensität des Tyndalleffekts wurden an kolloidalen Zinnsäure- und an kolloidalen Schwefellösungen angestellt. Sie ergaben, ganz in Übereinstimmung mit den Forderungen der Rayleighschen Theorie, daß die Stärke des Tyndallichtes direkt proportional der Konzentration ist. Als Beispiel für die Richtigkeit des Gesagten diene die folgende Tabelle 1, die sich auf eine kolloidale Schwefellösung, deren Teilchen einen Durchmesser von 42 $\mu\mu$ hatten, und auf weißes Nernstlicht bezieht:

Tabelle 1.

Konzentration c der Lösung	Intensität $[i]$ des Tyndallichtes in einer willkürlichen Einheit	$\frac{[i]}{c}$
0,00002 %	2,9	145 000
0,0001 „	14,7	147 000
0,001 „	145	145 000
0,02 „	2900	145 000
		Mittel 145 500

2. *Die Abhängigkeit des Tyndalleffektes von der Wellenlänge des Lichtes*[1]).

Die Abhängigkeit der Intensität des Tyndalleffektes von der Wellenlänge des Lichtes ist bereits von einer größeren Reihe von Autoren untersucht worden, und zwar mit dem Ergebnis, daß dann, wenn man die trübenden Teilchen als sehr klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes anzusehen Veranlassung hatte, das Rayleighsche Gesetz gilt, daß aber dann, wenn man die Teilchen nicht mehr als sehr klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes ansehen zu müssen glaubte, die Helligkeit des Tyndalleffektes nicht umgekehrt proportional der vierten, sondern, wie es die Theorie von *Clausius* verlangt, umgekehrt proportional der zweiten Potenz der Wellenlänge des Lichtes war. Auch war bereits, gewissermaßen als Übergang, umgekehrte Proportionalität zur dritten Potenz der Wellenlänge beobachtet worden.

Für die tyndallmetrischen Messungen wurde ein annähernd monochromatisches Licht mit Hilfe von Lichtfiltern hergestellt; als Versuchsmaterial diente in erster Linie eine Reihe von kolloidalen Schwefellösungen, die „isodispers", d. h. dadurch gekennzeichnet waren, daß alle Teilchen, die sich in der gleichen Lösung befanden, auch die gleiche Größe hatten. Für Lösungen dieser Art soll nach dem Rayleighschen Gesetz, wie die Gleichung

$$[i] \cdot \lambda^4 = \frac{c \cdot v}{s} K = \text{const.}$$

zeigt, das Produkt $[i] \cdot \lambda^4$ konstant sein.

Tabelle 2.

Wellenlänge des Lichtes	Teilchendurchmesser 93 $\mu\mu$		Teilchendurchmesser 135 $\mu\mu$		Teilchendurchmesser 246 $\mu\mu$	
	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$
631 $\mu\mu$	$4{,}70 \cdot 10^{10}$	$1{,}87 \cdot 10^{16}$	$3{,}98 \cdot 10^{10}$	$1{,}58 \cdot 10^{16}$	$6{,}77 \cdot 10^{10}$	$2{,}69 \cdot 10^{16}$
596 „	4,97	1,77	4,40	1,56	6,39	2,27
574 „	5,93	1,95	—	—	6,26	2,06
566 „	5,77	1,85	4,36	1,40	6,33	2,03
532 „	6,06	1,71	4,75	1,35	6,23	1,76
		Mittel $1{,}83 \cdot 10^{16}$			Mittel $6{,}40 \cdot 10^{10}$	

[1]) *Werner Mecklenburg*, „Über die Messung des Tyndalleffektes in kolloidalen Lösungen." *Koll.-Zeitschrift* Bd. *14*, S. 172; 1914.

[1]) *Werner Mecklenburg*, „Tyndallmetrische Messungen in einfarbigem Lichte". *Koll.-Zeitschr.* Bd. *15*, S. 149; 1914.

Die Messungen ergaben nun, daß, ganz wie zu erwarten war, in sehr feinteiligen Lösungen die Helligkeit des Tyndallphänomens der vierten, in weniger feinteiligen Lösungen der zweiten Potenz der Wellenlänge des Lichtes umgekehrt proportional ist. Die vorstehende Tabelle 2 zeigt gerade den Übergang: Für die erste Lösung, deren Teilchen nach ultramikroskopischen Messungen den Durchmesser von 93 μμ haben, ist innerhalb der Fehlergrenzen der Versuche das Produkt $[i] \cdot \lambda^4$ konstant, während das Produkt $[i] \cdot \lambda^2$ einen deutlichen Gang aufweist. Bei der zweiten Lösung, bei der der Teilchendurchmesser den Wert $d = 135$ μμ hat, ist weder das Produkt $[i] \cdot \lambda^4$ noch das Produkt $[i] \cdot \lambda^2$ konstant; tatsächlich hat das (theoretisch sinnlose) Produkt $[i] \cdot \lambda^3$ einen annähernd konstanten Wert. Bei der dritten Lösung endlich zeigt das Produkt $[i] \cdot \lambda^4$ einen ausgesprochenen Gang, während das Produkt $[i] \cdot \lambda^2$, wenn man von dem leichten, in Wirklichkeit innerhalb der Versuchsfehler liegenden und nur von ihnen vorgetäuschten Gange absieht, als konstant bezeichnet werden darf.

3. Die Abhängigkeit des Tyndalleffektes von der Teilchengröße[1]).

Nach dem Rayleighschen Gesetz ist das Produkt $[i] \cdot \lambda^4$ dem Volumen der Teilchen direkt proportional:

$$[i] \cdot \lambda^4 = \frac{c \cdot v}{s} \cdot K.$$

Vergleicht man zwei sich nur durch die Teilchengröße unterscheidende, gleich konzentrierte Lösungen desselben Stoffes in demselben Lösungsmittel, so erhält man, wenn man dem Stoffe in den beiden Lösungen auch das gleiche spezifische Gewicht zuschreiben darf, die Beziehung

$$\frac{[i_1]}{[i_2]} = \frac{v_1}{v_2} \text{ oder } v_1 = v_2 \frac{[i_1]}{[i_2]},$$

in der die Indizes 1 und 2 sich auf die beiden Lösungen beziehen. Man kann also, wenn man das Teilchenvolumen in der einen Lösung kennt, das in der anderen Lösung berechnen. Fehlt die Vergleichslösung, d. h. will man eine einzelne Lösung tyndallmetrisch charakterisieren, so wird man zweckmäßig den nach dem Rayleighschen Gesetz auf eine konventionelle Konzentrationseinheit — etwa auf eine einprozentige Lösung — umgerechneten Wert des Produktes $[i] \cdot \lambda^4$ angeben.

Inwieweit das Rayleighsche Gesetz die Tatsachen auch hinsichtlich der Abhängigkeit des Trübungsgrades der Lösungen von der Teilchengröße richtig wiedergibt, wird durch die in Tabelle 3 zusammengestellten Ergebnisse der tyndallmetrischen Messungen dargetan, die sich auf neun isodisperse kolloidale Schwefellösungen beziehen, deren Teilchengröße von 5 bis zu 840 μμ ansteigt. Die Tabelle enthält die Zahlenwerte der auf einprozentige Lösungen umgerechneten Produkte $[i] \cdot \lambda^4$ oder $[i] \cdot \lambda^2$ in einer willkürlichen Einheit und die von *Sven Odén* teils aus Diffusionsgeschwindigkeiten und osmotischen Drucken geschätzten, teils ultramikroskopisch gemessenen Teilchendurchmesser. Außerdem sind für die Lösungen, für die das Produkt $[i] \cdot \lambda^4$ konstant ist, für die also das Rayleighsche Gesetz gelten muß, nach diesem Gesetz und unter der Annahme, daß die Teilchen Kugelgestalt haben und der Durchmesser der in der ersten, feinteiligsten Lösung den von *Sven Odén* angegebenen Wert von 5μμ besitzt, die Teilchendurchmesser berechnet und ebenfalls in die Tabelle aufgenommen worden. Die Übereinstimmung zwischen den von *Sven Odén* geschätzten und den tyndallmetrisch erhaltenen Werten ist bei den feinteiligeren Lösungen, deren Teilchen einzeln im Ultramikroskop nicht mehr sichtbar sind, recht gut. Bei der fünften und sechsten Lösung aber, deren Teilchen im Ultramikroskop noch zu erkennen sind, sind größere Unterschiede vorhanden, Unterschiede, auf deren Ursache hier jedoch nicht eingegangen werden kann. Bei den drei letzten Lösungen endlich, deren Teilchen so groß sind, daß das Rayleighsche Gesetz für sie nicht gültig ist, nimmt die Zerstreuung — hier richtiger wohl die Reflexion — des Lichtes in der Lösung mit wachsender Teilchengröße nur noch in sehr geringem Maße zu, so daß man den Eindruck gewinnt, als ob hier schon das Gebiet begänne, in dem der Trübungsgrad nur noch von der Menge des trübenden

Tabelle 3.

Lösung	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$	Durchmesser der Teilchen nach *Sven Odén*	tyndallmetrisch bestimmt
1	—	$5{,}79 \cdot 10^{12}$	etwa 5 μμ $= d$	$[d = 5$ μμ$]$
2	—	87,0	„ 10 „ $= 2\,d$	$2{,}47\,d = 12{,}35$ „
3	—	568	„ 20 „ $= 4\,d$	$4{,}61\,d = 23{,}05$ „
4	—	1 280	„ 30 „ $= 6\,d$	$6{,}05\,d = 30{,}25$ „
5	—	14 800	42 „ $= 8{,}4\,d$	$13.7\ d = 68{,}5$ „
6	—	18 300	93 „ $= 18{,}6\,d$	$14{,}7\ d = 73{,}5$ „
7	etwa $4{,}4 \cdot 10^{10}$	—	135 „ —	—
8	$6{,}4 \cdot$ „	—	246 „ —	—
9	$11{,}5 \cdot$ „	—	840 „ —	—

[1]) *Werner Mecklenburg*, „Über die Beziehungen zwischen Tyndalleffekt und Korngröße in kolloidalen Lösungen". *Koll.-Zeitschr.* Bd. *17* (im Druck).

