

Sitzungsberichte

der

Medizinisch - naturwissenschaftlichen
Gesellschaft zu Münster i. W.

Hauptversammlung am 12. Februar 1909.

Vorsitzender: Prof. Dr. Busz.

Anwesend: 45 Mitglieder.

1. Geschäftliche Mitteilungen. 2. Bericht über die Tätigkeit der Gesellschaft im vergangenen Vereinsjahre. 3. Neuwahl des Vorstandes.

In der Sitzung legten Prof. Rosemann und Dr. Thiel ihre Ämter nieder. Auf Vorschlag von Rosemann wurden als Schriftführer Dr. Többen und als Schatzmeister Dr. Spiekermann gewählt. Der I. und II. Vorsitzende, Herr Prof. Busz und Herr Geheimrat Salkowski wurden wiedergewählt.

1. Prof. Dr. W. Stempell:

Zur Erinnerung an Darwin

(geb. 12. Februar 1809, gest. 19. April 1882).

M. H. Heute vor hundert Jahren wurde zu Shrewsbury in England ein Mann geboren, dessen Lehre nicht nur auf die Entwicklung der biologischen Wissenschaften, sondern auch auf die Allgemeinheit einen weitreichenden Einfluß ausgeübt hat: Charles Darwin. Und wenn auch bereits ein halbes Jahrhundert verflossen ist, seit diese Lehre aufgestellt wurde, so ist sie doch lebensfrisch wie am ersten Tage, und Freund wie Feind spüren in gleicher Weise den Hauch des Geistes, der sie durchweht! Darum wollen auch wir an dem heutigen Gedenktag ihm Schöpfer einige Gedanken der Erinnerung weih'n.

Wenn wir heute verstehen wollen, wie Darwins 1859 erschienenes Hauptwerk „Über die Entstehung der Arten“¹⁾ auf die Zeitgenossen wirkte, so müssen wir uns zunächst die Zeitverhältnisse vergegenwärtigen, unter denen es in die Welt trat. Es ist gewiß ein eigentümlicher Zufall, daß gerade in dem Geburtsjahr Darwins zwei Bücher erschienen, welche damals die wissenschaftliche Welt mächtig erregten, nämlich Lamarcks „Philosophie zoologique“ und Okens „Lehrbuch der Naturphilosophie“. In beiden Schriften wurde unter anderem der Versuch gemacht, die schon früher von einigen Naturforschern, darunter dem Großvater unseres Darwin, aufgestellte Lehre, daß die Tier- und Pflanzenarten nicht unveränderlich seien, sondern sich im Laufe langer Zeiträume allmählich umgeformt hätten und sämtlich von einfacher gebauten Organismen abstammten, mit einem Wort die Deszendenzlehre, weiter auszubauen. Speziell Lamarck suchte den Grund für die Umformung der Lebewesen in den Wirkungen, welche die Außenwelt direkt oder indirekt durch Gebrauch oder Nichtgebrauch einzelner Organe ausübt, wobei er die zunächst unbewiesene Voraussetzung machen mußte, daß die Veränderungen, welche im individuellen Leben die direkte Bewirkung sowie der Gebrauch oder Nichtgebrauch einzelner Teile erzeugt, nun auch in spezifischer Weise auf die Nachkommen vererbt werden. So plausibel die Lamarcksche Theorie auf den ersten Blick erscheint, so ergeben sich doch bei genauerem Zusehen mancherlei Schwierigkeiten, und es ist der Streit über die Tragweite dieses Prinzips denn auch heute noch nicht endgültig entschieden. Jedenfalls steht fest, daß viele zweckmäßige Eigenschaften der Organismen, wie z. B. Schutzfarben, unmöglich durch Gebrauchswirkung entstanden sein können, und daß Verstümmelungen einzelner Organe sich niemals vererben. Diese Lücken in der Beweisführung und auch eine gewisse Ungeschicklichkeit des Autors in der Wahl seiner Beispiele waren die Ursache, daß der Lamarcksche Begründungsversuch der Deszendenzlehre nicht viele Anhänger

1) Darwin hatte schon 1844 einigen Freunden Mitteilungen über seine Lehre gemacht, er veröffentlichte aber erst 1858 darüber eine Mitteilung im Journal of the Proceedings of the Linnean Society (Zoology vol. III p. 45) zugleich mit einem ihm zugegangenen Aufsatz des Reisenden Wallace, welcher ganz ähnliche Ansichten vertrat. Das Hauptwerk „On the origin of the Species by means of natural selection“ erschien erst 1859. (Deutsch von V. Carus) Leipzig. Weitere, die Selektionslehre betreffende Werke Darwins sind noch: „Über das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustand der Domestikation“ und „Über den Ursprung des Menschen“.

zu werben vermochte — eine Tatsache, die um so verwunderlicher ist, als schon damals die elementarste Beschäftigung mit der Paläontologie kaum einen Zweifel darüber lassen konnte, daß während der Erdgeschichte allmählich eine vollkommene Umformung der Organismenwelt und eine Entwicklung derselben von Niedrerem zu Höherem stattgefunden hat.

Vollends in Mißkredit geriet die Abstammungslehre dadurch, daß die Vertreter der damals gerade blühenden, rein spekulativen Naturphilosophie sich unter vielem anderen auch dieser Lehre annahmen. Wenn man die in wertlosen Begriffsspiellereien und überkühnen Vergleichen schwelgende Literatur jener Richtung liest, so begreift man, daß Männer der exakten Naturforschung mit diesen Dingen nichts zu tun haben wollten. So begann als Reaktion dagegen im zweiten Drittel des verflossenen Jahrhunderts in der Biologie eine Periode emsiger Spezialforschung, welche mit Hilfe neuer Untersuchungsmethoden eine Fülle vergleichend anatomischen, entwicklungsgeschichtlichen und histologischen Materials zutage förderte, aber sich von allgemeinen Problemen ängstlich fernhielt. Nichts ist bezeichnender für jene Zeit als das Wort des Anatomen Henle: „Es gibt eine Tugend des Entsayens, nicht nur auf moralischem, sondern auch auf intellektuellem Gebiet.“

Das war die Zeit, in der Darwins Buch über die Entstehung der Arten erschien. An der Hand eines sehr großen, sorglich zusammengestellten Materials wurde darin bekanntlich der Versuch gemacht, die Umwandlung und stets zweckmäßige Gestaltung der Organismen mit Hilfe eines neuen Prinzips, nämlich als einfache Wirkung einer fortwährenden Auslese und natürlichen Züchtung des Besten und Passendsten im Kampfe ums Dasein zu erklären. Selten ist eine wissenschaftliche Theorie so sorgfältig, ja man kann sagen so ängstlich genau vorbereitet worden wie diese, denn der Mann, der die schuf, war im Gegensatz zu vielen seiner Nachfolger nichts weniger als ein Agitator, dem jedes Mittel zur Durchsetzung einer schnellgebildeten Ansicht recht ist, sondern er war, was wohl heute wenige wissen, ein stiller, bescheidener, fast weltfremder, von starkem Idealismus erfüllter Forscher, der jenes große Tatsachenmaterial mit emsigem Fleiß aus eigenen und fremden Beobachtungen zusammengetragen hat, um seine Theorie möglichst sicher zu stützen, der stets bereit war, jeden Einwand auf das genaueste zu prüfen, und der — das mögen sich die „Monisten“ und anderen Naturphilosophen unserer Tage gesagt sein lassen — auch immer bestrebt war, mit seinen Hypothesen

niemals den Boden möglicher naturwissenschaftlicher Erfahrung zu verlassen. Dabei war er keineswegs ein grauer Theoretiker und Stubengelehrter; sondern in innigem Konnex mit der lebenden Natur bildete er sich seine Ansichten. Es ist bekannt, daß er die erste Anregung zu seiner Lehre durch das Studium der eigentümlichen Vogelwelt der Galapagos-Inseln erhielt, als er, erst 22 Jahre alt, an Bord des Kriegsschiffes „Beagle“ als Naturforscher eine Weltreise machte, und bei dem späteren Ausbau seiner Lehre wurde er ja in erster Linie durch die Erfahrungen geleitet, welche Tier- und Pflanzenzüchter bei der künstlichen Erzeugung von Kulturrassen gemacht hatten, Erfahrungen, die er in der Zurückgezogenheit seines Landgutes Down in Kent vielfach durch eigne Experimente nachgeprüft hat.

Eine nähere Darlegung der allbekannten Selektionslehre kann ich mir hier wohl ersparen; der ihr zugrunde liegende, wahrhaft geniale Gedanke der Zuchtwahl hat ja nicht nur in der Biologie und anderen Wissenschaften reiche Früchte getragen, sondern dürfte längst Gemeingut aller Gebildeten geworden sein. Die epochemachende Bedeutung dieser Lehre beruht vornehmlich darin, daß sie zum ersten Mal zu zeigen versuchte, wie in der Organismenwelt Zweckmäßiges ohne einen zwecksetzenden Willen entstehen kann, daß sie also dem Biologen eine Möglichkeit bot, bei seinen Theorien ohne metaphysische Hilfsannahmen auszukommen, und das muß doch stets das alleinige Streben des Naturforschers sein. Ich sagte, die Selektionslehre bietet dem Biologen eine Möglichkeit, ohne Hilfsannahmen auszukommen. Es ist von überkonsequenten Schülern Darwins sehr häufig der Fehler gemacht worden, die Selektionslehre als Erklärungsprinzip zu überschätzen, indem sie jedes Problem, das uns bei der Betrachtung der lebenden Natur entgegentritt, lediglich unter dem Gesichtswinkel der Zuchtwahl betrachteten. Gewiß ein durchaus verfehltes Beginnen! Die Selektionslehre ist in erster Linie eine Hilfstheorie der Abstammungslehre, sie will uns zeigen, welche Faktoren bei der stets zweckmäßigen Umwandlung der Organismen wirksam gewesen sind; aber sie unternimmt es nicht, die biologischen Grundeigenschaften der lebenden Substanz, welche allen diesen im Einzelnen so verschiedenen Lebewesen gemeinsam ist, zu analysieren, ja sie rechnet mit einigen dieser Eigenschaften geradezu als Voraussetzungen, wie mit dem Geburtenüberschuß, der Variabilität und der Vererbung. Die großen Erfolge der neueren Variationsstatistik und die Aufstellung der Mendelschen Vererbungsregeln zeigen, daß auch diese Dinge natur-

wissenschaftlich genauer analysierbar sind, aber sie involvieren eine ganz andere Fragestellung, als das Abstammungsproblem, und es bedarf daher auch anderer, spezifischer Methoden zu ihrer Lösung. Voraussetzungen macht ja jede wissenschaftliche Theorie, und es darf auch der Selektionslehre daraus kein Vorwurf gemacht werden. Danken wir ihr vielmehr, daß sie uns gestattet, unser Kausalitätsbedürfnis auf einem zwar beschränkten, aber für die Erforschung des Lebens so überaus wichtigen Gebiete zu befriedigen.