Stoffes in der Lösung, nicht aber mehr von seinem Verteilungsgrad abhängt. Wie dem auch sei, jedenfalls geht aus der Tabelle mit Sicherheit hervor, daß das Rayleighsche Gesetz gerade für die sehr feinteiligen Lösungen, deren Teilchen sich der ultramikroskopischen Beobachtung überhaupt entziehen, vollkommene Gültigkeit besitzt.

Das Endergebnis dieser Untersuchungen läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß man mittels des Tyndallmeters in trüben Lösungen dann, wenn die Größe der trübenden Teilchen genügend definiert ist, die Konzentration des trübenden Bestandteils in der Lösung, und dann, wenn man — dies dürfte der häufigere Fall sein — die Konzentration kennt, die mittlere Teilchengröße bestimmen kann. Für die Kolloidchemie insbesondere ist die Bestimmung der Teilchengröße darum wichtig, weil die Eigenschaften einer kolloidalen Lösung durch ihre chemische Zusammensetzung allein nicht eindeutig charakterisiert sind, sondern außerdem noch in sehr weitgehendem Maße von der Größe der Teilchen abhängen. Hat sich doch, um hier nur ein Beispiel anzuführen, der Unterschied zwischen der gewöhnlichen und der sogenannten Metazinnsäure allein auf Unterschiede in der Größe der in den verschiedenen Zinnsäurepräparaten enthaltenen Teilchen zurückführen lassen: Ein Zinnsäurepräparat weist die Eigenschaften der Metazinnsäure um so deutlicher auf, je größer seine Teilchen sind. Für den Kolloidchemiker sind daher die tyndallmetrischen Messungen von großem Interesse, und dies um so mehr, als das Tyndallmeter ja gerade in *den* Gebieten Teilchengrößen zu bestimmen gestattet, in denen die ultramikroskopische Untersuchungsmethode versagt und der Beobachter daher auf andere, schwierige und umständliche und in der großen Mehrzahl der Fälle nicht mit Sicherheit anwendbare Verfahren angewiesen ist. Selbstverständlich ist das Tyndallmeter aber auch noch für die Bearbeitung vieler anderer, nicht ausschließlich zur Kolloidchemie gehöriger Probleme, so z. B. für die Untersuchung von Fluoreszenzerscheinungen[1]), für die Lösung analytischer Aufgaben usw. geeignet, jedoch würde ein Eingehen auf diese Arbeitsmöglichkeiten hier zu weit führen und auch den Rahmen des an dieser Stelle behandelten Themas überschreiten.

Reduktionsprozesse und Synthesen beim Tiere in ihrer Beziehung zu einer Sulfhydrilgruppe.

Von Dr. M. Hausmann, St. Gallen (Schweiz).

Die landläufige Auffassung, die das Wesen der chemischen Umsetzungen bei den Pflanzen kurz als Reduktionsvorgänge, bei den Tieren als Oxydationen kennzeichnet, bedarf bekanntlich großer Einschränkungen. — Vor allem wissen wir, daß die Oxydationsprozesse für die Pflanzen von lebenswichtiger Bedeutung sind. Das Gegenstück aber, die Reduktionsvorgänge im tierischen Organismus, hat sich bisher verhältnismäßig nur geringer Beachtung erfreut. Zwar wurden solche Reduktionsprozesse schon relativ früh bekannt, aber durchschnittlich galten sie und gelten sie wohl noch heute als Raritäten, die nur deshalb Beachtung verdienen, weil sie der eingangs erwähnten apodiktischen Formulierung vom Wesen des tierischen Stoffwechsels zuwiderlaufen. Eine größere systematische Bedeutung erlangen nun diese Umsetzungen durch die Versuche einiger Forscher, solche Reduktionsvorgänge als Ausgangspunkt für eine Erklärung der Oxydationen im tierischen Gewebe zu benutzen. Es ist in der Tat einleuchtend, daß Oxydations- und Reduktionsvorgänge als antagonistische Prozesse stets Hand in Hand gehen werden. Nun ist genügend bekannt, daß der molekulare eingeatmete Sauerstoff viel zu wenig aktiv ist, um die Oxydation der eingeführten Substanzen oder der zur Oxydation vorbereiteten Spaltprodukte zu bewirken; der Sauerstoff muß vielmehr in die passende aktive Form erst übergeführt werden, und als solche gilt mit mehr oder weniger Sicherheit ein Peroxyd, also Wasserstoffsuperoxyd, oder eine analoge Verbindung, die dann unter dem fermentativen Einfluß von Peroxydasen die Oxydation bewerkstelligt. Die Entstehung der Peroxyde aber kann als Reduktion von Sauerstoff aufgefaßt werden, und hier greifen unsere Theorien ein.

Hoppe-Seyler (zitiert bei *Heffter*[1]) erinnert an den bei Gärungsvorgängen freiwerdenden Wasserstoff; gliedert sich dieser an den Sauerstoff an, so bildet sich eben das Peroxyd. Die weiteren Betrachtungen bringen noch eine Erweiterung, indem auch die Quelle des nascierenden Wasserstoffs in Betracht gezogen wird: Dieser gehört ursprünglich dem Protoplasma an und spaltet sich nach den Anschauungen von *Ehrlich, Engler* und *Heffter* (l. c.) von ihm ab, während sich die Radikale, die den Wasserstoff abgaben, ohne Sauerstoffaufnahme — unter Autoxydation — zu Doppelverbindungen kondensieren. Wir sehen also, wie durch ein Wechselspiel von Oxydationen und Reduktionen die Verbrennungsvorgänge eingeleitet und durchgeführt werden. Folgendes Schema der verschiedenen in Betracht kommenden Phasen möge das eben Erläuterte dem Verständnis noch näher bringen.

Es ist nicht Aufgabe des Referats, diese Betrachtungen weiter zu führen; handelt es sich doch nur darum, zu zeigen, daß auch Reduktionsvorgängen allgemeine Bedeutung zukommt oder mindestens zukommen kann.

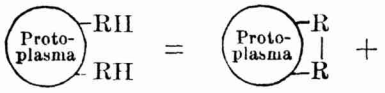
Welche Reduktionsvorgänge durch tierische Organe wurden nun bisher beobachtet? *Heffter* gibt folgende Zusammenstellung:

Arsensäure wird in arsenige Säure übergeführt.

[1]) *Werner Mecklenburg* und *Siegfried Valentiner*, „Über die Abhängigkeit der Fluoreszenz von der Konzentration"; *Physik. Zeitschr.* Bd. *15*, S. 267; 1914.

Jodate in Jodide.
Tellurite und Tellurate in Tellur, ebenso erfolgt die gleiche Umwandlung entsprechender Selenverbindungen.
Quecksilberchlorür wird zu metallischem Quecksilber reduziert.
Kakodylsäure geht in Kakodyloxyd über.
Pikrinsäure wird in einen Aminokörper, eine phenolartige Verbindung und einen roten Farbstoff umgewandelt.
Methylenblau und Indigoschwefelsäure werden entfärbt, ebenso Guajakblau.
Oxyhämoglobin verliert (spektroskopisch) die charakteristischen beiden Streifen (vgl. dazu die Bemerkung von *Thunberg*[2]).
Auf Schwefelzusatz erfolgt Schwefelwasserstoffentwicklung.

Die Entstehung des Schwefelwasserstoffs auf Schwefelsubstanz haben Mitte der 80er Jahre einige französische Autoren fast gleichzeitig gesehen (Lit. bei *Pozzi-Escot*[3]). Von ihnen gebührt *de Rey-Pailhade* das Verdienst, die Frage systematisch bearbeitet zu haben. Er verwendete vor allem alkoholische Auszüge von Preßhefe (ca. 40 % Alkohol und Preßhefe zu gleichen Teilen während 24 Stunden im Kontakt) und zeigte qualitativ und quantitativ, wie sich auf Zusatz von Schwefelpulver zu diesen Auszügen Schwefelwasserstoff entwickelt. Im fernern wiesen er und sein Nachfolger *Pozzi-Escot* auf die Fähigkeit des Extraktes hin, andere Substanzen zu reduzieren; auch war es dem Autor bekannt, daß diese reduzierende Fähigkeit weit verbreitet ist; sie kommt außer der Hefe vielen tierischen

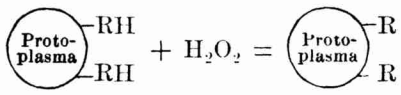
I 

Autoxydation

II $2\,H + O_2 = H_2O_2$ Reduktion

III a H_2O_2 (+ Peroxydase) + $C\begin{matrix}OOH\\H\end{matrix}$ (Ameisensäure) = H_2O (+ Peroxydase) + $CO_2 + H_2O$
Oxydation eingeführter Substanzen

Die Oxydation kann endlich auch am Protoplasma selbst angreifen, z. B. nach

III b 

Oxydation protoplasmatischer Substanz

Am besten dürften die Reduktion von Farbstoffen und die Bildung des Schwefelwasserstoffes studiert sein. Das Arbeiten mit Farbstoffen ist eine überaus elegante, sinnfällige Methode und das Verschwinden etwa des leuchtenden Methylenblaus aus einem Leberbrei-Farbstoffgemisch prägnant. Es handelt sich dabei aber um einen leicht reversiblen Vorgang; schon der Kontakt mit dem Luftsauerstoff läßt das Blau bei längerem Stehen wenigstens zum Teil wieder auftreten, und so verstehen wir, daß diese Untersuchungen, die sich an den Namen *Ehrlichs* anschließen, geeigneter waren, Hinweise auf das physiologische Ineinandergreifen von Oxydations- und Reduktionsprozessen zu geben, als einer genaueren chemischen Analyse des Reduktionsvorganges allein zu dienen.

Zu diesem Zweck schien die Umwandlung des Schwefels zu Schwefelwasserstoff weitaus geeigneter zu sein. Das Endprodukt ist gasförmig, und so kann die Umwandlung sicher irreversibel geleitet werden, wenn nur für den regelmäßigen Austritt des gebildeten Gases gesorgt wird; die quantitative Bestimmung des entstandenen Schwefelwasserstoffs ist zudem relativ einfach. Somit sind alle Bedingungen für eine genauere Analyse des Vorganges erfüllt. Wir werden freilich sehen, daß neue unerwartete Beobachtungen das Problem wieder zu verschieben drohen; um aber diese Verschiebung zu verstehen, müssen wir den historischen Weg erst selbst gehen.

Organen (Muskel, Gehirn, Niere, Milz, Hoden, Leber, Pankreas), aber auch dem Eierklar zu. Die theoretische Auffassung des Prozesses war freilich der Kritik leicht zugänglich. Als dessen Ursache betrachtet *de Rey-Pailhade* — zu Unrecht — ein Ferment, Philothion genannt. Es darf aber nicht vergessen werden, daß zu jener Zeit der Fermentbegriff noch weniger scharf umschrieben war; zudem zeigt die Formel, die zur Erläuterung seiner Auffassung dient, wie sehr er sich den heute geltenden Anschauungen nähert. Die Wirkungsweise des Philothions ist nach *de Rey-Pailhade* folgende:

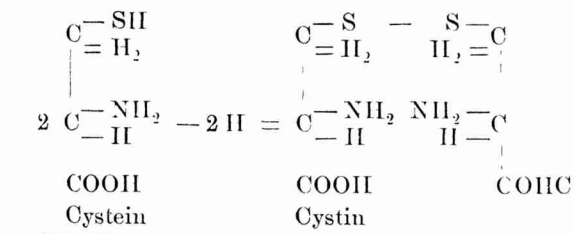
$$RH_2 + S = R + H_2S$$

Auch betonte er nachdrücklich die Bedeutung dieser „Reduktase" für den Oxydationsprozeß.

Spätere französische und deutsche Autoren erbrachten nun in erster Linie den Beweis, daß es sich bei der Bildung des Schwefelwasserstoffes nicht um eine Enzymwirkung handelt: Gekochte Organe wie koaguliertes Eierklar geben die Umsetzung in gleicher Weise wie die genuinen Präparate; auch handelt es sich um einen quantitativ sehr beschränkten Vorgang, der 5—10 Minuten nach Zusatz des Schwefels beginnt, in den ersten 1—2 Tagen die maximale Höhe erreicht, allmählich abnimmt und nach einigen Tagen versiegt, lange vor der Erschöpfung des zugesetzten Schwefels.

In die Diskussion über das Wesen des Vor-

ganges brachte nun vor allem *Heffter* wichtige neue Gesichtspunkte. Er lehnt die Roesingsche Auffassung des Prozesses als eine Oxydation des Eierklars unter Sauerstoffaufnahme und gleichzeitigem Freiwerden des Wasserstoffs ab, denkt vielmehr schon in seiner ersten Arbeit[4]) an eine Autoxydation des Eiweißes unter einfacher Abspaltung des Wasserstoffes und Kondensation der Radikale zu Doppelverbindungen (entsprechend unserer Formel I). Er lenkt die Aufmerksamkeit vor allem auf gewisse Thiokörper, die bei Schwefelzusatz rasch Schwefelwasserstoff abgeben. Diese Angaben werden durch seine zweite Arbeit[1]) noch präzisiert. Das Cystein wird in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt; seine rechtsdrehende Form ist leicht autoxydabel und ist außerdem imstande, alle oben erwähnten Reduktionen prompt durchzuführen. Nur die biologische Umwandlung von Nitraten zu Nitriten läßt sich durch das Cystein nicht nachahmen; sie unterscheidet sich aber auch sonst von den andern Reduktionsprozessen, da sie durch Blausäure gehemmt, durch Aufkochen der Organe verhindert wird; wir schließen sie so, wie das analog sich verhaltende Nitrobenzol, aus unserer Betrachtung aus. Der Hinweis auf das Cystein war auch insofern glücklich, als dieses in naher genetischer Beziehung zum Cystin steht; letzteres aber ist als normaler Zellbaustein schon lange bekannt. Die Beziehung zwischen beiden Körpern ist folgende:



Cystein Cystin

Die Beweisführung, daß ein cysteinähnlicher Komplex die biologischen Reduktionen auslöse, schien nun geschlossen, als *Heffter* unabhängig von *Buffa* durch Verwendung der Nitroprussidnatriumreaktion zeigen konnte, daß Cystein oder zum mindesten ein die Sulfhydrilgruppe enthaltender Körper sowohl im Hefeextrakt als in den meisten tierischen Organen vorhanden ist[1]).

Und doch ist die Hefftersche Auffassung nicht imstande, allen Tatsachen gerecht zu werden. Wir haben schon erwähnt, daß auch das Eierklar auf Schwefelzusatz Schwefelwasserstoff abgibt. (Eine genauere Analyse zeigt, daß diese Fähigkeit dem Ovalbumin zukommt.) Eierklar vollzieht auch sonst eine Anzahl der obengenannten Reduktionen, andere Reduktionen dagegen unterbleiben zum Unterschied von den reduzierenden Organen. Es reduziert die Farbenlösungen nicht, die Reduktion von Jodaten findet nicht statt, es ist luftbeständig, d. h. die reduzierende Fähigkeit geht nicht wie bei den frischen oder gekochten Organen beim Liegen an der Luft verloren. Diese Unterschiede, zu denen sich noch eine Reihe aus dem Folgenden ohne weiteres verständliche gesellen, beruhen nun darauf, *daß nur den Organen, nicht aber dem Eierklar eine freie Sulfhydrilgruppe zukommt. Heffter* hat freilich auch beim Eierklar eine positive Nitroprussidnatriumreaktion erhalten, aber erst, nachdem er es vorher koaguliert hat. Beim Koagulieren des Eierklars erfolgen aber komplizierte chemische Umsetzungen, wie unter andern *Sörensen* und *Jürgensen*[5]) gezeigt haben, und eine dieser Umsetzungen führt zum sekundären Freilegen der Sulfhydrilgruppe. Der Referent[6]) hat die Beweise für diese Auffassung zusammengestellt; die beweiskräftigste Tatsache ist wohl der Nachweis, daß durch Hitze oder anderswie koaguliertes Eiweiß, also Eiweiß mit positiver Nitroprussidnatriumreaktion, die vorhin den Organen gegenüber signalisierten wesentlichen Unterschiede nicht mehr aufweist.

Aus diesen Feststellungen geht nun weiter hervor, daß eine freie Sulfhydrilgruppe, also das Cystein, nur für einen Teil der bekannten Reduktionen nötig ist; da die anderen Reduktionen auch von dem genuinen Eierklar ausgeführt werden, das die freie Gruppe nicht besitzt, ist für sie auch nicht das Cystein verantwortlich zu machen, sondern eine Vorstufe, die offenbar durch Hydrolyse in das Cystein sich überführen läßt. Über die Natur dieser Vorstufe wissen wir nichts, erst ihre Kenntnis wird uns in der Erfassung des intimeren Vorganges mancher Reduktionsprozesse weiterführen.

Wir haben also zusammenfassend die Reduktionen folgendermaßen zu gruppieren:

A. Nitrate → Nitrite
Nitrobenzol → Anilin
B. Farbstoffe → Leukobasen
Jodate → Jodite
Selen → Selenwasserstoff
Tellurate, Tellurite → Tellur
Phosphor → Phosphorwasserstoff
Pikrinsäure wird zersetzt
Unbeständigkeit bei Einwirkung von Sauerstoff (Autoxydation)
C. Schwefel → Schwefelwasserstoff
Arsensäure → Arsenige Säure
Kakodylsäure → Kakodyloxyd
Quecksilberchlorür → Quecksilber.

Die Eigentümlichkeiten der Gruppe A. haben wir bereits gekennzeichnet. Die Reduktionen der Gruppe B. erfolgen durch Cystein und Organe, diejenigen von Gruppe C. durch Cystein, Organe und

[1]) *Heffter* gibt folgende Skala für den Cysteingehalt der vom Blute befreiten Organe eines frisch verbluteten Kaninchens:
Leber, quergestreifter Muskel, Nierenmark, Nebennierenmark, Gehirn, Darmschleimhaut: *Reaktion stark.*
Nierenrinde, Herzmuskel, Lunge, Unterhautzellgewebe, Aortenendothel: *Reaktion schwach.*
Nebennierenrinde, Magenschleimhaut, Schilddrüse, Knorpel, Knochen, Fettgewebe: *Reaktion negativ.*

Eierklar. Für B. ist die Annahme einer Umsetzung mit dem Wasserstoff eines Cysteinkomplexes das Naheliegendste. Bei C. ist aller Wahrscheinlichkeit nach die unbekannte Vorstufe des Cysteins für die Umsetzungen verantwortlich zu machen, und wenn das Cystein selbst überhaupt in Frage kommt, kann es sich höchstens um sein Auftreten als vorübergehendes Intermediärprodukt handeln. Für die Bildung des Schwefelwasserstoffes auf Schwefelzusatz muß aber im besondern ganz ernstlich die Frage diskutiert werden, ob es sich dabei überhaupt um eine Angliederung von Wasserstoff an den zugesetzten Schwefel, also um eine Reduktion handle, oder ob nicht eine Abspaltung der ganzen Sulfhydrilgruppe aus dem Eiweiß unter dem Einfluß des Schwefels stattfindet; letzterer würde dann nur als Katalysator oder Kondensator wirken.

Wir sind weit davon entfernt, einen zwingenden Beweis für diese Anschauung bringen zu können; die Vermutung wird aber plausibler, wenn man bedenkt, daß die gesamte Sulfhydrilgruppe tatsächlich leicht abspaltbar ist und als Schwefelwasserstoff austritt und daß zwischen dieser „spontanen" Schwefelwasserstoffabgabe etwa der Leber und derjenigen bei Schwefelzusatz Parallelismus besteht. Auch der Mechanismus dieser spontanen Schwefelwasserstoffabgabe, wie wir ihn noch kennen lernen werden, läßt die ausgesprochene Vermutung nicht ganz unberechtigt erscheinen.

Sei dem nun, wie ihm wolle, jedenfalls haben wir dieser spontanen Schwefelwasserstoffabgabe jetzt noch näherzutreten, da sie uns das Verständnis für die im Körper unter Schwefelanlagerung erfolgenden *Synthesen* vermittelt.