Wie wichtig es ist, das kann man am besten an der geradezu gewaltigen Wirkung zu erkennen, welche das Darwinsche Buch bei seinem Erscheinen ausübte. Dem vorsichtigen Charakter und der kühlen Sachlichkeit seines Verfassers entsprechend war es nach Stil und Diktion alles andere denn ein Sensationsbuch für das große Publikum, ja stellenweise selbst für den Fachmann schwer in einem Zuge zu lesen; nur der Inhalt war es, der hier wirkte. Zwar wurde den darin vertretenen Anschauungen, welche damals vielen unerhört erschienen, keineswegs sogleich seitens der Fachmänner allgemeine Zustimmung zuteil, und in der heftigen wissenschaftlichen Fehde, welche alsbald entbrannte, waren der Freunde zunächst fast weniger als der Gegner, aber sehr bald änderte sich das von Grund auf, und nun ergoß sich von der neuen Lehre ein reicher Segen auf die verschiedensten Wissensgebiete. Zoologie, Botanik, Paläontologie und Geologie, ja auch viele ferner stehende Wissenschaftszweige erhielten durch die Selektionslehre die mannigfachsten Anregungen und neuen Fragestellungen. War doch der früher wenig beachteten Abstammungslehre durch Darwin ein neues, solides Fundament geschaffen worden, auf dem man weiterbauen und die zahlreichen, vorher zerstreuten Bausteine der Spezialforschung zu einem einheitlichen Ganzen zusammenfügen konnte. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, die vielen Gründe, welche in dem halben Jahrhundert ihres Bestehens für und wider die Selektionstheorie vorgebracht worden sind, zu prüfen; wir wollen nur kurz die Summe ziehen¹⁾. Selten ist das Ganze, häufig Einzelnes dieser Lehre berechtigter Kritik unterzogen worden,

1) Zur Orientierung über den gegenwärtigen Stand der Selektionslehre sei vor allem empfohlen das vorzügliche Handbuch von Plate: *Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung* (3. verm. Aufl.). Leipzig 1908. Die darin enthaltene, sorgfältige Besprechung der verschiedenen Fragen und Lehrmeinungen bietet auch dem reiche Anregung, der — wie Schreiber dieses — in manchen Punkten mit dem Verfasser nicht übereinstimmt.

und wenn es auch heute nur verhältnismäßig wenige Naturforscher geben dürfte, die wie einige besondere konsequente Nachfolger Darwins, die Neodarwinisten, einer „Allmacht der Naturzüchtung“ das Wort reden, so ist doch das, was übrig geblieben ist, noch ein recht stattlicher Rest. Man wird eben auch hier, wie es so häufig in der Wissenschaft geht, schließlich trotz allen Sträubens zugeben müssen, daß ein einziges Erklärungsprinzip unmöglich ausreicht, um alle Probleme der Abstammungslehre zu lösen, und außer der Selektionstheorie noch andere Faktoren — ich nenne nur das übrigens schon von Darwin selbst anerkannte Lamarcksche Prinzip und die erst neuerdings aufgestellte Mutationstheorie¹⁾ — zur Erklärung der Artenbildung heranziehen müssen. Gerade die Mutationstheorie füllt in glücklichster Weise einige Lücken aus, welche die wesentlich mit der fluktuierenden Variabilität rechnende Selektionslehre Darwins gelassen hatte. So bieten die sprungweisen, gleich erblichen Variationen die Möglichkeit, das Auftreten und die Erhaltung vieler Neubildungen zu erklären, die in ihren Anfangsstudien noch keinen Selektionswert besitzen, und auch die mannigfachen, sog. indifferenten Artmerkmale, welche sich meist bei den zahlreichen unter gleichen Lebensbedingungen existierenden Arten großer Gruppen wie z. B. den Radiolarien und Diatomeen finden, dürften am einfachsten als vielfältige Wirkungen der Mutation aufzufassen sein. Die Tragweite des Lamarckschen Prinzips wird wohl, wie die kritische Bearbeitung der neueren Experimente und ebenso die theoretische Erwägung lehrt, auf diejenigen Fälle zu beschränken sein, wo der von außen auf den Organismus wirkende Reiz entweder direkt oder durch Vermittlung des Stoffwechsels den ganzen Organismus, nicht aber nur einzelne Teile desselben trifft, denn nur im ersteren Fall ist zu verstehen, daß er auch die Keimzellen in spezifischer Weise beeinflussen kann und eine Vererbung der erworbenen Eigenschaften möglich wird. Immerhin bedürfen diese Dinge und auch die Fälle, wo der Artumwandlung eine sog. Orthogenese zugrunde zu liegen scheint, noch dringend näherer Erforschung. Wenn somit die Darwinsche Lehre auch nicht den Zauberstab darstellt, der alle Rätsel restlos löst, und noch manches zu tun übrig bleibt, so wollen wir, m. H., eins doch niemals vergessen: die ganze, großartige Entwicklung, welche die Biologie im letzten halben Jahrhundert genommen hat, wäre unmöglich gewesen, wenn unser Altmeister Darwin nicht durch seine

1) De Vries, H., Die Mutationstheorie, 2 Bde. Leipzig 1901.

Lehre den entscheidenden Anstoß dazu gegeben hätte, daß die Deszendenzlehre in der Wissenschaft zu allgemeiner Anerkennung gelangte; dieses gewaltige, historische Verdienst müssen selbst die ausschließlichen Neolamarckianer unter den Deszendenztheoretikern ihm zuerkennen.

Leider hat die Aufnahme der Deszendenzlehre in die Wissenschaft noch eine unerquickliche, ja man kann sagen beschämende Nebenwirkung gehabt. Die Mißgriffe der Naturphilosophie hatten, wie bemerkt, im zweiten Drittel des vorigen Jahrhunderts bei der Mehrzahl der Naturforscher die Beschäftigung mit philosophischen Problemen überhaupt stark in Mißkredit gebracht, und das hatte eine höchst unerfreuliche, in der Sache nicht begründete Verflachung der philosophischen Weltanschauung in diesen Kreisen zur Folge. Dazu kam bald der berechtigte Stolz auf die großen, greifbaren Erfolge der modernen Naturwissenschaft auf allen Gebieten, und nichts erschien dem menschlichen Geiste mehr unerreichbar und unerklärbar. Die Folge war, daß sich in der letzten Hälfte des verflorbenen Jahrhunderts ein ziemlich platter Materialismus breit machte, der in völliger Verkennung der Grenzen, welche unserer Naturerkenntnis schon durch die besondere Konstruktion unseres Intellekts gesetzt sind, alle möglichen Errungenschaften der Naturwissenschaft, vor allem die Ergebnisse der Abstammungslehre, mit rein metaphysischen Fragen verknüpfte. Es ist gar nicht nötig, in die Zeiten eines Karl Vogt, Büchner u. a. zurückzugehen; auch in unsere Zeit ragen noch mächtige Ausläufer jener Periode hinein: die „Welträtsel“ des sonst um die Deszendenzlehre so hoch verdienten Haeckel¹⁾ ent-

1) Das Verdienst, das sich Haeckel nun einmal durch Verbreitung der Deszendenzlehre erworben hat, kann durch solche Grenzüberschreitungen natürlich ebenso wenig geschmälert werden, wie durch die Übertreibungen in Wort und Bild, welche sich dieser allzu temperamentvolle und phantasiereiche Forscher in seinen Schriften leider häufiger hat zu Schulden kommen lassen. So sehr derartige Ungenauigkeiten Haeckels zu bedauern sind, so scharf ist es andererseits zu verurteilen, daß jene — übrigens längst bekannten — Fehler Haeckels neuerdings von einigen Gegnern des Deszendenzgedankens dazu benutzt werden, um die Richtigkeit dieser Lehre selbst zu bekritteln. Mit Recht haben zahlreiche namhafte Vertreter der Zoologie und Anatomie in allerneuester Zeit einmütig gegen derartige von Braß vorgebrachte Argumentierungen Stellung genommen. Ich will nicht unterlassen, diese von sechsundvierzig Gelehrten unterzeichnete, als Zeichen der Zeit recht charakteristische Erklärung hier wiederzugeben: „Die unterzeichneten Professoren der Anatomie und Zoologie, Direktoren anatomischer und zoologischer Institute und natur-

halten geradezu ein abschreckendes Musterbeispiel solcher Weltanschauung. Während diese Lehre einer vergangenen Epoche erst jetzt den Weg zu der großen Masse des Volkes findet, beginnt sich unter den Naturforschern selbst bereits eine Wendung zu Besserem vorzubereiten. In der Tat, m. H., ist es nicht höchste Zeit, daß wir uns auf das besinnen, was ein Kant, ein Du Bois-Reymond und andere über die Grenzen unserer Naturerkenntnis so eindringlich gesagt haben? Wer dem einen von ihnen, dem Philosophen, nicht in das Gebiet der Erkenntniskritik folgen will, der sollte wenigstens als Naturforscher bei dem Naturforscher Du Bois-Reymond in die Lehre gehen! Wieviel Tinte und Druckerschwärze ist bis in die neueste Zeit hinein unnütz vergossen worden, weil die streitenden Parteien die Grenze zwischen Erkennbarem und Nichterkennbarem, zwischen Naturwissenschaft und Metaphysik, nicht respektierten!¹⁾ Gewiß liegt im menschlichen Geist der berechtigte und unausrottbare Trieb, sich ein einheitliches Weltbild zu schaffen und das Unerforschliche zu erforschen, von dem exakten Naturforscher kann und muß man aber verlangen, daß er als solcher diesen Trieb zügelt und sich — auch mit seinen naturwissenschaftlichen Hypothesen — lediglich an das Erkennbare hält! Andernfalls müssen unbedingt solche greulichen, unfruchtbaren „Bastardierungen“ entstehen wie die unklare Naturphilosophie längst vergangener Tage und der sog. Monismus unserer Zeit.

Man wendet zuweilen ein, daß man über die Grenze verschiedener Meinung sein kann. Ist das aber nicht nur ein rein theoretisches Bedenken? Ich will meine persönliche Ueberzeugung, daß Kant mit seiner Erkenntniskritik und Du Bois-Reymond mit seinem „Ignorabimus“ recht hat, gewiß niemandem imputieren, denn bei derartigen Fragen wird es immer

historischer Museen usw. erklären hiermit, daß sie zwar die von Haeckel in einigen Fällen geübte Art des Schematisierens nicht gutheißen, daß sie aber im Interesse der Wissenschaft und der Freiheit der Lehre den von Braß und dem „Kepler-Bund“ gegen Haeckel geführten Kampf aufschärfste verurteilen. Sie erklären ferner, daß der Entwicklungsgedanke, wie er in der Deszendenztheorie zum Ausdruck kommt, durch einige unzutreffend wiedergegebene Embryonenbilder keinen Abbruch erleiden kann.“

1) Begeht doch in unseren Tagen nicht nur der „Monistenbund“, sondern auch dessen grimmigster Gegner, der jene Grenze immer laut betonende „Keplerbund“, denselben Fehler, wenn er in seinem Aufruf von sich sagt: „Er ist dabei der Überzeugung, daß die Wahrheit in sich die Harmonie der naturwissenschaftlichen Tatsachen mit dem philosophischen Erkennen und der religiösen Erfahrung trägt.“

schwer sein, eine Übereinstimmung der Meinungen zu erzielen, da selbst abgesehen von abweichenden erkenntnistheoretischen Grundanschauungen immer noch der Einwand gemacht werden kann, daß wir nicht wissen können, wie weit sich der Menscheng Geist noch einmal entwickeln wird; aber ein „Ignoramus“ besteht doch zweifellos zu Recht. Augenblicklich wissen wir doch im einzelnen Fall ganz genau, wo die Naturforschung aufhört und die Philosophie beginnt! Nehmen wir einmal ein besonders aktuelles Beispiel: das Problem der Abstammung des Menschen. Dasselbe ist zweifellos ein rein naturwissenschaftliches, und man darf nach den reichen Funden der letzten Zeit sogar die Hoffnung hegen, daß es in absehbarer Zeit einwandfrei gelöst werden wird; aber das, worauf es den darum streitenden Parteien doch offenbar in erster Linie ankommt, die psychische Seite, entzieht sich augenblicklich sicher jeder exakten, naturwissenschaftlichen Erörterung und wird sich ihr — meiner Meinung nach — auch immer entziehen. Dann nehmen wir selbst an, die vergleichende Psychologie hätte den strikten Beweis geliefert, daß zwischen den psychischen Funktionen des Menschen und der Tiere — von den Protozoen an aufwärts — keine wesentlichen, sondern nur mehr oder weniger große graduelle Unterschiede bestehen, und nehmen wir an, die Zellularphysiologie wäre so weit, die feinsten molekularen Bewegungen, die sich innerhalb einer Ganglienzelle während eines bestimmten psychischen Vorganges abspielen, genau zu kennen, so würden wir doch immer noch nicht wissen, wie denn nun der psychische Vorgang mit jenen Bewegungen zu verknüpfen wäre, wie — um es einmal grob auszudrücken — die Ganglienzelle denken kann, und wo in der Ahnenreihe der Menschen sie das zuerst gelernt hat. Wir werden es meiner Meinung nach auch nie erfahren, weil unsere Fragestellung von vornherein falsch ist, weil die Kausalität, die wir nach dem besonderen Mechanismus unseres Verstandes hier wie überall suchen müssen, überhaupt nicht in den Dingen, sondern nur in unserm Denken, weil sie nichts anderes als eine besondere Form des psychischen Geschehens selbst ist. Damit hinge aber auch die ganze vergleichend psychologische Beweisführung in der Luft, da ihr die Verknüpfung mit der naturwissenschaftlichen Induktion fehlte. Ist hier über die Grenze wirklich irgend ein Zweifel möglich? Daran wird auch nichts geändert, wenn wir den Spieß einfach umdrehen und die ganze Erfahrungswissenschaft sozusagen in Psychologie auflösen; denn das Loch in der Beweisführung wird dadurch nicht kleiner, daß man es von der andern Seite betrachtet, und es ist jedenfalls wissenschaftlich einwandfreier, es ohne

weiteres zuzugeben, als irgend einen bunten Lappen, möge er nur Dominante oder anderswie heißen, darüber zu decken. Darum reinliche und ehrliche Grenzregulierung! Unbedingte Freiheit der Naturwissenschaft in dem ganzen Gebiete des Erkennens, aber keine Willkür darüber hinaus! Dann werden wir auch der Deszendenzlehre, die wir als unentbehrliches Rüstzeug unserer Wissenschaft brauchen, besser dienen, als wenn wir uns nutzlos mit der Lösung von Fragen abquälen, die wie die Quadratur der Zirkels und das Perpetuum mobile seligen Angedenkens einfach in die große Rumpelkammer unlösbarer Probleme gehören.