Hierzu einige einleitende Bemerkungen:

Die Abspaltbarkeit des Schwefels hat in der Eiweißchemie schon frühzeitig eine große Rolle gespielt (Literatur bei *Friedmann*[7]). *Mulder* hatte geglaubt, den Gesamtschwefel vom Eiweiß abgespalten zu haben. Nachdem die Liebigsche Schule die Unhaltbarkeit dieser Annahme nachgewiesen hatte, unterschied man einen abspaltbaren und einen nicht abspaltbaren Anteil und identifizierte diese mit 2 verschiedenen Bindungsformen des Schwefels in nichtoxydierter und oxydierter Form. Aber diese Auffassung erwies sich als irrig und so wurde nach dem Vorschlage von *Nasse* und *Krüger* in nichts präjudizierender Weise die Bezeichnung fest und locker gebundener Schwefel eingeführt. Die Unterscheidung schien nun überhaupt alle Bedeutung zu verlieren, als u. a. *Schulz* und dann *Mörner* zeigten, daß auch das Cystin, trotzdem es nur eine Form der Schwefelbindung aufweist, beim Kochen mit alkalischem Bleiessig den Schwefel nur zum Teil abgibt, zum Teil aber zurückbehält, also, nach der älteren Auffassung, locker und fest gebundenen Schwefel enthält. Einzig indirekt bekam das Verhältnis vom abspaltbaren zum Gesamtschwefel eine gewisse Bedeutung: da es sich gezeigt hatte, daß bei Innehalten der gleichen Versuchstechnik dieses Verhältnis beim Cystin konstant ausfällt, ließ sich aus der Größe des Quotienten bei den verschiedenen Eiweißkörpern ermessen, ob der Schwefel in ihnen nur in cystinähnlicher Form oder auch in andersartiger Bindung vorhanden sei. Die Methode ist freilich logisch nicht ganz einwandfrei (vgl. auch *Cohnheim*[8]).

M. E. ist aber das Problem mit dieser Betrachtungsweise noch nicht erschöpft. Einmal birgt das Verhalten des Cystins bei dieser Alkalibehandlung neue Fragen in sich — wir werden darauf kurz zurückkommen —. Zum zweiten zeigt eine genauere Analyse, daß in der Leichtigkeit, mit der der Schwefel abgespalten wird, feinere Unterschiede bestehen, die wahrscheinlich auch chemisch, sicher aber biologisch bedeutungsvoll sind. Es darf nicht vergessen werden, daß das Kochen mit Alkali einen sehr energischen chemischen Eingriff darstellt, der jedenfalls in keinem biologischen Vorgang sein Analogon findet. Für die physiologische Abspaltung von Schwefel, etwa zu synthetischen Prozessen, muß dem Organismus leichter zugänglicher Schwefel zur Verfügung stehen. Dies ist auch tatsächlich der Fall; man kennt einige Eiweißkörper (Keratin, Eierklar), die schon beim bloßen Kochen mit Wasser Schwefelwasserstoff abgeben. Ferner hat sich gezeigt, daß die (wahrscheinlich dem Cystein angehörige) Sulfhydrilgruppe der oben erwähnten Organe noch leichter abspaltbar ist. Drei Methoden haben sich dem Referenten bei seinem Arbeiten mit der Leber (l. c.) als gangbar erwiesen, das bloße Erhitzen der Organe auf 60 bis 70° während kurzer Zeit, das Zufügen von 2 Teilen 50 bis 100 proz. Alkohol und von 4, 8 und 90 % Phenol. In jedem Fall tritt nachträglich eine quantitativ geringe, aber mit Bleipapier doch leicht nachweisbare Schwefelwasserstoffabgabe während mehreren Tagen ein. Die beim Kochen des Eierklars und — noch mehr — durch die genannten 3 Methoden erhaltenen Schwefelwasserstoffmengen sind bedeutend geringer, als die Ausbeute beim Kochen mit alkalischer Bleiacetatlösung beträgt, dürften aber für physiologische Bedürfnisse durchaus zureichend sein. Sehen wir nun zu, wo eine derartige oder ähnliche Abspaltung der Sulfhydrilgruppe biologisch in Frage kommt.

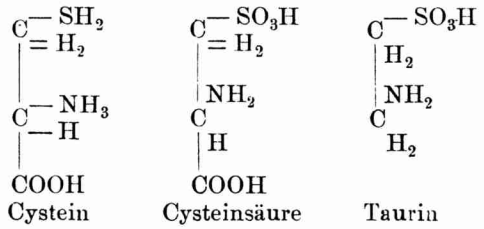
Wir müssen hierbei über den im Titel gesteckten Rahmen etwas hinausgreifen und auch die Bakterien — wie früher die Hefe — in den Kreis der Betrachtung hineinziehen. Die Bakterien sind bekanntlich beim Kulturversuch in ausgedehntem Maße Schwefelwasserstoffbildner, und zwar scheint sich diese Bildung nach verschiedenen Mechanismen zu vollziehen: Die Schwefelwasserstoffabgabe auf Schwefelzusatz fällt in den Bereich unserer vorausgegangenen Betrachtungen; ein zweiter Modus, die Umwandlung von zugesetzten Sulfaten und Thiosulfaten, gilt allgemein als Reduktionsvorgang. In einer dritten Reihe von Fällen endlich erfolgt die

Schwefelwasserstoffabgabe auf Zusatz schwefelhaltiger organischer Substanzen, also etwa einer schwefelhaltigen „Pepton"lösung (chemisch gleich Albumosen), und gerade über diese Fälle haben große Erörterungen stattgefunden. Die einen deuten auch diese Schwefelwasserstoffbildung als eine Reduktion, als eine Einwirkung von nascierendem Wasserstoff auf in andern Eiweißgruppen liegenden Schwefel; unter der Ägide *Rubners*[9]) siegte aber die Anschauung, die den ganzen Prozeß als die Abspaltung einer präformierten Sulfhydrilgruppe aufgefaßt wissen wollte. Schon die früheren Gründe und Überlegungen sprachen für die Wahrscheinlichkeit dieser zweiten Annahme; jetzt wird es leicht möglich sein, die Frage definitiv zu entscheiden. Die früher nicht herangezogene Nitroprussidnatriumreaktion gibt uns ja ohne weiteres Auskunft über die Anwesenheit der Gruppe. Es wird sich auch entscheiden lassen, ob sie dem Nährsubstrat, ob dem Bakterienleib angehört und eine wertvolle Vertiefung der bisherigen Kenntnisse ermöglicht werden.

Diese freie Abspaltung ist für höhere Organismen unbekannt; wo es zu einer Abspaltung kommt, vollzieht sich gleichzeitig eine Synthese. Diese erfüllt nun interessanterweise nicht bloß den Zweck, die giftige Schwefelwasserstoffgruppe unschädlich zu machen, sondern dient auch dazu, ein zweites giftiges Radikal zu binden. So entstehen durch das Zusammentreten zweier an und für sich giftiger Bestandteile durchaus unschädliche synthetische Produkte, die den Körper durch den Harn verlassen.

Unter den im Urin auftretenden schwefelhaltigen Verbindungen ist für den Rhodanwasserstoff ohne weiteres seine genetische Beziehung zur Sulfhydrilgruppe leicht erkenntlich; für ihn ist denn auch durch *Lang* und durch *Pascheles*[10]) schon vor längerer Zeit die Entstehung durch Synthese klargelegt worden. Eingeführte kleine Mengen von Cyankali und Verbindungen wie Acetonitril erscheinen im Urin als Rhodanide wieder. *Pascheles* zeigte, daß auch Eiweißkörper mit lockerem Schwefel diese Paarung vollziehen. Heute werden wir dabei in erster Linie an den Cysteinschwefel denken und an dessen im Eierklar sich findende Vorstufe. Doch ist die Frage damit noch nicht endgültig erledigt. *Lang* hat Thiokörper als Gegengifte bei experimenteller Blausäurevergiftung verwendet. Daß sich dabei Natriumthiosulfat wirksamer erwies als Cystein und Cystin, läßt sich zwar heute ziemlich zwanglos aus dem Abspaltungsmechanismus der Sulfhydrilgruppe (s. u.) erklären: wenn aber ein mit Sauerstoff durchleitetes Gemisch von Blausäure und Thiosulfat die Umwandlung zu Rhodan langsamer vollzieht, als die Entgiftung im Körper erfolgt, wenn ferner beim Einbringen der beiden Komponenten in den Magen die Entgiftung mangelhafter ist als bei Zufuhr der Blausäure per os und Injektion des Thiosulfates in die Blutbahn oder unter die Haut, so weist dies darauf hin, daß wir bisher bei dieser Umsetzung nicht alle Faktoren übersehen, die der lebende Körper nutzbar zu machen weiß. Möglicherweise spielt dabei noch der andere interessante Entgiftungsmechanismus gegenüber Blausäureverbindungen mit hinein, den uns in den letzten Jahren *Reid Hunt*[11]) kennen gelernt hat und der auf einer verminderten Abspaltung des Cyanradikals unter bestimmten Ernährungsbedingungen zu beruhen scheint.

Noch eine zweite Art Schwefelverbindung des Harns läßt sich mit ziemlicher Sicherheit auf eine Paarung mit der Sulfhydrilgruppe zurückführen, die sogenannten gepaarten oder Ätherschwefelsäuren. Auch hier handelt es sich um einen ausgesprochenen Entgiftungsvorgang, indem die als Produkte der Eiweißfäulnis und Eiweißspaltung auftretenden giftigen aromatischen Kerne Phenol, Indol, Skatol usw. durch die Angliederung des Schwefelsäurerestes in ungiftige harnfähige Körper übergeführt werden. Der Zusammenhang ist freilich hier nicht so auf den ersten Blick einleuchtend, da der Schwefelpaarling im synthetischen Produkt in der Form der höchsten Oxydationsstufe und nicht als Sulfhydril auftritt. Schon lange aber hat *Tauber*[12]) gezeigt, daß die Synthese nicht durch eine direkte Verbindung von Schwefelsäure und aromatischem Kern zustande kommt, sondern daß eine weniger oxydierte Schwefelstufe die Verbindung eingeht. *Lang* (l. c.) wies ausdrücklich auf den lockeren Schwefel hin, der auch die Rhodanbildung vollzieht. Seither hat diese Vermutung bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewonnen; einmal wissen wir durch *Friedmann* (l. c.), daß Cystein leicht in Cysteinsäure sich überführen läßt. Diese Umsetzung wird wahrscheinlich auch im Organismus vollzogen, wie aus dem regelmäßigen Auftreten von Taurin ohne weiteres hervorgeht. Die Beziehungen zwischen den 3 genannten Körpern werden durch die nachfolgenden Formeln beleuchtet:



Cystein Cysteinsäure Taurin

Andrerseits haben die Versuche des Referenten die leichte Abspaltbarkeit der Sulfhydrilgruppe erwiesen. Es ist nun vor allem bemerkenswert, daß die die Abspaltung herbeiführenden Agentien eine Hydroxylgruppe besitzen und daß auch alle jene Kerne, welche eine Paarung eingehen, zuerst hydroxyliert werden (Benzol → Phenol, Indol → Indoxyl, Anilin → Paramidophenol usw.). Außerdem findet sich das Phenol sowohl unter den die Abspaltung herbeiführenden wie unter den die Paarung eingehenden Körpern. Der nahe Zusammenhang beider Vor-

gänge kann daher kaum bezweifelt werden. Unter welchen Umständen es zur Paarung, unter welchen zur Abspaltung kommt, bleibt freilich noch zu erforschen. Vermutlich handelt es sich in keinem Fall um eine einfache Umsetzung, für die Synthese sei auf die Versuche von *Embden* und *Gläßner*[13]) hingewiesen, in denen der Muskel und Darm im Gegensatz zu Leber, Niere und Lunge nicht zur Bildung gepaarter Schwefelsäuren befähigt waren, trotzdem ja auch sie die Sulfhydrilgruppe besitzen.

Zum Schluß darf wohl noch kurz auf den Mechanismus der Schwefelwasserstoffabgabe hingewiesen werden, wie er sich aus den Versuchen des Referenten ergibt (l. c.), da der Vorgang auf eine Erscheinung von allgemeiner Bedeutung hinzuweisen scheint. Er läßt sich aus 2 Phasen einigermaßen rekonstruieren.

1. Versetzt man Schwefelalkalilösungen mit Phenol, so erfolgt anfänglich eine vergleichsweise gesteigerte Schwefelwasserstoffabgabe (jede Schwefelalkalilösung gibt beim Stehen Schwefelwasserstoff ab), bei weiterem Stehenlassen kommt es aber zur Bildung von Polysulfiden.

2. Eierklar, das mit Polysulfiden versetzt wurde, gibt bei der durch Spiritus oder Phenolzusatz eingeleiteten Koagulation Schwefelwasserstoff ab.

Es sei hier vor allem auf die erst erwähnte Bildung von Polysulfiden hingewiesen. Wie weit sie auch bei der biologisch vorkommenden Abspaltung der Sulfhydrilgruppe vorkommt, ist noch nicht erforscht; auch spielen die Polysulfide in der organischen Chemie bisher keine Rolle. Doch fehlt es nicht an Hinweisen auf ihre Bedeutung. Ich erinnere an das Verhalten der von *Harnack*[14]) untersuchten und einiger anderer Eiweißkörper, bei denen durch wiederholte Fällungen Umlagerungen des Schwefels herbeigeführt wurden: derart, daß kein als Bleischwefel abspaltbarer Schwefel mehr vorhanden ist, während doch der Gesamt-Schwefelgehalt sich gleich bleibt. Ist die erste Quote — der bleischwärzende Schwefel — wirklich ganz der Oxydation anheimgefallen, wie angenommen wurde? Doch kaum; wissen wir doch aus den Erfahrungen mit dem Oxyprotein und dem Glutin, daß überhaupt nicht aller Schwefel, auch bei stärkster Oxydation, oxydierbar ist. Noch eindeutiger aber ist das Verhalten des Cystins; hier hat *Schulz*[15]) gezeigt, daß beim Kochen mit Alkali und Bleiacetat ein Teil des Schwefels als Bleischwefel ausfällt und eine 2. Fraktion oxydiert wird; eine 3. Fraktion aber gab erst auf Ansäuern Schwefelwasserstoff ab und zeigte somit das für die anorganischen Polysulfide charakteristische Verhalten.

Welche Bedeutung einer solchen Polysulfidbildung für das physiologische Geschehen zukommt, läßt sich zurzeit noch nicht mit Sicherheit sagen. Einerseits hat sich in den oben zitierten Versuchen *Langs* das Polysulfid gegenüber dem Cyanradikal als reaktionsfähiger erwiesen als die Sulfhydrilgruppe; der Einwirkung von Phenol und Alkohol dagegen widersteht das Polysulfid im Gegensatz zum Alkalisulfid[1]). Es ließe sich also die Kondensation als ein Selbstschutz des Protoplasmas, gleichsam durch Zurückziehen der aktiven Gruppen auffassen.

Möge sich diese Vermutung nun als berechtigt erweisen oder nicht, jedenfalls liegt in dieser Kondensation (zu Polysulfiden) nicht eine vereinzelt stehende Erscheinung vor. Erfolgen doch sogar unter Einwirkung von Oxydationsfermenten noch Kondensationen; so geht, um das best studierte Beispiel zu zitieren, Guajacol unter dem Einfluß der Polyphenoloxydase in Tetraguajacochinon über[16]).

Litcratur.

[1]) *Heffter,* Die reduzierenden Bestandteile der Zellen. Med.-naturwissenschaftl. Archiv *1,* 83.

[2]) *Thunberg,* Die biologische Bedeutung der Sulfhydrilgruppe. Ergebnisse der Physiologie *11,* 328, 1911. *Dort Lit. über die ganze Frage.*

[3]) *Pozzi-Escot,* Etat actuel de nos connaissances sur les oxydases et les réductases. Paris 1902, Dunod.

[4]) *Heffter u. Hausmann,* Über die Wirkung des Schwefels auf Eiweißkörper. Hofmeisters Beiträge *5,* 213.

[5]) *Jürgensen u. Sörensen,* Über die Hitzekoagulation der Proteine. Biochem. Zeitschr. *31,* 397, 1911.

[6]) *M. Hausmann,* Die „spontane" Schwefelwasserstoffentwicklung der Leber und des Eierklars. Biochem. Zeitschr. *58,* 65, 1913.

[7]) *E. Friedmann,* Der Kreislauf des Schwefels in der organischen Natur. Ergebnisse der Physiologie. Biochemie *1,* 15, 1902.

[8]) *Cohnheim, O.,* Chemie der Eiweißkörper. 2. Auflage, 1904, pag. 80.

[9]) Darstellung nach *Flügge,* Mikroorganismen, 2. Aufl., Bd. *1,* pag. 80 u. folg.

[10]) *Lang,* Über die Umwandlung des Acetonitrils usw. Arch. für experiment. Pathol. u. Pharmakol. *34,* 247, 1894.

Pascheles, Versuche über die Umwandlung der Cyanverbindungen im Tierkörper. ibid. *34,* 281, 1894.

Lang, Studien über Entgiftungstherapie. ibid. 36, 75, 1895.

[11]) *Reid Hunt,* Experiments on the relation of the thyroid to diet. Journal amer. med. Assoc. Vol. *57,* pag. 1033.

[12]) *Tauber,* Über Entgiftungstherapie. Arch. für experiment. Pathol. u. Pharmakol. *36,* 197, 1895.

[13]) *Embden u. Gläßner,* Über den Ort der Ätherschwefelsäurebildung im Tierkörper. Hofmeisters Beitr. *1,* 310, 1902.

[14]) Zit. nach *Cohnheim* (8).

[15]) *Schulz, Fr. N.,* Die Bindungsweise des Schwefels im Eiweiß. Zeitschr. für physiol. Chemie *25,* 16.

[16]) *Batelli u. Stern,* Die Oxydationsfermente. Ergebnisse der Physiologie, 12. Jahrgang, pag. 139.

Astronomische Mitteilungen.

Ein Jubiläum der Astronomischen Nachrichten. Nunmehr ist der 200. Band der auf dem Wissensgebiete der Himmelskunde führenden Fachzeitschrift abgeschlossen, die in Kiel in Verbindung mit der Zentralstelle für astronomische Telegramme erscheint. 1821 von *Schumacher* begründet, dann von *Peters, Krüger* und *Kreutz*

[1]) So lange wenigstens, als es nicht gleichzeitig unter dem Einfluß eines Überschusses dieser Agentien zur Koagulation des Protoplasmas kommt, findet keine Schwefelwasserstoffabgabe statt.

fortgeführt, werden die *Astronomischen Nachrichten*, in denen Gelehrte und Laien aller Nationen zu Worte gekommen sind und die wichtigsten Himmelsbeobachtungen niedergelegt wurden, seit 8 Jahren von Prof. *Kobold* herausgegeben, der der ursprünglichen Zeitschrift noch ein wertvolles „Literarisches Beiblatt" hinzufügte. In der Tat sind die *Astronomischen Nachrichten*, deren 201. Band in diesem Monat begonnen hat, zu einer reichen und unentbehrlichen Fundgrube für Beobachtungen, Berechnungen und Sonderarbeiten auf dem Gebiete der Himmelskunde in immer weiterem Umfange geworden.

Wiederauffindung zweier periodischer Kometen. Von den in diesem Jahre bei ihrer Wiederkehr zur Sonne erwarteten Kometen sind zwei dieser periodischen Haarsterne bereits aufgefunden worden, obwohl sie noch ganz lichtschwache Himmelsobjekte sind. Es ist dies einmal der als 1915 b zu bezeichnende Komet *Winnecke*, der auf der Sternwarte Bergedorf bei Hamburg von *Thiele* als Nebelfleck der 16. Größenklasse im großen Spiegelteleskop aufgefunden wurde, obwohl seine Sonnennähe erst im September d. J. bevorsteht. Dieser periodische Komet, der schon 1819 von *Pons* entdeckt und fast vierzig Jahre später von *Winnecke* bei der Wiederauffindung endgültig bearbeitet wurde, hat eine Umlaufszeit von 5,9 Jahren um die Sonne. An zweiter Stelle wurde in den letzten Tagen auf der südamerikanischen Laplata-Sternwarte durch den Astronomen *Delavan* der periodische Komet *Tempel* Nr. 2 als Haarstern 1915 c mit einer Umlaufszeit von 5¼ Jahren wiedergefunden. Dieser periodische Komet, der bereits 1873 von dem als Kometenentdecker berühmten Astronomen *Tempel* zuerst gesehen wurde, ist schon im April d. J. in Sonnennähe gekommen, aber nur ein äußerst lichtschwaches Himmelsobjekt geblieben.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß der als „Kriegskomet" des Jahres bezeichnete Haarstern 1915 a infolge seiner stark südlichen Bewegung für die Beobachtung auf der nördlichen Erdhalbkugel entschwunden ist und erst wieder im September d. J. auf dem umgekehrten Zweige seiner Parabelbahn bei uns am Morgenhimmel beobachtet werden kann. Dieser Komet 1915 a ist ein sogenannter sporadischer Haarstern, der nicht dauernd, wie ein periodischer Komet, dem Sonnensystem angehört, sondern aus den Fernen des Weltalls zu uns kommt und in jene Fernen wieder zurückkehrt.