Dann werden auch die ehrlichen, ernst zu nehmenden Gegner der Deszendenzlehre von selbst gezwungen sein, ihrerseits Grenzüberschreitungen zu unterlassen, und es wird hoffentlich die Zeit kommen, wo nicht jeder schöngeistige Tagesschriftsteller und halbgebildete Laie glaubt, ein Wort in der Abstammungsfrage mitreden zu müssen. Denn, m. H., das Gebäude dieser Lehre, zu dem unser Meister Darwin den ersten, festen Grundstein legte, und an dem unsere Väter so fleißig weiter gebaut haben, das ist kein Lokal für öffentliche Volksversammlungen und politische Massenagitationen, sondern es ist ein stolzes Schloß auf weitschauender, nur wenigen ersteigbarer Höhe. Sorgen wir, denen es anvertraut ist, in rastloser Arbeit dafür, daß die schwachen Stellen, welche seine Befestigung noch hier und da bietet, durch neue, feste Pfeiler ausgefüllt werden, damit sich kein Unberufener an die Mauern wage, sorgen wir aber auch, daß Friede bleibt zwischen uns und dem Nachbar auf der Höhe daneben, indem wir seine Rechte achten und selbst keine Grenzverletzung dulden; dann werden wir das Andenken des Baumeisters am besten ehren!

2. Privatdozent Dr. Tobler:

1. Von Mytiliden bewohnte Schwimmblasen einer Alge.

Die Beobachtung ist ein gutes Beispiel für direkte Umformung unter dem Einfluß äußerer Faktoren. Die Schwimmblasen der auch in der Nordsee häufigen meterlangen braunen Alge (Fucacee) *Ascophyllum nodosum* besitzen Epidermis, Übergangsgewebe (Füllgewebe, Hauptsitz der Assimilation) und Mark. Durch eine Spaltung des Markes im Sprossende werden die Blasenräume gebildet, sind demnach Interzellularräume im Gewebe. Ihren Inhalt bildet neben anderm besonders Stick-

stoff. Solche Blasen werden in jüngerem Zustand oft durch Fraß verletzt. In den Hohlraum dringt das Wasser ein und mit ihm Organismen, so die frei beweglichen Larvenstadien von der Mießmuschel (*Mytilus edulis*). Diese setzen sich darin fest und beginnen ihre Schalenentwicklung, auch die Blase vermag noch zu wachsen. Indem aber der *Mytilus* sie überholt, preßt er sich in ihre Wandung herein und durchbohrt sie mit der Spitze oder der Kante seiner Schale. Nehmen die Durchbohrungen und Zerreißen zu, so bleibt unter Umständen nur eine Art Gerüst von der Blasenwand stehen, in dem die Muschel wie in einem Körbchen ruht, durch das aber der lange *Ascophyllum*spross seinen Zusammenhang noch völlig behalten kann, bis endlich vielleicht an diesen dünnen Stellen auch wohl Zerreißen eintritt.

Abweichungen histologischer Art an den *Ascophyllum*-blasen sind nun folgende:

1. Unter dem Einfluß des eindringenden Wasser, sowie ausgehend von der dem direkt hereinfallenden Licht ausgesetzten Wandstelle (dem Loch gegenüber) bildet sich aus dem normal mit einer Art Haarfilz versehenen Markgewebe auf der inneren Blasenwand eine Epidermis und stark farbstoffführendes (*Assimilations*-) Gewebe aus.

2. Durch die Zugwirkung der zur Festheftung von der Muschel ausgespannten *Byssus*fäden im Innern der Blase einerseits und unter dem Druck der in ihrem Wachstum gegen die Blasenwand stoßenden Schalenteile andererseits werden in den noch wachsenden Geweben der Blase Zellstreckungen und Teilungen in bestimmter Richtung ausgeführt, somit Zellzüge in dem Angriffspunkt der Zug- und Druckkräfte entsprechende Anordnung gebracht.

3. Die stärkere Inanspruchnahme der stehenbleibenden Wandstücke bei allmählicher Durchlöcherung der Blase durch das Gewicht des daran im bewegten Wasser ziehenden Sprosses hat, wie zu vermuten, eine Verdichtung der mechanischen Elemente im Querschnitt der Wand zur Folge, d. h. Zunahme der längs gestreckten englumigen *Hyphen* im Markgewebe.

Dieser Fund in allen seinen Konsequenzen ist zugleich wertvoll für die physiologische Anatomie der Pflanzen. Es kann hier mit Recht deshalb an einen anderen Gedenktag neben dem Darwins erinnert werden, nicht den eines großen Toten, sondern den vor zwei Tagen gefeierten 80. Geburtstag des Schöpfers und Meisters der physiologischen Anatomie, Simon Schwendeners, der in unveränderter Rüstigkeit sein Berliner Lehramt ausübt.

2. Über Ramié (Nesselfaser).

Unter Vorlegung von Material aller Verarbeitungsstadien der nützlichen und schönen Ramiéfaser, sowie kurzer Darstellung ihrer Eigenschaften wies der Vortragende auf die eigentümlichen Preisverhältnisse, (Abhängigkeit von den Kosten des Entfettungsverfahrens) und das dadurch herbeigeführte Bedürfnis ausreichenden Anbaus der Boehmeria hin. Es stellt sich aber bei der von ihm ausgeführten vorsichtigen Auswahl unter dem verschieden lautenden und zu bewertenden Berichtmaterial heraus, daß außerhalb Chinas kein nennenswerter Anbau im größerem Maßstab existiert (auch nicht in Indien), daß aber neben Europa in China sowohl Chinesen als Japaner als Käufer und Verarbeiter auftreten. Wenn demnach die jährliche Produktion in China in der Tat nur 10000 Tonnen beträgt und z. B. die Emmendinger Fabrik allein 2000 Tonnen verarbeitet, so sind eine Neuprüfung der Frage der Ramiékultur und ihre Versuche im Anbau dringend zu raten.

3. Dr. Birrenbach:

Neuere Anschauungen über den Diabetes.

Votr. gibt zunächst einen kurzen Rückblick auf die Geschichte der diabetischen Forschung und betont die Schwierigkeit einer einheitlichen Erklärung für das Wesen dieser Stoffwechselstörung. Er weist dann auf die verschiedenen Formen intermittierender Glykosurie hin, welche prinzipiell von der diabetischen Glykosurie zu unterscheiden sind. Auf das Wesen des Diabetes selbst eingehend, betont er die Bedeutung und das Zustandekommen der Hyperglycaemie und faßt diese Störung auf als eine funktionell zelluläre, welche entweder eine Folge einer zu schnellen oder zu großen Abgabe von Zucker durch die Leber an das Blut ist, oder auf einer gestörte Glykogenie der Leber beruht.

Letztere Störung kommt namentlich bei schweren Formen von pankreatischem Diabetes und bei dem experimentellen Pankreasdiabetes zum Ausdruck, bei dem nach Dextrosefütterung beim Hunde eine Glykogenie nicht möglich ist, wohl aber durch Fütterung mit Laevulose.

Er bespricht dann die Bedeutung des Quotienten $\frac{D}{N}$ und gibt der Überzeugung Ausdruck, daß eine Überschreitung desselben auf eine temporäre N-Retention zurückzuführen ist, nicht auf eine besonders reichliche Zuckerabspaltung aus dem Fettmolekül. Die Vorbedingung zur Oxydation des Dextrose-moleküls ist wahrscheinlich seine Verankerung in die Zelle im Sinne

des Toxins in der Immunitätslehre. Vortragender bespricht dann den experimentellen Diabetes nach Pankreasentfernung und die neueren Anschauungen Zülzers betreffend den Antagonismus zwischen Pankreas und Nebenniere sowie deren therapeutische Perspektiven.

Es folgt dann eine Würdigung der Bedeutung der Langerhansschen Inseln für die Ätiologie des Pankreasdiabetes und der Theorie der inneren Sekretion, fußend auf den experimentellen Untersuchungen von Forschbach an operativ vereinigten Tieren (Parabiose). Schließlich wird auch die neueste Anschauung Pflügers über die Theorie der inneren Sekretion und des experimentellen Diabetes nach Exstirpation des Duodenums besprochen.

Der Schluß des Vortrages ist der Würdigung der Azetonkörper für das Zustandekommen der Azidose gewidmet und einem Versuch, die diabetische Stoffwechselstörung aufzufassen als eine angeborene protoplasmatische Schwäche zur Aktivierung der Oxydation des Dextrose-moleküls.

Sitzung vom 19. Mai 1909

im Hörsaal des mineralogischen Museums.

Vorsitzender: Prof. Dr. Busz.

Anwesend 30 Mitglieder.

1. Sanitätsrat Dr. Leineweber:

Über Kindespflege.

Es ist eine bemerkenswerte, allbekannte Erscheinung, daß der Mensch, das vollkommenste Geschöpf auf der Erde, bei seiner Geburt am hilfsbedürftigsten ist. Das Kind würde ohne Pflege von außen zweifellos zugrunde gehen. Der wichtigste Trieb zur Erhaltung, nämlich der Nahrungstrieb, ist zwar gleich bei ihm vorhanden. Man kann es daran erkennen, daß es, wenn man ihm einen Finger in den Mund hält, oder wenn ihm die eigene Hand in den Mund kommt, sofort daran zu saugen beginnt. Aber ohne Hilfe die Mutterbrust nehmen und Nahrung suchen, kann es nicht.

Doch über Kindespflege, sofern es sich um Ernährung handelt, will ich heute nicht eingehend sprechen. Erwähnen will ich nur kurz, daß die Ernährung durch die Mutterbrust als die natürliche auch die zweckmäßigste und sicherste ist. Wenn man auch eine Zeitlang das Bereiten von Ersatzmitteln für die Muttermilch mit mehr Energie betrieben hat als die

Förderung der natürlichen Ernährung und Prof. Dr. Damsch in Göttingen die künstliche Ernährung sogar bevorzugen zu müssen glaubte, so wird die Wichtigkeit ersterer gegenwärtig doch wieder mit größerem Nachdrucke betont und zugleich dargetan, daß die Stillfähigkeit der Frauen unserer Tage ganz gut ist; z. B. von Lenk, Nagel, Ziegenspeck u. a.

In der letzten Sitzung der Ärzte-Kammer von Schleswig-Holstein wird auch besonders hingewiesen auf die Gefährdung der Säuglinge durch künstliche Ernährung. In dem Berichte des Ärztlichen Vereinsblattes vom 23. Februar d. J. heißt es:

„Die Säuglinge leiden unter der künstlichen Ernährung, die allerdings meistens durch frische Kuhmilch geschieht, aber im Sommer auch auf dem Lande viele durch Brechdurchfälle zugrunde gehen läßt. Leider nimmt das Selbststillen immer mehr ab, die Ermahnung verhallt in der Regel nutzlos.“

Es gibt aber leider Fälle, in denen die natürliche Ernährung tatsächlich unmöglich ist. Hier ist der beste Ersatz frische Esels-, Ziegen- oder Kuhmilch. Bei fast stetem Mangel der ersteren und meistens auch der zweiten sind wir auf die Kuhmilch angewiesen. In heißen Tagen ist diese aber auch nicht immer einwandfrei überall zu haben, so daß einige Ersatzmittel den Kindern besser bekommen als die Milch. Ich habe da häufig das Biedertsche Ramogen und auch die kondensierte Schweizermilch mit gutem Erfolge geben lassen. Aus solchen Erfolgen darf man aber nicht schließen, daß durchweg die Mutterbrust straflos ausgeschaltet werden könne; denn das Gelingen der Aufzucht durch künstliche Ernährung ist immer schwierig und an größte Sorgfalt gebunden. An der Mutterbrust ist sie leichter und sicherer.

Hiermit will ich die kurze Andeutung über die Ernährung verlassen und mich zur anderweitigen Pflege wenden.

Pflege und Schutz hat das Kind schon nötig vor seiner Geburt. Das wird wohl im allgemeinen gleichlautend beurteilt und die bekannten Verfehlungen mißbilligt. Ich will darauf nicht weiter eingehen.