Über die Wahrnehmung des Tierkreislichts in hohen Breiten der Erde liegen die ersten Beobachtungen von dem Polarforscher *A. Wegener* vor, der in Grönland die Pyramide des Zodiakallichtes flach am Horizont gelegen (in den Tropen liegt sie steil nach oben) wahrnehmen konnte. Aus den Untersuchungen *Wegeners* folgt ferner, nach Mitteilungen im *Sirius*, daß die obere Grenze der stickstoffhaltigen Atmosphäre bei 70 km, die der wasserstoffhaltigen bei 200 km und die obere Grenze derjenigen noch als Erdhülle zu bezeichnenden Schichten, die das hypothetische und leichteste Geokoroniumgas enthalten sollen, bei 600 km zu liegen scheint. Dadurch müßte die nach neueren Untersuchungen über höchste Polarlichter auf 400 km bisher angenommene Höhe der Erdhülle noch um weitere 200 km emporgeschoben werden, was übrigens mit manchen Wahrnehmungen über sehr hoch aufleuchtende sogenannte teleskopische Meteore ziemlich gut übereinstimmen würde.

Neues vom Planeten Mars. Nach Beobachtungen von *Very*, die in den *Astronomischen Nachrichten* niedergelegt sind, kann man annehmen, daß sowohl Wasserstoff als auch Sauerstoff in der Marsatmosphäre vorkommen. Jedoch scheint es, als ob der Gehalt an Wasserdampf und an Sauerstoff auf unserem Nachbarplaneten viel geringer ist als auf der Erde. Ferner soll nach *Very* auf dem Mars gerade in tropischen Regionen die geringste Feuchtigkeit herrschen und eine Zunahme derselben nach den polaren Schneekappen jenes Planeten stattfinden. *Very* folgert daraus, daß, umgekehrt wie auf der Erde, beim Mars der Gehalt seiner Atmosphäre an Wasserdampf meist aus den schmelzenden Polarkappen kommt, während die nicht von Ozeanen eingeschlossenen Marstropen auch nicht als Reservoire für die Wasserlieferung in der Marsatmosphäre in Betracht kämen. *A. Marcuse.*

Kleine Mitteilungen.

Über die Wirkung der Stickstoffdünger sind u. a. auch von der Bernburger Versuchsstation erneut Versuche angestellt worden, und zwar auf Veranlassung des Deutschen Landwirtschaftsrates. Ihr Zweck ging dahin, die einzelnen stickstoffhaltigen Düngemittel mit ihren verschiedenen Stickstoff-Formen in ihrer Wirkung zu vergleichen und zugleich ihre zweckmäßigste Verwendungsart festzustellen. Es sollten dabei vor allem auch die Luftstickstofferzeugnisse und die Jauche herangezogen werden, um einerseits über die Tauglichkeit jener als Ersatz bzw. als Ergänzung des Chilesalpeters und schwefelsauren Ammoniaks und andrerseits über das stickstoffreichste Düngemittel der einzelnen Wirtschaften, über die Jauche, in ihrem Werte als Stickstoffdünger aufzuklären. Über die umfangreichen Versuche von Prof. Dr. *W. Krüger*, Prof. Dr. *H. Römer* und *O. Ringleben* wird in Heft 34 der vom Reichsamt des Innern herausgegebenen Berichte über Landwirtschaft ausführlicher berichtet.

Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf den prozentischen Stickstoffgehalt der Ernteerzeugnisse ist bei allen 3 angebauten Früchten (Gerste, Hafer und Kartoffeln) fast durchweg nur ein geringer gewesen. Beim Hafer war durchschnittlich eine regelmäßigere Steigerung des Stickstoffgehaltes der Körner und teils auch des Strohes durch die N-Düngung eingetreten, als bei der Gerste. Bei den frischen Kartoffeln war sie nur sehr gering. Im allgemeinen wurde der Körnergehalt in der Erntemasse durch Stickstoffdüngung etwas, freilich nur unbedeutend, herabgedrückt, so daß eine geringe Zunahme des Strohes auf Kosten der Körner stattgefunden hatte. Die Ausnützung des Stickstoffes (N) der Düngung durch die einzelnen Früchte ist nach den gegebenen N-Mengen und nach den einzelnen Jahrgängen eine wechselnde gewesen. Sie war am stärksten durch Hafer, weniger hoch durch Kartoffeln und am niedrigsten durch Gerste. Ein ungünstiger Einfluß der N-Düngung auf den Stärkegehalt der Kartoffelknollen ist bei den gewählten N-Mengen nirgends hervorgetreten. Der Knollenertrag erfuhr durch die N-Düngung überall eine deutliche, wenn auch zuweilen keine besonders erhebliche Steigerung. Dadurch wurde natürlich auch der Gesamt-Stärkeertrag günstig durch eine solche Düngung beeinflußt.

Über den Einfluß der Art bzw. der Zeit der Anwendung auf die Wirkung der N-haltigen Düngemittel (in ganzen oder geteilten Gaben) konnten noch keine zuverlässigen Ergebnisse erzielt werden. Der Erfolg diesbezüglicher Maßnahmen war sehr unregelmäßig. Der Wert der einzelnen N-Dünger ergibt sich aus einer besonderen Zusammenstellung der Mehrerträge und aus

ihrem Verhältnisse zueinander. Diese Mehrerträge sind lehrreich für die 3 angebauten Früchte im einzelnen und für Kartoffeln auch im Mittel wiedergegeben. Nach den bisherigen Versuchen wird unter Vorbehalt gefolgert, daß der Kalksalpeter im großen und ganzen dem Chilesalpeter in der Wirkung mindestens gleichkommt. Das schwefelsaure Ammoniak zeigte sich im allgemeinen weniger wirksam. Der Stickstoffkalk, der sich in seiner Wirkung beim Getreide der Wirkung des $(NH_4)_2SO_4$ nähert, bleibt bei der Kartoffel noch wesentlich hinter diesem in seiner Wirkung zurück. Verhältnismäßig wenig wirksam, besonders auch bei der Kartoffel, zeigte sich auch die Jauche, wenigstens bei den hier angestellten Versuchen. Sehr auffallend war die günstige Wirkung des Calciumnitrites, die besonders bei den Kartoffeln hervortritt. Wenn der jetzt allerdings erst für ein Jahr vorliegende Versuch sich bestätigt, so dürfte dem Calciumnitrit, bei passenden Bodenverhältnissen und zweckmäßiger Anwendung, der Wirkungswert des Chile- und Kalksalpeters zukommen.

B. H.

Verwendung von Torfstreu zur besseren Erhaltung des Jauchestickstoffes. In der jetzigen Kriegszeit und bei dem überaus großen Mangel an künstlichen Stickstoffdüngern (Chilisalpeter, schwefelsaurem Ammoniak u. a.) müssen alle natürlichen Stickstoffquellen möglichst sorgfältig auszunutzen gesucht werden. Dazu gehören auch die menschlichen Ausscheidungsstoffe (Kot und Harn) besonders in den Städten. Leider ist das Torfstuhlverfahren nur noch in wenigen Städten vorhanden. Es könnte uns jetzt bei dem großen N-Düngermangel weit größere Dienste leisten, als es tatsächlich leistet. Jedenfalls sollten in allen Gefangenenlagern möglichst nur einfache Torfstuhleinrichtungen getroffen werden. Auch den menschlichen Harn sollte man — mehr als es geschieht — für sich zu sammeln und (möglichst mit Torf) vorteilhafter zu verwerten suchen, wenn auch meist nur in verhältnismäßig kleinen Mengen im Gartenbaubetriebe. Im Betriebe der Landwirtschaft wird nun in zahlreichen Veröffentlichungen der letzten Zeit ebenfalls auf den hohen Wert der *Torfstreu* als ein vorzügliches Mittel hingewiesen, um den *Stickstoff der Jauche* besser zu erhalten und vor den sonst leicht eintretenden großen Verlusten zu schützen. Es werden dabei auch verschiedene wichtige Maßnahmen, die bei dem Verfahren wohl zu beachten sind, besonders hervorgehoben. Bei sorgfältiger Ausführung kann man die N-Verluste jedenfalls auf ein sehr geringes Maß herabdrücken. Nach einer eingehenderen Besprechung der einschlägigen Fragen durch Prof. Dr. *Vogel* (Leipzig) ist allerdings von anderen Berichterstattern ein wichtiger Punkt völlig ungenügend beachtet und daher auch kaum besonders betont worden, es ist das nach *Vogel* die Notwendigkeit, den anfallenden Torfstreujauchedünger *getrennt von dem Strohdünger zu verwahren und zu verwenden*, nämlich überall dort, wo neben Streueinstreu gleichzeitig auch die Torfeinstreu für das Aufsaugen der Jauche benutzt wird.

B. H.

Urinod, das riechende Prinzip des Harns. *W. M. Dehn* und *F. A. Hartmann (Journ. Americ. Chem. Soc. 36*, 2118; 1914) beschreiben mehrere schwefelhaltige und schwefelfreie Verbindungen, die sie bei der Verarbeitung großer Harnmengen gewannen. Unter diesen wird eine, das Urinod, C_6H_8O, als der Träger des spezifischen Harngeruches angesprochen. Aus 1000 l Harn wurden 5,18 g gewonnen, entsprechend circa 0,0005 %. Im ganzen dürfte der Harn 1—2 Hunderttausendstel von dieser Sustanz enthalten. Die Verbindung wird als ein hellgelbes Öl beschrieben, das sich in Wasser nicht löst, mit Wasserdampf leicht sich verflüchtigt. Der Geruch ist eklig, penetrant und ungemein anhaltend. Es ist sehr giftig, optisch inaktiv und ungesättigt. Nach der Konstitution, die ihm seine Entdecker zuschreiben, wäre es ein terpen- oder kampferartiges Keton. Beim Behandeln mit Alkali tritt tatsächlich ein terpenähnlicher Geruch auf. Falls sich die Angaben der genannten Autoren bestätigen, darf man darauf gespannt sein, welcher Muttersubstanz diese eigenartige Verbindung ihre Entstehung verdankt.

Die Existenz des von *Mooser* vor mehreren Jahren (*Zeitschr. f. physiol. Chem. 63*, 181; 1910) angegebenen *Urogons* C_7H_8O wird von *Neuberg* und *Czapski* bestritten. Nach diesen (*Biochem. Zeitschr. 67*, 28; 1914) ist sowohl das Urogon des Kuhharns wie das aus ihm erhaltene Urogol nichts weiter als verunreinigtes Harnkresol.

G. T.

Wirkt Azetylen auf Metalle ein? Über diese in technischer Hinsicht recht wichtige Frage haben *H. Reckleben* und *I. Scheiber* nähere Untersuchungen angestellt, worüber sie in der *Chemiker-Zeitung* 1915, S. 42, berichten. Das in üblicher Weise hergestellte Azetylen wurde bei gewöhnlichem Druck und bei Zimmertemperatur während eines Zeitraumes von 20 Monaten auf eine große Zahl verschiedener Metalle einwirken gelassen, und zwar wurde bei einer Versuchsreihe das Azetylen in rohem Zustand über die Metallproben geleitet, bei einer zweiten Reihe wurde das Gas vorher gereinigt und bei einer dritten Reihe außerdem noch getrocknet. Folgende Metalle bzw. Legierungen wurden zu den Versuchen verwendet: Zink, Zinn, Blei, Eisen, Kupfer und Nickel in Form von Pulver, ferner Messing, Rotguß, Neusilber, Phosphor-, Aluminium- und Kunstbronze, schließlich Letternmetall und Schnellot; die letzten acht in Form von Spänen. Das Ergebnis der Einwirkung war folgendes: Reines trockenes Azetylen wirkte auf keine der verwendeten Metallproben ein, auch reines feuchtes Azetylen rief bei den Metallen keine Veränderung ihres Aussehens hervor und bewirkte lediglich beim Nickel und beim Kupfer eine geringe Gewichtszunahme. Das ungereinigte feuchte Gas endlich ließ ebenfalls Zinn, Rotguß, Neusilber, Aluminiumbronze, Letternmetall und Schnellot fast völlig unverändert; Zink, Blei, Messing und Nickel erfuhren eine Gewichtszunahme von weniger als 1 %, wogegen Eisen, Kunstbronze und Phosphorbronze eine Gewichtsvermehrung von 6.4 % bzw. 6 % bzw. 14.4 % zeigten, ihren metallischen Glanz verloren und schwarz wurden. Am stärksten und raschesten wurde das Kupfer verändert, das eine sehr starke Gewichtszunahme aufwies und zum Teil von einer schwarzen Kruste bedeckt war. Die nähere Untersuchung ergab, daß sich hierbei jedoch *kein* Azetylenkupfer gebildet hatte, denn es gelang nicht, die Substanz durch Erhitzen oder durch Schlag zur Explosion zu bringen. Beim Behandeln des Kupfers mit Säure entwickelte sich kein Azetylen, dagegen Spuren von Schwefelwasserstoff, und es blieb eine schwarze, humoide Substanz zurück. Derselbe Befund ergab sich bei der Untersuchung eines kupfernen Azetylenleitungsrohres, das sich im Betriebe verstopft hatte. Das aus dem Rohre herausgekratzte schwarze Pulver hatte keinerlei explosive Eigenschaf-

ten; es enthielt keine Calciumverbindungen, dagegen reichlich Kohlenstoff. Die Verfasser befürworten auf Grund ihrer Untersuchungen die Verwendung von Kupfer und seinen Legierungen zur Installation von Azetylenanlagen, da eine Explosionsgefahr hieraus nicht entsteht. Es können lediglich Verstopfungen der Rohre auftreten, zu deren Verhütung sie die mit Azetylen in Berührung kommenden Metallteile zu vernickeln oder zu verzinnen empfehlen. *S.*

Über **das Spektrum des Wasserstoffs und des Heliums** hat *E. J. Evans (Phil. Mag.* [6] *29*, S. 284, 1915) wichtige Untersuchungen angestellt. Bisher nahm man an, daß das primäre Wasserstoffspektrum aus vier Serien bestand. Die bekannteste ist die aus den Hauptlinien H_α, H_β, H_γ usw. gebildete Balmersche Serie, welche als die diffuse Nebenserie betrachtet wurde. Die scharfe Nebenserie wurde von den von *Pickering* 1896 im Sterne ζ Puppis entdeckten Linien gebildet. Aus den Beziehungen zwischen der *Balmer*- und der *Pickering*-Serie hatte *Rydberg* auf eine Hauptserie geschlossen, deren erstes Glied (4686) auch im Spektrum gewisser Sterne und der Sternnebel aufgefunden wurde. Bei starken Entladungen in Gemischen von Helium und Wasserstoff fand *Fowler* schließlich Linien, die zu der sogenannten zweiten Hauptserie gehören sollten; diese stand zur ersten Hauptserie in derselben Beziehung, wie die *Pickering*-Serie zur Balmerschen. Auf Grund der Vorstellung, daß das Atom aus einem positiven Kern und ihn in bestimmten Ringen umkreisenden Elektronen besteht, hatte *Bohr* unter Anwendung der Quantentheorie Formeln für die Spektralserien des Wasserstoffs und des Heliums abgeleitet, nach welchen nur die durch die Balmersche Serienformel dargestellten Linien dem Wasserstoff angehörten, während die Linien der *Pickering*- und der Hauptserien dem Helium zuzuordnen wären. Außerdem sagte er eine neue Heliumserie voraus, deren Linien den Hauptlinien des Wasserstoffs benachbart waren. *Evans* ist es nun gelungen, in Geißlerröhren, welche nur die bekannten Heliumlinien, aber keine Spur von Wasserstoff zeigten, zwei Linien der von *Bohr* vorausgesagten Heliumserie, außerdem aber auch die drei ersten Glieder der *Pickering*-Serie und das erste Glied der bisher als erste Hauptserie des Wasserstoffs bezeichneten Serie aufzufinden. Die Messung der Wellenlänge aller dieser Linien ergab innerhalb der Beobachtungsfehler Übereinstimmung mit den aus der Bohrschen Formel berechneten Werten. Es ist dies eine glänzende Bestätigung der Bohrschen Theorie der Spektralserien und ihrer Voraussetzungen über die Konstitution des Atoms sowie der Quantentheorie. *B.*

Über die **Natur der** von *Langevin* entdeckten **trägen Ionen der Atmosphäre** ist *J. A. Pollock (Phil. Mag.* [6] *29*, S. 514, 1915) auf Grund thermodynamischer Überlegungen zu der Vorstellung gekommen, daß sie aus einem Staubkern mit einer anliegenden Flüssigkeitsschicht bestehen; dieser Komplex hat sich durch Abfangen eines gewöhnlichen Ions geladen. Danach darf die Beweglichkeit eines trägen Ions bei konstantem Druck nur von der Feuchtigkeit abhängen, was mit den experimentellen Ergebnisen in Einklang steht. Für normalen Druck ergibt sich bei 4 % Feuchtigkeit eine Beweglichkeit von 1/1250, bei 100 % eine solche von 1/3440 cm/sec : Volt/cm. Aus den Gleichungen der kinetischen Gastheorie berechnet sich der Durchmesser der trägen Ionen zu 3 bis $4 \cdot 10^{-7}$ cm. *B.*

Interessante **Zusammenhänge zwischen den Molekülduchmessern der Edelgase und der Gase der Halogengruppe** findet *A. O. Rankine* (*Phil. Mag.* [6] *29*, S. 552, 1915). Er berechnet aus den Koeffizienten der inneren Reibung die freie Weglänge für die Moleküle von Argon, Krypton, Xenon und Chlor, Brom, Jod und aus dieser die Molekülradien. Bei der Reduzierung des Reibungskoeffizienten auf normale Temperatur wurde die wegen der gegenseitigen Anziehung der Moleküle notwendige, von *Sutherland* angegebene Korrektion berücksichtigt. Es ergab sich dabei das Resultat, daß die Molekülradien der Edelgase 1,24 mal größer sind als die der entsprechenden Glieder der Halogengruppe. Daraus folgt, daß die Volumina und die Massen der Edelgase 2 mal größer sind als die der entsprechenden Halogengase, während die Moleküldichten der entsprechenden Gase der beiden Gruppen einander gleich sind. Weiterhin ergab sich, daß die Kraft, welche nötig ist, um zwei sich berührende Moleküle gegen ihre Anziehung in unendliche Entfernung zu bringen, bei jedem Halogengas 2,3 mal größer ist als bei den entsprechenden Edelgasen. *B.*

Zeitschriftenschau.

Meteorologische Zeitschrift; April 1915.

Über Frühgewitter; von *G. Schwalbe.* Untersucht man die tägliche Periode der Gewitter, so findet man neben dem Hauptmaximum in den Nachmittagsstunden ein relatives Maximum zwischen 5 und 6 Uhr morgens. Während das Hauptmaximum leicht zu erklären ist, ist dies bei dem erwähnten Morgenmaximum nicht der Fall, da die starke Erhitzung der unteren Luftschichten zu dieser Tageszeit nicht die nächstliegende Ursache sein kann. Zunächst wird man vermuten, daß die durch *v. Bezold* als Wirbelgewitter (im Gegensatze zu den Wärmegewittern) bezeichneten Gewitter besonders häufig zu dieser Tagesstunde auftreten. In der Tat bevorzugen dieselben die kalte Tages- und Jahreszeit und sind im Sommer besonders bei Witterungsumschlägen häufig. Durch eine Untersuchung der Wetterlagen, bei denen Frühgewitter in Norddeutschland auftreten, hat sich nun die relative Häufigkeit der Wirbelgewitter in den Stunden zwischen Mitternacht und 10 Uhr vormittags bestätigt, da sich zeigte, daß die Gewitter zu dieser Tageszeit oft beim Übergang von warmer zu kühler Temperatur oder überhaupt bei böigem kühlem Wetter sich entladen. Trotzdem gibt es aber noch eine ziemlich große Anzahl von Morgengewittern, die in die Mitte von Perioden ausgesprochenen Sommerwetters fallen, bei denen man also annehmen muß, daß der überhitzte Zustand der Atmosphäre die ganze Nacht hindurch anhält. Die beiden Hauptwetterlagen, bei denen Morgengewitter auftreten, sind folgende:

1. Ein Tiefdruckgebiet bildet bei seinem Erscheinen über West- oder Südwesteuropa einen sogenannten Gewittersack, statt dessen aber auch selbständige Teildepressionen vorhanden sein können. Letztere pflanzen sich meist in östlicher oder nordöstlicher Richtung fort. Zuweilen werden sie aber beim Fortschreiten eines warmen nordöstlichen Maximums nach der entgegengesetzten Richtung verdrängt. In ihrer Umgebung finden die Gewitter statt.