Wir kommen zu der Geburt. Hier bedarf das Kind auch des Schutzes und der Pflege. Dem wird aber nicht immer genug Rechnung getragen. Ich meine damit nicht die absichtlichen Gefährdungen des Kindes. Ich denke an die Fälle, in denen ohne Not die Zange zu früh angelegt wird, wo der Arzt dem Drängen der Mutter und auch des Vaters gegenüber zu nachgiebig ist und wider besseres Wissen die Zange anlegt, wo es nach streng wissenschaftlichen Grundsätzen nicht geschehen durfte, und deren Nichtbeachtung entschieden ver-

urteilt werden muß. Es sind das die Fälle, in denen das Wort der Frau Marie Louise Lachapelle in Paris zur Geltung kommt: „Le temps et la patience“.

Als ich in einem Falle dem ängstlichen und zur Beendigung einer vollständig normal verlaufenden Geburt drängenden Vater klar zu machen suchte, daß das nicht angängig sei, unterstützte eine einfache Bauersfrau, welche als Hilfsperson zugegen war, mein Bemühen mit den Worten: „Der Doktor hat ganz recht, der Apfel, der noch nicht reif ist, darf auch noch nicht gepflückt werden.“ Die Geburt verlief glatt ohne Zange. Es würde zu weit führen, wenn ich hier näher angeben wollte, worin die Gefährdung des Kindes durch die Zange entstehen kann. Es mag daher die kurze Andeutung genügen.

Wir wenden uns zu dem neugeborenen Kinde, dessen Pflege, abgesehen von der Ernährung, noch anderweitig viel Sorgfalt heischt. Von der Reinigung und dem Baden will ich auch weiter nicht sprechen, sondern nur eben bemerken, daß das hie und da angewandte Verfahren nach Kneipp, das Kind gleich nach der Geburt in einen Eimer kalten Wassers zu tauchen, nicht ratsam ist.

Ich will auch nicht näher besprechen die Wärmekästen und die Tarniersche Couveuse, welche zur Pflege von Frühgeburten angewendet werden, und womit es mehrfach gelungen ist, Kinder, die drei Monat zu früh geboren waren, aufzuziehen.

Ich gehe gleich über zur Erörterung der gewöhnlichen Bekleidung, wobei noch recht viel gefehlt wird. Das Kind kommt mit der Geburt in eine kältere Atmosphäre. Daß diese ihm nicht behagt und sehr unangenehm ist, zeigt es bei normalen Geburten sofort durch kräftiges Schreien an. Dies ist sicher die Veranlassung zu dem Liede: „Macht man ins Leben kaum den ersten Schritt, bringt man als Kind schon eine Träne mit.“ Eine Träne hat das Kind hierbei nun freilich nicht. Es ist das auch kein eigentliches Weinen. Darum spricht man folgerichtig auch nicht von Weinen, sondern von dem ersten Schrei des Kindes. Dieser Schrei ist die Reaktion des Schreckens von der plötzlichen Einwirkung der Kälte. Das wird bei der ersten Bekleidung im allgemeinen auch gut berücksichtigt und für eine Einhüllung gesorgt, welche das Kind vor Abkühlung schützt. Dieser Schutz ist auch sehr zu beachten; denn das Kind hat im Verhältnis zu seinem Gewichte eine größere Körperoberfläche wie der Erwachsene, gibt daher in der Zeiteinheit mehr Wärme ab als der Erwachsene. Das Warmhalten wird freilich oft auch übertrieben. Man muß bedenken, daß das

Kind auch einen lebhafteren Stoffwechsel hat als der Erwachsene und so die Eigenwärme in normaler Höhe hält.

Am meisten wird aber dadurch gefehlt, daß man die Einhüllung zu fest macht, daß man das Kind wickelt. Die Verfehlung ist um so größer, je fester das Wickelband angezogen wird. Darum wird in den meisten Lehrbüchern der Kinderheilkunde und Geburtshilfe auch darauf hingewiesen, daß die Einhüllung nicht zu fest, sondern lose sein soll. Aber es wird doch von Wickeln gesprochen. Hierin liegt nun eben der Fehler. Denn, wenn die Einhüllung durch das Wickeln halten soll, so daß das Kind nicht herausrutschen kann, muß das sogenannte Wickelband so fest angezogen werden, daß das Kind dadurch zweifellos beengt wird und das Ganze, was man Wickelbund nennt, aussieht, wie ein Paket für die Post. Ein solches Paket läßt sich freilich bequem handhaben. Das wird mit dem Wickeln neben dem Warmhalten auch bezweckt. In diesem Sinne sprach auch im vorigen Jahre hier in einer Versammlung des katholischen Frauenbundes Fräulein Maria Storp aus Aachen. Nach dem Berichte des hiesigen Blattes „Der Westfale“ sagte sie: „Wärterinnen wickeln die Kinder noch, weil sie sich bequemer tragen lassen, und weil es hübscher aussieht. Doch soll man dem Kinde in seinen Windeln so viel Raum lassen, als es zum Bewegen der Beinchen braucht. Ganz zweckmäßig ist es, eine breite Wickel unter den Armen her in zwei übereinander liegenden Touren zu wickeln. Dies beengt das Kind nicht und gibt beim Aufnehmen und Tragen einen Halt.“

Das Wickeln soll demnach so eingerichtet werden, daß Bewegungsmöglichkeit für die Beinchen bleibt, vom Atmen wird gar nicht gesprochen, aber Halt zum Aufnehmen und Tragen soll das Wickeln geben, also bequem sein für das Wartepersonal, aber nicht behaglich und bequem für das Kind, das eingeengt wird. Mit solcher Einengung quält man das Kind häufig zwei bis drei Monat und noch länger. Nur kurze Zeit am Tage beim Loswickeln kann es sich freuen, frei zu sein von einer Fessel, wodurch es mehr beengt wird, wie vor der Geburt durch die Uteruswand. Nicht selten erhält das Kind auch noch länger, zehn bis zwölf Monat unter dem Kleide eine Einwickelung der Brust. Diese Wickelung soll das Rückgrat vor Verkrümmung schützen. Das gleiche will man auch erreichen, wie ich verschiedentlich gesehen habe, durch ein besonders eingerichtetes Korsettchen oder auch Jäckchen. Dies läuft im Rücken in zwei zugespitzte Enden aus, wovon das eine einen von oben nach unten verlaufenden Schlitz enthält. Durch diesen wird das andere Ende hindurch gezogen. Beide werden

dann über der Brust fest angezogen und gebunden. Hierdurch soll, wie oben bemerkt, der Rücken gerade gehalten werden. Doch der Zweck wird nicht erreicht. Die Rippen werden allmählich eingedrückt, das Atmen wird gehindert, die Muskulatur in ihrer Entwicklung gestört, und nicht selten entsteht abwärts von der Einschnürung eine kyphotische Verkrümmung der Wirbelsäule, besonders, wenn die Kinder, namentlich schwächliche, noch dazu viel im Kinderstühlchen sitzen müssen. Darum ist jede Wickelung entschieden zu verwerfen.

Aber, wie soll das Kind eingehüllt werden? Sehr einfach. Statt des Wickelbandes sind Sicherheitsnadeln zu verwenden. Es läßt sich das auf folgende Weise leicht bewerkstelligen. Das Kind, welches zunächst mit einem Hemd und Jäckchen bekleidet ist, wird in zwei je einen Quadratmeter große Windeln, eine leinene und eine wollene eingehüllt, und zwar so, daß man erstere von beiden Seiten unter den Armen nach vorn übereinander, dann den über die Beinchen nach abwärts hinüberragenden Teil zurück unter Gesäß und Rücken legt, was sich lose einrichten läßt. Das zweite wollene Tuch wird etwas anders umgeschlagen, nämlich zunächst von unten nach oben, natürlich so, daß die Beine Platz genug zum Ausstrecken und Bewegen haben. Darauf legt man es vorn übereinander und befestigt es vorn mit zwei Sicherheitsnadeln, von denen die obere das Jäckchen mitfaßt. Eine dritte Nadel wird benutzt, um das Tuch oben im Rücken an dem Jäckchen zu befestigen. Auf diese Weise kann die Einhüllung lose angelegt werden, ohne daß deren Abrutschung zu befürchten ist. Eine kleine leinene Windel, welche zum Aufnehmen der Entleerung um Gesäß und zwischen die Beinchen in üblicher Weise, ohne letztere zusammen zu binden, gelegt wird, kann bei dieser Art Verpackung bequem gewechselt werden, was begreiflicher Weise sehr wichtig ist, weil dadurch das Wundwerden leichter vermieden wird.

Was den Stoff der Windeln anlangt, so kann der bei genannter Einhüllungsform verschieden gewählt werden, je nachdem die Kräfte des Kindes es wünschenswert erscheinen lassen. So ist es sehr zweckmäßig, zarte, äußerst schwächliche Kinder in wenig wärmeleitende, d. h. wärmeabgebende, Stoffe zu hüllen und zu der inneren Windel, wenn möglich, Seide zu verwenden.

Mit der angegebenen Verpackung kann freilich für die Wärterinnen ein so bequemes Paket nicht erzielt werden, wie mit der Wickelung durch das Wickelband. Aber das Kind läßt sich damit auch ganz gut aufheben und tragen und fühlt sich darin, worauf es doch in erster Linie ankommt, viel beglücklicher und kann sich darin viel besser entwickeln.

Die zu verwerfende Wickelung kann aber auch vermieden werden durch das bekannte, vielfach z. B. auch von Friedmann und Pescatore empfohlene Steckkissen, wenn es richtig verwendet wird. Es muß, worauf auch Pescatore aufmerksam macht, möglichst geräumig sein, und das Herausrutschen des Kindes nach oben ist nicht zu verhindern durch festes Schnüren, sondern durch Bänder, welche im Rückenteil angenäht, über die Schulter geführt und vorn angeknöpft werden.

Nach dieser kurzen Erörterung der Säuglingsbekleidung und dem Hinweise auf die häufigen Fehler bei deren Anlegung, möchte ich noch auf weitere Fehler aufmerksam machen, welche recht häufig in der Behandlung der Neugeborenen gemacht und oft sehr leicht vermieden werden könnten. Ich meine zunächst die Störung des kindlichen Schlafes. Man glaubt vielfach, das Kind sei anfangs taub und könne darum in seinem Schlafe nicht gestört werden. Steht doch in einem Büchlein, das der Reklame für Kaisers Kindermehl dient und betitelt ist: „Die Pflege des Säuglings. Bearbeitet von einem Kinderarzt“ auf Seite 29 zu lesen: „Alle neugeborenen Kinder sind unmittelbar nach der Geburt taub, erst vom 25. bis 30. Tage schrecken sie bei einem unerwarteten Schall oder lautem Sprechen plötzlich zusammen.“

Diese Angabe beruht auf einem großen Irrtume, der mir unbegreiflich ist; denn das Kind hört bald nach der Geburt, sicher schon am ersten Tage und reagiert auch auf lautes Geräusch, wovon sich jeder, der aufmerksam sein will, überzeugen kann. Da in der ersten Zeit nach der Geburt der ruhige Schlaf dem Kinde sehr förderlich ist, so folgt daraus, daß man jede Störung desselben, auch durch lautes Sprechen, sorgsam vermeiden soll.

Auch die Schonung der Augen wird oft zu wenig beachtet. Es ist begreiflich, daß der kleine Weltbürger von seinen Angehörigen und neugierigen Bekannten bald betrachtet wird. Dabei will man besonders auch sehen, welche Farbe seine Augen haben. Darum wird er bald aufgenommen und sein Gesicht so gehalten, daß es gut beleuchtet wird. Diese Betrachtung wird dann längere Zeit hindurch häufig wiederholt. Die glücklichen Angehörigen, die das Kind betrachten und sich mit ihm zu unterhalten anfangen, sind mit ihrem Gesichte vom Lichte abgewendet, das kindliche Auge ist dem Lichte zugewendet. Diese Manipulation ist fehlerhaft, einmal deshalb, weil die Schonung des kindlichen Auges außer acht gelassen wird, dann auch der Umstand nicht beachtet wird, daß das

Kind doch eigentlich lernen und beobachten soll. Letzteres leitet schon über zur geistigen Erziehung und sei hier nur so nebenbei bemerkt.

Gehen wir jetzt zu einer wichtigen Frage über, welche lautet: „Wann soll man beginnen, das Kind auf die Füße zu stellen.“ Die Antwort auf diese Frage wird durchweg so gegeben, daß ich ihr nicht beipflichten kann. Einige umgehen diese Frage und sprechen nur davon, daß das Kind gegen Ende des ersten Jahres sich an Möbelstücken aufrichten und so nach und nach sich fortbewegen und gehen lerne. So Biedert in seinem Buche: „Das Kind“ (1906).

Vielfach wird davor gewarnt, das Kind zu früh auf die Füße zu stellen, und zwar deshalb, weil es krumme Beine bekäme. Ja, man rät sogar, die Kinder gar nicht auf die Füße zu stellen, gar keine Gehversuche zu machen.

So sagt Fräulein Maria Storp in der oben schon erwähnten Versammlung nach dem Berichte der Zeitung „Der Westfale“: „Gehversuche sollten mit dem Kinde niemals gemacht werden. Wenn es Kraft und Lust dazu hat, richtet es sich von selbst auf. Macht man vorzeitige Gehversuche, so sind der Effekt nur krumme Beinchen.“

Dr. M. Pescatore, Kinderarzt in Charlottenburg, dessen Ansicht über das Steckkissen ich soeben billigen konnte, wirft in seinem Buche: „Pflege und Ernährung des Säuglings“ (1906) die Frage auf: „Wann soll man mit dem Kinde die ersten Gehversuche vornehmen?“ und antwortet darauf: „Überhaupt nicht“, und fährt dann fort, „die soll es allein machen“.

Dr. Friedmann, Kinderarzt in Beuthen, spricht sich in seinem Buche: „Pflege und Ernährung des Säuglings“ (1900) ähnlich aus. Beide meinen, die angestellten Gehversuche würden krumme Beine zur Folge haben. Letzterer meint, das Kriechen sei zu begünstigen; denn es sei der natürliche Übergang zum Gehen.

Ich bin anderer Ansicht. Im Eingange wies ich darauf hin, daß das Kind sehr pflegebedürftig sei, daß es Hilfe von außen bedürfe. Diese Hilfe bedarf es nicht allein zur Ernährung, Reinigung, Kleidung, sondern, wenn auch nicht in dem gleichen Maße, so doch in ähnlicher Weise zum Erlernen des Gehens. Freilich lernt es auch beim Mangel dieser Hilfe mit wenigen Ausnahmen gehen, aber eben dann gar nicht selten mit dem Effekt krummer Beine. Häufig haben sich diese Kinder längere Zeit durch Kriechen fortbewegt, worin sie große Fertigkeit erlangten. Sie kriechen aber meistens nicht, indem sie Beine und Arme gleichmäßig gebrauchen, sondern rutschen

in sitzender Stellung weiter. Solche Kinder können häufig am Ende des zweiten Jahres noch nicht gehen. Wie schon gesagt, ist dies meistens die Folge des Mangels an Pflege, weil diese allein die Mutter besorgen muß, die aber keine Zeit dazu hat.

Bei diesen Kindern trifft man nun, obwohl sie von der Mutterbrust genährt und kräftig sind, häufig krumme Beine. Hieran ist nun nichts zu ändern. Günstig ist hierbei die Tatsache, daß sich diese Beinkrümmung nach ein paar Jahren häufig wieder verliert, aber besonders durch Gehen, nicht durch Schonung. Nicht selten bleibt sie aber durchs ganze Leben bestehen.

Ich bin daher der Ansicht, daß man, wenn Pflegekräfte dem Kinde behilflich sein können, es möglichst früh auf die Füße stellen soll, daß man ihm Gelegenheit geben soll, sich mit dem Füßchen auf- oder anzustemmen. Man kann damit schon in den ersten Wochen, im sogenannten dummen Vierteljahre beginnen und beobachten, daß, wenn man es unter den Armen hochhebt und die Füße auf einen flachen Gegenstand dirigiert, es alsbald das merkt und die Beinchen streckt, ja sich sogar emporschneilt. Das ist ja auch eine Bewegung, die es schon vor der Geburt macht, wo es mit den Füßen so kräftig gegen die Uteruswand tritt, daß es die Mutter nicht allein fühlt, sondern es auch an der Bauchdecke sichtbar ist, oft sogar durch die Kleider der Mutter. Die Kinder früh in rationeller Weise auf die Füße stellen, ist also nur die Fortsetzung einer Übung, die sie selbst schon vor der Geburt machten, daher nicht unnatürlich und kann darum auch nicht schädlich sein. Die Richtigkeit dieser Ansicht bestätigt auch die Erfahrung.

Seit über 30 Jahren habe ich in dieser theoretischen Erwägung nach den ausgesprochenen Grundsätzen meine Anweisungen getroffen und in keinem einzigen Falle gesehen, daß krumme Beine die Folge waren, wohl aber beobachtet, daß meistens die Kinder recht früh gehen konnten, schon vor Ablauf des ersten Jahres, nicht selten bereits im 10. Monate, und zwar mit geraden Beinen und geraden Rücken.

Diese Übungen müssen selbstredend rationell gemacht werden, nicht stürmisch, sondern mit Geduld. Man muß bedenken, daß der kleine Weltbürger sein Gewicht erst tragen, dann stehen und Balance halten lernen muß, bevor er sich allein auf den Füßen fortbewegen, also gehen kann. Auch darf man diese Übungen nicht zu lange auf einmal bis zur Ermüdung fortsetzen; sonst verliert das Kind die Lust dazu. Dafür öfters im Tage kurze Zeit. Das Kind liebt Abwechselung. In der Regel ist von dem Wartepersonal eine zu lange Fortsetzung

genannter Übung auch nicht zu befürchten, weil es durch diesen Unterricht mehr ermüdet, als das Kind. Statt die Übungen vorzunehmen, tragen die Wärterinnen oder auch die Mütter darum das Kind häufig lieber auf den Armen umher und nicht selten so, daß die Beinchen derart angedrückt werden, daß Knieverkrümmungen entstehen, und zwar weil die Frauen das Kind meistens auf dem linken Arme tragen, links genu valgum, rechts genu varum. In einem Falle, der zu meiner Beobachtung kam, fand ich es umgekehrt, nämlich rechts genu valgum, links genu varum. Ich schloß daraus, daß das Kind auf dem rechten Arme getragen wurde. So war es. Die Mutter hatte das schwächliche Kind viel auf dem rechten Arme getragen, aber vermieden, die erwähnten Übungen zu machen, wodurch die Streckung und Geradehaltung der Beine gefördert worden wäre.

Um diese Übungen zu erleichtern, kann da, wo Mangel an Pflegepersonal ist, zweckmäßig der Laufstuhl verwendet werden. Ich meine nicht den feststehenden, sondern einen solchen, den die Kinder, wenn sie darin stehen, weiter schieben können. Wie ich schon erwähnte, kann das lange Sitzen im Kinderstühlchen bei schwächlichen Kindern leicht Anlaß zu Rückgratsverkrümmung geben. Der Gebrauch des Laufstuhles befördert aber das Geradehalten des Rückens ebenso, wie er den Gehübungen dienlich ist, ohne die Beine zu krümmen. Die Verkrümmungen, welche vorkommen bei der Barlowschen Krankheit und bei Rachitis habe ich nicht in Betracht gezogen. Diese werden am zweckmäßigsten näher besprochen, wenn die Ernährung eingehend behandelt wird. Bei Rachitis ist nach meinen Beobachtungen ein rationelles Aufstellen der Kinder auf die Füße aber auch förderlicher als zu lange Schonung.

Die erwähnte Ansicht über das Entstehen der krummen Beine ist meiner Überzeugung nach gleichwertig jener, daß die Kinder durch das Zahnen krank seien. Beide sind irrig.

2. Prof. Busz:

Über den Cullinandiamanten und die Diamantfunde in Deutsch-Südwest-Afrika.

Busz sprach über den grossen im Jahre 1905 in der Premier-Mine gefundenen und im Besitze des Königs von England befindlichen Diamanten und dessen Verarbeitung unter Vorlegung von Modellen des natürlichen Steines und der grössten daraus hergestellten Brillanten, und referierte sodann über die Abhandlungen von Lotz und Merensky über das neu entdeckte Vorkommen der Diamanten in Deutsch-Südwest-Afrika.

Sitzung vom 8. Juni 1909.

Vorsitzender: Prof. Dr. Busz.

Anwesend 50 Mitglieder.

1. Prof. Dr. W. Stempell:

Über feinste organische Strukturen und ihre Auflösung durch Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht.

Durch Untersuchung der Sporen des Mikrosporids *Nosema bombycis* Naegeli mittels Mikrophotographie mit dem ultravioletten Licht der Kadmialinie $\lambda=275 \mu\mu$ konnte von mir der Nachweis geführt werden, daß der in diesen Sporen eingerollt liegende, schlauchförmige „Polfaden“ einen Durchmesser von etwa $0,1 \mu$ und folglich eine Wandstärke von höchstens $0,05 \mu$ besitzt. Es läßt sich nun berechnen, daß die Dimensionen dieses Polfadens, der allen Mikrosporidien zukommt, bei anderen Arten, welche noch kleinere Sporen besitzen, erheblich kleinere sein müssen; so kann sein Durchmesser bei der sehr kleinsporigen *Glugea Stempelli* Pérez nicht größer als $0,017 \mu$ sein, und wir hätten hier also eine Wandstärke von höchstens $0,008 \mu$ ($=8 \mu\mu$) anzunehmen.

Der Nachweis so winziger organischer Strukturen hat ein biologisches und ein physikalisch-chemisches Interesse. Ein biologisches insofern, als danach die Frage, ob Organismen von solcher Kleinheit existieren, daß wir sie selbst mit unsern modernsten optischen Hilfsmitteln überhaupt nicht wahrnehmen können, ziemlich sicher in bejahendem Sinne beantwortet werden muß. So würde auch verständlich werden, daß bei mancher Infektionskrankheit der optische Nachweis des Erregers zurzeit noch nicht geglückt ist. Aber auch für die Zwecke der physikalischen Chemie könnten obige Feststellungen einige Anhaltspunkte liefern. Denn mit den kleinsten der oben mitgeteilten Zahlen nähern wir uns bereits den hypothetischen Dimensionen der Moleküle, ja erreichen fast diejenige, welche Lobry de Bruyn für die lösliche Stärke angegeben hat ($5 \mu\mu$), und erreichen auch die Größe der kleinsten ultramikroskopisch sichtbaren Goldteilchen¹⁾. Da wir es bei dem Polfaden mit einem Protein von chitinähnlicher Beschaffenheit zu tun haben, so drängt sich unwillkürlich die Frage nach der Größe des Eiweißmoleküls auf. Es ist natürlich nicht anzunehmen, daß die Wand jener kleinsten Polfadenschläuche

1) Zitiert nach Zsigmondy, Zur Erkenntnis der Kolloide 1905.

nur aus einer einzigen Lage von Eiweißmolekülen besteht, vielmehr müßten wir im Minimum wohl drei Lagen, nämlich zwei Oberflächenlagen und eine Mittelschicht, annehmen, und es würde in diesem Fall für das einzelne Proteinmolekül höchstens ein Platz von $2,6 \mu\mu$ übrig bleiben.

Wir mir Herr Kollege Prof. Dr. A. Thiel auf Befragen in freundlicher Weise mitteilte, würde man, wenn man den Durchmesser eines kugelförmigen Eiweißmoleküls zu $2,5 \mu\mu$ annimmt und das Volumengewicht = 1 setzt, das Molekulargewicht des Eiweißes auf 500 000 zu schätzen haben. Diese Zahl würde also nach dem Gesagten den größtmöglichen Wert darstellen. Da aber kaum anzunehmen ist, daß die hier betrachteten Strukturen schon die feinsten, überhaupt vorkommenden, organischen Differenzierungen sind, so wird man wohl nicht fehlgehen, wenn man jenes Molekulargewicht und damit auch den Durchmesser des Eiweißmoleküls erheblich niedriger ansetzt¹⁾.

2. Dr. Davids, Augenarzt, Münster:

Über Tuberkulintherapie.

M. H.

Wenn ich mir erlaube, Ihnen einige Mitteilungen über die spezifische Therapie der Tuberkulose zu machen, so tue ich das aus verschiedenen Gründen. Zunächst halte ich den Augenarzt schon deshalb für berufen, ein Wort in dieser Frage mitzureden, weil das Organ, welches er behandelt, frei zutage liegt, und weil es somit möglich ist, feinste Veränderungen an ihm genau zu erkennen. Das ist auf dem Gebiet, das ich hier behandle, von besonderer Bedeutung. Wiederholt ist darauf hingewiesen, wie schwer es ist, bei der Therapie innerer Organe den Wert des Tuberkulins immer richtig zu bemessen. Bei der mannigfachen Form, dem langwierigen Verlauf und dem verschiedenartigen Charakter der Tuberkulose z. B. der Lungen ist es im einzelnen Fall oft unmöglich festzustellen, ob ein Erfolg resp. ein Mißerfolg dem Tuberkulin zuzuschreiben ist, oder ob er in dem Wesen des Prozesses begründet war. Diese Unsicherheit ist um so schwerwiegender, als wir bei der Beurteilung des Tuberkulins eigentlich noch ganz auf die klinische Beobachtung angewiesen sind, denn die Versuche im Laboratorium nach dieser Richtung sind heute noch nicht so weit gediehen, daß man sie in der Praxis verwenden könnte.

1) Eine ausführliche Darlegung der Befunde erscheint in der Zeitschr. f. physikalische Chemie, Bd. 67 (1909).

Die Bestimmung des opsonischen Index nach Wright ist zunächst eine sehr komplizierte Methode, dann aber scheint sie auch durchaus nicht immer zuverlässig zu sein. So findet sich in der englischen Literatur eine Mitteilung, nach der eine Reihe von verschiedenen Sera gleichzeitig den verschiedensten Untersuchern zur Bestimmung des opsonischen Index übersandt wurde. Die Resultate stimmten so wenig überein, daß der Verfasser zu der Ansicht kommt, daß diese Methode für die Praxis von nur geringem Wert ist. In Deutschland ist von vielen Seiten auf die Fehlerquellen aufmerksam gemacht, die diesem Verfahren anhaften, so von Beyer, der die Technik im Wrightschen Laboratorium studierte, dann von Bächer und Laub, Rolly, Böhme und anderen. Im Widerspruch mit diesen Erfahrungen stehen die von Strubell, einem Schüler Wrights. Dieser hält die Bestimmung des opsonischen Index für ein exaktes Kriterium, dem die Erfolge zuzuschreiben sind, die Wright bei tuberkulösen Erkrankungen erzielte. Indessen auch Strubel hält die Technik der Methode für zu mühselig, und er ist bestrebt, ein einfacheres Verfahren in die Praxis einzuführen.

Auch über den Wert des Nachweises komplementbindender Antistoffe ist man sich noch nicht einig, so daß Rückschlüsse aus ihrem Vorkommen nicht mit Sicherheit gezogen werden können. Unter den Arbeiten, die für und gegen die Brauchbarkeit dieser Methode geschrieben sind, ist bemerkenswert die von Engel und Bauer, die bei nicht behandelten tuberkulösen Kindern, bei denen man nie Antikörper im Blute findet, durch Tuberkulininjektionen einen Antikörpergehalt des Blutes bewirkten. Demgegenüber ist aber hervorzuheben, daß Wolff und Mühsam an 109 Fällen von Lungentuberkulose die Konsequenzen der Wassermann-Bruckschen Hypothese prüften und unter anderem zu folgender Ansicht gelangten: „Eine gesetzmäßige Beziehung zwischen der Schwere des Falles und dem Antituberkulingehalt des Blutes ist also aus diesen geringen Differenzen nicht zu erkennen.“ Und weiter: „Aus unseren Zahlen lassen sich also bestimmte Beziehungen zwischen Tuberkulintherapie und Antituberkulingehalt des Blutes nicht ableiten.“

Diese beiden Methoden eignen sich, so genial sie auch erdacht sind, also noch nicht für die Praxis, sie bedürfen noch der Klärung und, wenn möglich, der Vereinfachung. Zunächst sind wir daher noch allein auf die klinische Beobachtung angewiesen, und diese ist nun am Auge besonders exakt durchzuführen. Am Auge können wir in den meisten Fällen den Verlauf

einer Erkrankung genau verfolgen, wir können jede Verschlimmerung direkt ablesen ebenso jede Besserung. So können wir z. B. beobachten, wie sich die Tuberkulose der Iris vor unseren Augen entwickelt, wir sehen unter anderem die kleinen, typischen Knötchen an bevorzugter Stelle auftauchen, erst eins, dann ein zweites, dann mehrere. Wir konstatieren weiter, daß diese Veränderungen auf die alten therapeutischen Maßnahmen oft nicht zurückgehen, beobachten dann aber, wie unter dem Einfluß des Tuberkulins ein Knötchen nach dem andern schwindet, wie sich die entzündlichen Erscheinungen der Regenbogenhaut zurückbilden, kurz wie der ganze schwere Prozeß, für den es früher oft keine Heilung gab, jetzt prompt ausheilt. So haben wir also am Auge ein Organ, das einen sicheren Prüfstein für die Beurteilung eines therapeutischen Mittels darstellt, und es kann daher nicht wundern, wenn sich an der Prüfung eines so wichtigen Mittels, wie es das Tuberkulin ist, Augenärzte intensiv beteiligt haben. In ihrem Lehrbuch der spezifischen Diagnostik und Therapie der Tuberkulose sagen Bandelier und Roepke: „Große Triumphe hat das Tuberkulin in der Ophthalmologie gefeiert und dadurch bewirkt, daß die Aufmerksamkeit wieder in steigendem Grade auf die spezifische Therapie gelenkt wurde. Die Ophthalmologie hat zur Ehrenrettung des Tuberkulins wesentlich beigetragen.“

Unter den Augenärzten, die sich intensiv mit der Tuberkulintherapie beschäftigten, ist von Hippel-Göttingen an erster Stelle zu nennen. Er gehört zu den wenigen, die sich durch die Mißerfolge der ersten Tuberkulinära nicht zurückschrecken ließen, sondern, überzeugt von dem großen Wert dieses Mittels, in systematischen Versuchen bestrebt waren, die Eigenarten des Tuberkulins zu ergründen und eine sichere Methode auszubauen. Mit großer Ausdauer sammelte von Hippel in langen Jahren wichtige Erfahrungen, und diesen sind die hervorragenden Resultate zuzuschreiben, die er selbst bei schwerster Tuberkulose des Auges errang. von Hippel konnte sich dabei auf ein verhältnismäßig reiches Material stützen, und da ich als mehrjähriger Assistent der Göttinger Augenklinik Gelegenheit hatte, dieses Material zum großen Teil mit zu beobachten und zu bearbeiten, so glaubte ich, auch aus diesem Grunde dieses Thema vor Ihnen behandeln zu dürfen.

Doch noch eine weitere Veranlassung legt mir nahe, gerade jetzt über Tuberkulin zu Ihnen zu reden. In Heft 1 der „Therapie der Gegenwart“ finden Sie eine Arbeit von Felix Klemperer über die Tuberkulinbehandlung der Lungentuberkulose; es heißt darin: „In den meisten Lungenheilstätten

und Sanatorien wird heute mit Tuberkulin behandelt, zahlreiche Spezialärzte für Lungenkrankheiten in größeren Städten üben die Tuberkulintherapie in ambulanter Praxis aus, und mehr und mehr macht sich eine Propaganda geltend, die Tuberkulinbehandlung in die Hand des allgemeinen Praktikers, des Hausarztes, zu legen.“ Wer die Literatur kennt, kann diese Worte nur bestätigen. Tatsächlich kann man gerade in letzter Zeit eine große Bewegung beobachten, die darauf hinausgeht, dem Tuberkulin ein möglichst weites Terrain zu gewinnen, mit anderen Worten, es dem praktischen Arzt zu weitgehender Anwendung zu übergeben.

Wer viel mit Tuberkulin gearbeitet hat und die hervorragenden Resultate, die mit diesem Mittel zu erzielen sind, beobachtete, wird diese Bewegung mit größter Freude begrüßen. In Göttingen behandelten wir ja speziell die Tuberkulose des Auges, aber auch der übrige Zustand unserer Patienten wurde sorgfältig beobachtet, und fast in allen Fällen konnten wir konstatieren, daß sich unter der Tuberkulinkur nicht nur das kranke Auge besserte, sondern daß der ganze Mensch gesundete und an Gewicht deutlich zunahm. Auch wir können daher aus voller Überzeugung einer möglichst ausgedehnten Verbreitung des Tuberkulins das Wort reden.

M. H. Wir stehen somit am Anfang einer neuen Tuberkulinära, und da ist es wohl angebracht, daß jeder Arzt seine Ansichten revidiert und versucht, ein eigenes Urteil über diese neue Bewegung zu gewinnen. Denn, m. H., es handelt sich ja nicht um eine Angelegenheit von geringer Bedeutung. Sie alle wissen, welch' großen Feind wir in der Tuberkulose haben, und welch umfangreiche Rüstungen gerade jetzt aller Orten getroffen werden, diesen größten Feind der Menschheit zu besiegen. Sie müssen daher auch zugeben, daß die Frage, ob das Tuberkulin in diesem Kampfe eine größere Rolle spielen soll als bisher oder nicht, von sehr großer Bedeutung und ernster Erwägung wert ist.

Will man einen bestimmten Standpunkt in dieser Frage einnehmen, so muß man die Geschichte des Tuberkulins kennen, denn die Tuberkulinbehandlung ist nicht so ganz einfach. Man muß sich mit ihr, will man Erfolge sehen, intensiver beschäftigen wie mit den meisten anderen therapeutischen Maßnahmen. Vor allem früher waren der Schwierigkeiten, die sich dem Anfänger entgegenstellten, viele; diesem Umstande, nicht dem Mittel selbst, sind die Mißerfolge zuzuschreiben, die kurz nach Aufnahme des Tuberkulins in die Therapie bekannt wurden und zahlreiche Ärzte von weiteren Versuchen abhielten.

Schon bei der Wahl des Mittels stieß man früher auf Schwierigkeiten, denn es war nicht leicht, sich unter den vielen Präparaten, die im Laufe der Zeit entstanden waren, zurechtzufinden und sich für ein bestimmtes zu entscheiden. Man fand oft, daß dasselbe Mittel von der einen Seite sehr gelobt, von einer anderen ebenso intensiv getadelt wurde. Dazu fehlte es oft an einer genauen Angabe über die Art des verwandten Tuberkulins, indem vor allem die Kochschen Präparate nicht genügend auseinandergehalten wurden.

Hatte man sich für ein bestimmtes Tuberkulin entschieden, so kamen neue, schwierige Überlegungen bezüglich der anzuwendenden Methode. Was die den Kochschen Präparaten beigegebenen Gebrauchsanweisungen anbelangt, so enthielten sie Unklarheiten, die vielfach zu Irrtümern führten. Das Alt-Tuberkulin wurde z. B. auf den ersten Gebrauchsanweisungen nach Grammen und Milligrammen berechnet. Ärzte und Apotheker wurden dadurch veranlaßt, diese Werte auf die feste Substanz des Tuberkulins zu beziehen, was nicht beabsichtigt war. Eine andere falsche Auffassung war die, daß in 1 ccm Neu-Tuberkulin T. R. 10 mg feste Substanz enthalten sind. Ruppel machte im vorigen Jahre auf diesen Fehler aufmerksam und teilte mit, daß 1 ccm T. R. nur die immunisierende Substanz von 10 mg getrockneten Tuberkelbazillen enthält; der Trockengehalt selbst beträgt in 1 ccm T. R. nur 0,002 g.

Sah man sich früher in der Literatur um, so fand man auch hinsichtlich der Methode wenig Einheit. Von der einen Seite wurden sehr hohe Dosen — der größte Fehler jener Zeit — von der anderen niedrige für die Injektionen vorgeschrieben. Der eine spritzte in kurzen Zwischenräumen, der andere in langen Intervallen. Auch über die Dauer der Kur war man sich unklar, indem sich einige mit wenigen Spritzen begnügten, andere die Behandlung über lange Zeit ausdehnten. Sehr wenig Klarheit herrschte auch darüber, welche Form der Tuberkulose sich für die Tuberkulinbehandlung eignet und welche nicht.

Die größte Schwierigkeit lag aber wohl in der richtigen Beurteilung jener Zustände, die nach Tuberkulininjektionen auftreten können und kurz als Reaktionen bezeichnet werden. Von der einen Seite wurden sie für notwendig und heilsam erachtet, von der anderen für direkt gefährlich. Gerade durch diese Reaktionen sind viele Ärzte, die anfangs das Tuberkulin mit großer Begeisterung aufnahmen, bald davon zurückgekommen. Sie sahen schwere Zustände nach den Injektionen auftreten, die ihnen den Mut nahmen, das Mittel weiter zu gebrauchen. Dazu kam der warnende Ruf der pathologischen Anatomen,

die in dem raschen Zerfall tuberkulösen Gewebes eine ernste Gefahr erblickten und eine Mobilisierung der Tuberkelbazillen befürchteten.

Sie sehen, daß allerhand Schwierigkeiten zu überwinden waren. Es wären noch mehr zu nennen, doch mögen diese genügen, um Sie davon zu überzeugen, daß Jahre nötig waren, um Klarheit und Sicherheit in all diesen Fragen zu schaffen. Erst dann konnte einer allgemeineren Verbreitung der Tuberkulintherapie das Wort geredet werden, wenn der praktische Arzt sich auf zeitraubende, nicht ungefährliche Versuche nicht mehr einlassen brauchte, sondern mit Tatsachen zu rechnen hatte.

Diese Zeit ist nun gekommen. Als nach dem Enthusiasmus, mit dem das erste Tuberkulin Kochs, das Alt-Tuberkulin, aufgenommen wurde, ein Rückschlag eintrat, und das Gros der Ärzte sich von diesem Mittel abwandte, blieb dennoch eine nicht ganz kleine Zahl dem Präparate treu und versuchte, die Tuberkulintherapie in ruhigere, sicherere Bahnen zu lenken. Durch jahrelange Arbeit, durch Tausende von Beobachtungen ist es inzwischen gelungen, der Tuberkulinbehandlung ein sicheres Fundament zu geben, auf dem jeder Arzt getrost bauen kann.

Wir kennen jetzt die wichtigsten Arten des Tuberkulins und die andern spezifischen Mittel für die Therapie der Tuberkulose. Die Wahl ist jetzt leicht, wenn man sich einfach an die bekannten, bewährten Präparate hält, die in stets gleichbleibender Qualität sicher vor üblen Überraschungen schützen.

Eine dominierende Stellung haben zu allen Zeiten die Kochschen Präparate eingenommen: das Alttuberkulin, das Neutuberkulin T. R. und die Bazillenemulsion. Alle drei Präparate sind ihren Eigenschaften nach heute genau bekannt. Für diagnostische Zwecke benutzt man fast ausschließlich das Alttuberkulin, aber auch in der Therapie tuberkulöser Erkrankungen spielt es neben dem T. R. und der Bazillenemulsion noch immer eine große Rolle. Weiter unten werde ich auf diese Präparate ausführlich zurückkommen.

Neben den Kochschen Tuberkulinen gibt es nun noch eine Reihe anderer Präparate, die für die spezifische Behandlung der Tuberkulose vorgeschlagen und inzwischen auf ihre Brauchbarkeit hin sorgfältig geprüft sind. Nur die bekannteren will ich erwähnen. Das Denysche Tuberkulin, welches das nicht gekochte Filtrat der Tuberkelbazillenkulturen darstellt, wirkt sehr milde. Nach Denys Mitteilung wurden mit diesem Präparat in zweitausend Fällen 70,8% Erfolge (Heilung und Besserung) erzielt. Das Beraneck-Tuberkulin wird hauptsächlich durch Sahli empfohlen, der in leichten Fällen von

Lungentuberkulose sichere Heilung erreichte. Sahli gibt diesem Tuberkulin, das in der Schweiz sehr verbreitet ist, vor dem alten und neuen Kochschen und dem Denyschen Präparat z. Z. den Vorzug. Vorzügliche Resultate erlangte Spengler auch bei schwerster Tuberkulose der Lungen mit seinem Perlsucht-tuberkulin. Die Heilwirkung dieses Tuberkulins prüften auf Veranlassung Kochs auch Bandelier und Roepke. Sie benutzten ein Präparat aus dem Kochschen Institut, erzielten ebenfalls hervorragende Resultate und heben lobend die milde Wirkung des Mittels hervor. Zuletzt will ich noch das Anti-tuberkuloseserum Marmoreks erwähnen. Es ist ein passiv immunisierendes Mittel, das sich vor allem bei chirurgischen Erkrankungen gut bewährte.

Auch über die Methode herrscht heute Klarheit. Während zur Sicherung der Diagnose sprunghafte Steigerungen der Dosen notwendig sind, ist bei der Behandlung die schonende, allmählich steigende Applikationsweise der Injektionen als die zweckmäßigste anerkannt. Die schweren Reaktionen, die früher als Folge der Injektionen bei der Behandlung so sehr gefürchtet wurden, werden durch die allmähliche Steigerung der Dosen entweder ganz vermieden oder doch abgeschwächt. Auch hat man gelernt, diese Zustände richtig einzuschätzen und wichtige Lehren aus ihnen für die weitere Behandlung zu ziehen. Tuberkulinschädigungen sind bei dieser milden Methode so gut wie ausgeschlossen. Auch von pathologisch-anatomischer Seite sind Einwendungen gegen diese Art der Tuberkulinbehandlung meines Wissens nicht mehr erhoben worden.

In der schwierigen Frage, welche Kranke für die Tuberkulinbehandlung geeignet sind und welche nicht, ist ebenfalls mehr Klarheit entstanden. Durch zahlreiche Beobachtungen ist festgestellt, daß bei der heute üblichen, milden Behandlungsweise der Kreis nicht so eng gezogen werden braucht, wie man früher glaubte; dies gilt hauptsächlich für das T. R. und für die Bazillenemulsion.

John und Volhard wollen z. B. fiebernde Phthisiker von der Behandlung nicht ausgeschlossen wissen. Sie empfehlen für diese Fälle besonders die Bazillenemulsion Kochs. Zwecklos halten sie eine Tuberkulinkur von vornherein bei den äußerst bösartigen Erkrankungsformen, bei denen sich ein kleiner, frequenter Puls, der in keinem Verhältnis zu der für gewöhnlich nicht sehr erhöhten Temperatur steht, findet. Bandelier und Roepke, die eine große Erfahrung in dieser Hinsicht haben, halten auch das Fieber für keine Kontraindikation; sie raten jedoch zu größter Vorsicht bei den Injektionen, und sie

erlebten bei dieser Handhabung mehrfach eine entfiebernde Wirkung. Auch geschwächter Gesamtzustand, Neigung zu Blutungen, Herzabnormitäten bieten nach den erwähnten Autoren keineswegs immer eine Kontraindikation. Sie raten bei diesen Komplikationen ebenfalls vorsichtig abzuwägen und sind der Ansicht, daß der Anfänger in der Würdigung der Kontraindikationen strenger und weitgehender sein soll als der durch Erfahrung geübte Praktiker.

M.H. Sie sehen, daß die Tuberkulintherapie in den Jahren, in denen man nicht so viel von ihr hörte, nicht eingeschlafen ist, sondern daß sie sich langsam, aber sicher weiter entwickelte. Aus dieser Erkenntnis heraus konnten denn auch Bandelier und Roepke in den Schlußbetrachtungen ihres Lehrbuches sagen: Die Erfahrungen sind geläutert und gereift, wir besitzen eine festfundierte Tuberkulintherapie.

Wenn ich nun näher auf die Kochschen Tuberkuline eingehe, so tue ich das aus dem Grunde, weil ich selbst mehrere Jahre mit diesen Präparaten arbeitete, sie also aus eigener Erfahrung kenne. Ich will nun nicht das ganze hierbei in Frage kommende Gebiet näher berücksichtigen, denn die Literatur über die Kochschen Präparate ist riesengroß. Sie wissen ja, daß außer bei Augenleiden bei fast allen tuberkulösen Erkrankungen Kochsches Tuberkulin mit Erfolg angewandt wurde, am ausgedehntesten natürlich bei der Lungentuberkulose, dann bei der Kehlkopftuberkulose, bei der Bandelier und Roepke vorzügliche Resultate erzielten, in der Gynäkologie, auf welchem Gebiet Birnbaum sehr beachtenswerte Erfolge errang. Mit großem Erfolg wurde Kochsches Tuberkulin weiter angewandt bei der Säuglingstuberkulose z. B. durch Schloßmann. Wenig beliebt war es lange Zeit bei chirurgischen Erkrankungen, jedoch scheinen die Kochschen Präparate infolge der verbesserten Methode auch unter den Chirurgen wieder mehr Anhänger zu gewinnen. Indessen gehen die Ansichten über den Wert des Tuberkulins auf allen diesen Gebieten noch auseinander, es kommt dies vor allem wohl daher, weil man sich der wenig ermutigenden Erfahrungen, die beim ersten Erscheinen des Tuberkulins gemacht wurden, noch erinnert, dann aber auch, weil auf diesen Gebieten, worauf ich schon oben aufmerksam machte, oft der richtige Maßstab für die Beurteilung des Tuberkulins fehlt.

Ich will mich bei der Bedeutung, die die Kochschen Tuberkuline auf diesen Gebieten errungen haben, nur so weit aufhalten und aus naheliegenden Gründen meinen späteren Betrachtungen nur die Erfahrungen zugrunde legen, die mit

diesen Präparaten in der Augenheilkunde, speziell in der Göttinger Augenklinik, gemacht wurden. Wer sich mit Tuberkulin beschäftigen will, kann, wenn er die Wirkung dieses Mittels auf die Tuberkulose der Augen kennt und die Tuberkulintherapie, wie sie bei Augenkranken geübt wird, beherrscht, diese leicht für jede andere tuberkulöse Erkrankung anwendbar machen. Auch ist doch von vornherein anzunehmen, daß ein spezifisches Mittel, das imstande ist, tuberkulöse Prozesse am Auge zu heilen, auch dazu berufen ist, in ähnlicher Weise heilend auf jede andere tuberkulöse Erkrankung zu wirken, wenn auch in verschiedenem Grade, denn ich weiß wohl, daß viele Nebenumstände hierbei noch eine Rolle spielen, z. B. der Gesamtzustand des Patienten, der Sitz des Herdes und seine Ausdehnung, Mischinfektionen usw., gebe auch zu, daß die Verhältnisse am Auge, z. B. bei der Iristuberkulose, günstig für eine Heilung liegen, aber im Prinzip ist die Annahme doch richtig.

Auf die einschlägige Literatur will ich hier nur ganz kurz eingehen. Sie ist nicht groß.

Über die Bazillenemulsion war bis zum Erscheinen meiner Arbeit in unserer Literatur nichts zu finden. Über die anderen beiden Präparate lag eine Reihe von Arbeiten vor, die sich hauptsächlich mit dem T. R. beschäftigten. Wir finden in ihnen fast durchweg günstige Urteile. Sehr gute Resultate wurden erzielt vor allem bei der Tuberkulose der Iris und der Kornea, doch auch bei den übrigen, tuberkulösen Erkrankungen des Auges. Wenn diese Mitteilungen auch nicht sehr zahlreich sind, so genügen sie doch, um die Überzeugung zu gewinnen, daß das Tuberkulin sich in vielen Fällen als ein außerordentlich wertvolles Mittel bei der Behandlung tuberkulöser Erkrankungen des Auges erwies, und daß die Kochschen Präparate in der Augenheilkunde immer häufiger angewandt werden.

Wie ich schon oben erwähnte, war von Hippel einer der ersten, die sich intensiv mit der Tuberkulintherapie beschäftigten. von Hippel begann seine systematischen Tuberkulinkuren im Jahre 1895, und er konnte, gestützt auf reiche Erfahrungen, bald eine Methode angeben, die als mustergültig noch heute anerkannt wird. Sie wird noch jetzt in unveränderter Form in der Göttinger Augenklinik angewandt und ist von zahlreichen Ärzten und Kliniken übernommen.

Wie Sie wissen, wurde das Alt-Tuberkulin im Jahre 1890 durch Koch bekannt gegeben. Es wird durch Eindampfen von Tuberkulosekulturen bei mäßiger Temperatur gewonnen.

Nachdem die Kulturflüssigkeiten auf $\frac{1}{10}$ ihres Volumens konzentriert sind, werden die Bazillen durch Filtration entfernt. Durch das Eindampfen der Kulturen wird nicht nur eine Konzentration der Flüssigkeit, sondern auch eine gewisse Extraktion der Bazillenleiber erreicht, wodurch der Gehalt des Tuberkulins an wirksamer Substanz nicht unwesentlich erhöht wird.

Dieses Alt-Tuberkulin verwandte von Hippel bei seinen ersten Versuchen, und er erreichte damit auch sehr bemerkenswerte Erfolge. Aber es traten heftige Reaktionen an der Einstichstelle auf und starke Temperatursteigerungen. Diese unangenehmen Erscheinungen gaben wiederholt Veranlassung, die Behandlung längere Zeit zu unterbrechen oder auch ganz auszusetzen, was in einigen Fällen Rezidive zur Folge hatte. Aus diesen Gründen wurde das Alt-Tuberkulin nach Bekanntgabe des T. R. nicht mehr zu therapeutischen Zwecken verwandt, sondern nur noch zu diagnostischen, und es bewährte sich, wie wir weiter unten sehen werden, in dieser Hinsicht vorzüglich.

Das zweite Präparat Kochs, das Neu-Tuberkulin (Tuberkulin T. R.), wurde im Jahre 1897 empfohlen. Dieses Präparat sollte die immunisierenden Eigenschaften des Tuberkulins besitzen, ohne aber heftige Allgemeinreaktionen hervorzurufen, wie sie beim Alt-Tuberkulin oft beobachtet wurden. Gewonnen wird das Tuberkulin T. R., indem zunächst den feinzerriebenen Tuberkelbazillen alle löslichen Stoffe mit destilliertem Wasser entzogen werden. Diese Lösung, von Koch das T. O. genannt, enthält die toxischen Bestandteile der Bazillen, während der unlösliche Tuberkelbazillennrückstand, der nur geringe toxische Wirkung auf tuberkulöse Individuen besitzt, die Gesamtmenge der in den Tuberkelbazillen vorhandenen, immunisierenden Substanzen umfaßt. Dieser Rückstand wird durch sukzessives, scharfes Trocknen, Zerreiben, Aufnehmen von Wasser und Zentrifugieren bei mehrmaliger Wiederholung dieser Operation in eine Reihe von Lösungen überführt, die vereinigt werden und für den Organismus gut resorbierbar sind.

Seit seiner Bekanntgabe wurde das T. R. in der Göttinger Augenklinik angewandt. Die schweren Reaktionen blieben bei richtiger Anwendung tatsächlich aus, und der therapeutische Wert des Mittels wurde bald erwiesen, so daß von Hippel im Jahre 1904 die vorzüglichen Resultate veröffentlichen konnte, die er selbst bei schwerster Tuberkulose der Augen mit dem T. R. erzielte. Gestatten Sie, daß ich auf diese wichtigen Resultate, die von großem Einfluß auf die Geschichte des Tuberkulins gewesen sind, etwas näher eingehe.

Innerhalb 10 Jahren wurden im ganzen 23 Fälle von Tuberkulose der Konjunktiva, der Kornea, der Sklera, der Iris und des Corpus cil., behandelt. von Hippel scheidet in seiner Arbeit von diesen 23 Fällen 13 aus, da sie nach seiner Ansicht für den Nutzen des Tuberkulins nicht absolut beweisend sind; es handelt sich hierbei um Erkrankungsformen, die sich erfahrungsgemäß auch wohl unter den alten therapeutischen Maßnahmen zurückbilden. 10 Fälle bleiben übrig, und diese sind für die Heilkraft des Tuberkulins unbedingt beweisend, denn es befinden sich unter ihnen ausnahmslos schwerste Formen von Tuberkulose, die jeder Behandlung Trotz boten. Diese 10 Krankengeschichten teilt von Hippel genau mit, um jedem ein eigenes Urteil über die Wirkung des Tuberkulins zu ermöglichen. Leider kann ich hier auf diese Fälle, die nicht nur geheilt wurden, sondern auch bis 9 $\frac{1}{2}$ Jahr geheilt blieben, nicht näher eingehen. Sie stellen ein außerordentlich interessantes und zugleich überzeugendes Material dar. Die Schlußworte dieser Arbeit will ich wegen der großen Bedeutung, die sie noch heute besitzen, hier wörtlich anführen: „Auf Grund der von mir mitgeteilten Tatsachen halte ich den Beweis für erbracht, daß wir in dem Tuberkulin T. R. ein Mittel besitzen, welches — richtig angewandt — selbst schwerste Tuberkulose des Auges mit Erhaltung von Sehvermögen dauernd zu heilen vermag. Hieraus erwächst uns meines Erachtens die Pflicht, nicht, wie es bisher vielfach geschah, derartige Augen ohne weiteres zu enukleieren, sondern zunächst die Bekämpfung des Leidens mit den Waffen zu versuchen, die wir R. Koch zu verdanken haben. Wir dürfen dies um so unbedenklicher tun, als die Erfahrung gelehrt hat, daß bei der Tuberkulose des Auges die Tuberkulininjektionen in den kleinen Dosen, wie wir sie nur gebrauchen, niemals nachteilige Folgen für das Allgemeinbefinden der Patienten haben, während in einer Anzahl von Fällen nach der E nukleation Tod durch Meningitis eintrat.“

Bemerkenswert sind diese Resultate vor allem, wenn man sie denen gegenüberstellt, die früher ohne Tuberkulin erreicht wurden. Schieck hat im Jahre 1900 eine Statistik veröffentlicht, aus der hervorgeht, daß unter 116 Fällen von Iristuberkulose, die aus der Literatur zusammengestellt waren, 64 Verluste zu verzeichnen waren; das sind über 50%.

Die hervorragenden Heilerfolge wurden denn auch entsprechend gewürdigt, und von vielen Seiten wurde die Hippel'sche Methode der Tuberkulintherapie angenommen. Stock schreibt hierzu, daß er mit von Hippel in dem T. R. — bei

richtiger Anwendung — ein Mittel empfehlen zu können glaube, das chronische Augenerkrankungen, die bis jetzt trotz Behandlung immer schlechter wurden, zur Heilung bringt. Nach seiner Ansicht ist das T. R. das sicherste und beste Mittel, das wir zur Behandlung der tuberkulösen Iridocyklitis besitzen. Auch Török wandte die Hippelsche Methode an und erreichte bei 21 Fällen von Tuberkulose der Konjunktiva, Kornea, Sklera, Iris und Chorioidea vorzügliche Resultate. Ähnliche günstige Erfahrungen wurden auch von anderen Augenärzten gesammelt, ein Beweis für die Richtigkeit und Wichtigkeit der Erfolge, die mit dem T. R. an der Göttinger Augenklinik erzielt wurden.

Aber auch dieses Präparat zeigte sich bei langer Beobachtung nicht als ganz ideal, es traten nämlich trotz anfänglich prompter Heilung in einigen Fällen Rezidive auf, die erneute Kuren notwendig machten. von Hippel wandte sich wegen Vermeidung dieser Rezidive an Koch, und im Februar 1906 schlug Koch brieflich sein neuestes Präparat, die Bazillenemulsion, vor. Dieses Präparat umfaßt nach Koch die gesamte Masse der Tuberkelbazillen, so daß bei ihm alles zur Geltung kommt, was imstande ist, Antikörper zu bilden. Nach Kochs Erfahrung erreicht man mit diesem Präparat dauerhaftere Erfolge als mit den älteren.

Die Bazillenemulsion, von uns kurz nur so genannt, um Verwechslungen mit dem Neu-Tuberkulin T. R. zu vermeiden, wurde von Koch im Jahre 1901 bekannt gegeben. Sie stellt eine Aufschwemmung pulverisierter Tuberkelbazillen in Wasser mit Zusatz gleicher Teile Glycerin dar. Die Bazillenemulsion entspricht somit einer Mischung von T. R. und T. O.

Dieses neueste Präparat Kochs wurde also seit Anfang 1906 in der Göttinger Augenklinik benutzt, und schon im vorigen Jahre konnte ich in einer in v. Graefes Archiv erschienenen Arbeit 10 Fälle ausführlich mitteilen, bei denen sich die Bazillenemulsion vorzüglich bewährt hatte. Da sie die ersten waren, die veröffentlicht wurden, will ich auch auf sie ganz kurz zurückkommen.

Es handelte sich im wesentlichen um 10 z. T. schwere Fälle von Tuberkulose der Bindehaut, Hornhaut, Lederhaut, Regenbogenhaut und des Corp. cil. Alle 10 Fälle heilten prompt auf Einspritzungen von Bazillenemulsion, nachdem bei mehreren vorher alle möglichen anderen Mittel vergeblich angewandt waren. Besonders bemerkenswert war bei diesen Fällen die starke Aufhellung der Medien, wodurch das Sehvermögen bei mehreren Patienten ganz auffallend gebessert wurde. Während

der Beobachtungszeit kamen Rückfälle bei den mit der Bazillenemulsion behandelten Kranken nicht vor.

Zusammenfassend konnte ich am Schluß meiner Arbeit folgendes Urteil über das neueste Präparat Kochs fällen: So hat sich denn bisher die Hoffnung erfüllt, die wir nach der Mitteilung Kochs auf die Bazillenemulsion setzen mussten, daß sie nämlich mehr als das T. R. vor Rezidiven schützt. Da sie auch sonst, wie wir gesehen haben, keinerlei Nachteile dem T. R. gegenüber besitzt, so glaube ich, bei der Behandlung der Tuberkulose des Auges der Bazillenemulsion vor dem T. R. den Vorzug geben zu müssen.

M. H. Im Vorhergehenden habe ich Ihnen kurz die Entwicklung geschildert, die die Tuberkulintherapie an der Göttinger Augenklinik durchgemacht hat. Sie werden zugeben, daß die angewandte Mühe nicht umsonst war. Die 3 Kochschen Präparate wurden gründlich erprobt, und sie erwiesen sich, was wichtiger ist, als zuverlässige Mittel gegen die tuberkulösen Erkrankungen der Augen. Der Umstand, daß sich die Erfahrungen über Jahre erstrecken, daß es sich um Augenranke handelt, die, wie ich anfangs erwähnte, ein vorzügliches Material zur Beobachtung darstellen, daß alle Fälle klinisch behandelt und auf das sorgfältigste unter Anwendung aller zur Verfügung stehenden Hilfsmittel beobachtet wurden, dieser Umstand gibt den Resultaten einen unzweifelhaften, hervorragenden Wert, mit dem jeder Arzt heute rechnen muß.

In Münster hatte ich bisher in 4 Fällen Gelegenheit, Kochsches Tuberkulin anzuwenden. Da sie schöne Beispiele darstellen für den Wert des Alt-Tuberkulins bei der Diagnose und der Bazillenemulsion bei der Therapie tuberkulöser Augenkrankungen, will ich sie hier kurz anfügen. In dem einen Fall handelte es sich um eine Dame von auswärts, die seit $1\frac{1}{2}$ Jahren an einer chronischen Iridozyklitis litt. Sie war während der ganzen Zeit ohne rechten Erfolg behandelt. Anamnese und Befund sprachen für Tuberkulose, doch stand diese Diagnose nicht fest, zumal nach diagnostischen Injektionen von Alt-Tuberkulin angeblich jede Reaktion ausblieb. Unter solchen Umständen war natürlich von einer Tuberkulinkur nichts zu erwarten. Als die Dame in meine Behandlung trat, begann ich sofort wieder mit Alt-Tuberkulin-Injektionen, um endlich die Diagnose, die auch ich auf Tuberkulose stellte, zu sichern. Nach 0,001 ccm und 0,002 ccm trat keine Reaktion auf, dagegen eine ziemlich heftige mit typischen Nebenerscheinungen nach 0,005 ccm Alt-Tuberkulin. Da an der Diagnose somit nicht mehr zu zweifeln war, leitete ich eine Tuberkulinkur ein, die

in der Heimat der Dame, wie ich in diesen Tagen erfuhr, mit Erfolg fortgesetzt wurde.

Im zweiten Fall handelte es sich um ein 30jähriges Fräulein, das seit ungefähr 18 Jahren augenleidend war. Trotz sorgfältigster Behandlung konnte eine dauernde Verschlimmerung nicht verhindert werden, so daß das linke Auge schon vor mehreren Jahren völlig erblindete. Als die Patientin in meine Behandlung kam, war die Erkrankung auch auf dem rechten Auge so weit vorgeschritten, daß auch auf diesem Auge Erblindung in kurzer Zeit befürchtet werden mußte. Das Sehvermögen betrug rechts nur noch Erkennen von Fingern in $2\frac{1}{2}$ Metern. Im wesentlichen handelte es sich um eine beiderseitige, schwere Tuberkulose der Iris. Schon nach wenig Spritzen Bazillenemulsion stand dieser schwere Prozeß still und heilte dann prompt ab, und zwar auch auf dem blinden Auge! Auf dem rechten stieg das Sehvermögen inzwischen so weit, daß Patientin wieder alle häuslichen Arbeiten verrichten kann, sie strickt und näht sogar wieder.

Der dritte Fall betraf eine junge Frau, die seit 1 Jahr an Tuberkulose der rechten Regenbogenhaut litt. Das Sehvermögen war auf $\frac{1}{10}$ gesunken. Da der Zustand bezüglich des Auges ein ernster war, leitete ich mit großer Vorsicht eine ambulante Tuberkulinkur ein, trotzdem die Frau ein 6 Monate altes Kind selbst nährte. Die Heilung ging auch in diesem Fall glatt vor sich. Das Sehvermögen wurde wieder annähernd normal. Mutter und Kind fühlten sich während der Kur bisher dauernd wohl.

Der vierte Patient war seit 4 Jahren augenleidend. Trotz Behandlung mit allen möglichen Mitteln verschlechterte sich der Zustand dauernd, so daß Patient nur mehr Finger in 3—4 Metern erkannte. Es handelte sich um eine Tuberkulose der Iris und Chorioidea