2. Bei hohem Luftdruck über Westeuropa befindet sich die Depression über Nordeuropa und schreitet meist von Nordwest- nach Nordosteuropa fort (Wirbeltypus).

Szintillationsbeobachtungen auf dem Sonnwendstein (1907—1908); von *Jos. Norb. Dörr.* Die mittels eines Exnerschen Szintillometers gemessenen Helligkeitsschwankungen des ersten Minimums werden auf ihre Beziehungen und Abhängigkeit von den einzelnen meteorologischen Elementen (Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeits- und Windverhältnisse u. a.) eingehend

untersucht. Am deutlichsten zeigt sich der Einfluß der Windstärke, indem die Szintillationsgröße α nur bis zu einem gewissen Stärkegrade des Windes zunimmt und dann, trotz weiterer Zunahme der Windstärke, wieder abnimmt.

Über das Energiespektrum der Sonne; von *A. Defant.* Das von *Abbot* ermittelte Sonnenspektrum wurde verglichen mit jenem einer schwarz strahlenden Kugel von einer Temperatur von 7000°, die von einer absorbierenden Atmosphäre umgeben ist. Der langwellige Teil des Sonnenspektrums (bis zu 0,75 μ) stimmt befriedigend damit überein. Die Strahlungsintensität der kurzen Wellenlängen ist dagegen im Spektrum der Sonne wesentlich größer als im Spektrum der schwarz strahlenden Kugel mit Atmosphäre. Der Unterschied scheint bei einer Wellenlänge von 0,46 μ das Maximum zu erreichen, indem er 38 % des Abbotschen Wertes beträgt. Dieses Plus an Energie im Energiespektrum der Sonne gegenüber dem Energiespektrum der direkten Strahlung der Kugel wird der *Selbsterleuchtung der Sonnenatmosphäre* zugeschrieben.

Monatliche Perioden in der Witterung; von *W. Köppen.* Vorläufige Mitteilung einiger Ergebnisse aus einer größeren Untersuchung, die später im *Archiv der Seewarte* erscheinen wird. Fast alle bisherigen Untersuchungen über den Mondeinfluß fußen auf Beobachtungsreihen, die sich nach dieser neuen als viel zu kurz zur Entscheidung der Frage erweisen. Daher die teilweise sehr bestimmten, aber widersprechenden Ergebnisse. Verwendet man alle veröffentlichten Tagebücher, die teilweise bis 1755 zurückgehen, so findet man, daß selbst 10- bis 20jährige Mittel alle möglichen scheinbaren Perioden, zum Teil sehr ausgeprägt, ergeben, ohne daß für deren Abwechslung bis jetzt irgend ein Gesetz angegeben werden kann. Die Verwendung des Mondlaufes für die Wettervorhersage ist daher leider zurzeit ganz unmöglich und aussichtslos.

Geographische Zeitschrift; Heft 4, 1915.

Zum Kampfe um die Meerengen; von *Fritz Braun.* Der Verfasser schildert den Hellespont und Bosporus sowie die Bodennatur ihrer Umgebung. Er bespricht dabei die geographischen Bedingungen, mit denen ein Feind rechnen mußte, der sich die Eroberung Konstantinopels zum Ziele gesetzt hätte. Bei dieser Erörterung ergibt sich, daß der Angreifer recht übel daran wäre, weil die Meerengen leicht verteidigt werden können und auch eine Truppenlandung in Rumelien schon wegen der natürlichen Beschaffenheit jenes Erdraumes mit großen Schwierigkeiten zu rechnen hätte.

Der südafrikanische Bundesstaat und Deutsch-Südwestafrika; von *C. Uhlig.* Es wird erörtert, wie weit die wirtschaftlichen und politischen Beziehungen des britischen zum deutschen Südafrika von der Natur dieser Länder und ihrer Bewohner abhängen. Abgesehen von dem allgemeinen Landhunger und dem wirtschaftlichen Neid Großbritanniens lassen sich einzelne Gründe erkennen, die dem britischen Weltreich gerade den Besitz von Deutsch-Südwest höchst begehrenswert erscheinen lassen. So geht z. B. der nächste Weg vom Randminengebiet nach Europa durch Deutsch-Südwest. Und gleichzeitig beherrscht die deutsche Kolonie den westlichen Eingang vom südlichen zum tropischen Afrika.

Die Wasserkräfte des Berg- und Hügellandes in Preußen und benachbarten Staatsgebieten; von *Wilhelm Halbfaß.* (Nach dem gleichnamigen, in der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde bearbeiteten Werke von *Keller, Ruprecht* und *Vogel,* Berlin 1914.) Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen über die vorhandenen und ausgenutzten Wasserkräfte Norddeutschlands mit Ausnahme des Königreichs Sachsen und der im Flachland belegenen Teile der norddeutschen Flußgebiete. Gesamtareal des untersuchten Gebietes 91 800 qkm = Bayern + Württemberg. Vorhandene Wasserkräfte 1 811 050 HP., 9 Monate im Jahre nicht unterschrittene Wasserkraft 600 194 HP., ausgenutzte Wasserkraft 446 633 HP. bzw. 155 075 HP. Die Hauptströme Elbe, Weser, Rhein selbst kommen nicht in Betracht, weil ihre wasserwirtschaftliche Ausnutzung durch die Schiffahrt und andere öffentliche Zwecke stark beeinträchtigt wird. Von den übrigen Strömen verfügt die Mosel über die meisten Wasserkräfte; 33 Flüsse besitzen zusammen ⅔ der Wasserkräfte des ganzen Gebietes. Das Ausnutzungsverhältnis ist am günstigsten bei der Unstrut (73 %), am ungünstigsten bei der Saar (1,3 %). Bei einigen kleinen Flüssen des westfälischen Industriegebietes ist das Verhältnis noch günstiger als bei der Unstrut, bei der Verse steigt es auf 97 %. Im Verhältnis zur Fläche steht, was die Zahl der ausgenutzten Wasserkräfte anlangt, die Schweiz etwa 2 bis 3 mal günstiger da als das mitteldeutsche Hügelland. Auch im Königreich Sachsen bestehen, entsprechend der starken industriellen Entwicklung des Landes, günstigere Verhältnisse, insofern bereits 70 % aller vorhandenen Wasserkräfte in Benutzung gezogen bzw. belegt worden sind.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Mai 1915.

Ozonisierung flüssigen Sauerstoffs durch Bestrahlung; von *E. Warburg.* Flüssiger Sauerstoff und flüssige Luft werden durch Zinkfunkenstrahlung kräftig ozonisiert. Die Flüssigkeiten befanden sich in einem Quarzglasrohr, das in einen CO_2- und H_2O-freien mit Quarzfenster versehenen Luftraum eingesetzt war. In 20 Minuten wurde reichlich 1,5 mgr Ozon erhalten. Das Ozon gab sich schon in der Flüssigkeit durch seine Absorption ultravioletter Strahlung zu erkennen und besaß in der Flüssigkeit eine Dichte von ungefähr 9 % der normalen Dichte im Gaszustand.

Die Einsteinschen Energieschwankungen; von *M. v. Laue.* Für die von *Einstein* aus der Quantentheorie abgeleiteten Energieschwankungen des festen Körpers und der Wärmestrahlung wird ein einfacherer, rein statistischer Beweis gegeben.

Berichtigung zu meiner gemeinsam mit Herrn J. W. de Haas veröffentlichten Arbeit: Experimenteller Nachweis der Ampèreschen Molekularströme; von *A. Einstein.*

Bemerkungen zu der Mitteilung des Herrn Karl Czukor: Zur Theorie der Dielektrika; von *Max Born.* Prioritätsreklamation zugunsten von S. Boguslawski.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Juni 1915.

Über militärische Entfernungsmesser. Ein Vorschlag zur Verschärfung der Entfernungsangaben von Koinzidenz-Telemetern; von *H. Löschner.* Der Verf. gibt in dem hier vorliegenden ersten Teil seiner Arbeit zunächst ausführliche, durch reiche Quellenangaben gestützte Notizen über den Wert der Entfernungsmessung im Kriege und über neuere Formen militärischer Entfernungsmesser.

Einrichtung für die Winkelmessungen der in den Städten geführten Polygonzüge; von *K. Oltay.* Es wird eine „Aufstellung" zum Austausch von Theodolit und Punktsignalen gegeben.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1914. (Fortsetzung.)

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.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Mathematische Abhandlungen

Hermann Amandus Schwarz

zu seinem 50jähr. Doktorjubiläum am 6. August 1914

Gewidmet von Freunden und Schülern

Mit dem Bildnis von H. A. Schwarz und 53 Textfiguren

Preis M. 24.—

Vor kurzem erschien:

Technische Messungen

bei Maschinenuntersuchungen und im Betriebe

Zum Gebrauch in Maschinenlaboratorien und in der Praxis

von

Prof. Dr.-Ing. A. Gramberg

Danzig Langfuhr

Dritte, vielfach erweiterte und umgearbeitete Auflage

Mit 295 Textfiguren In Leinwand gebunden Preis Mark 10.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Die Kolbenpumpen

einschließlich der Flügel- und Rotationspumpen

Von

H. Berg

Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart

Mit 488 Textfiguren und 14 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

Vor kurzem erschien:

Lötrohrprobierkunde

Anleitung zur qualitativen und quantitativen Untersuchung mit Hilfe des Lötrohres

Von

Professor Dr. C. Krug

Dozent an der Kgl. Bergakademie zu Berlin

Mit 2 Figurentafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung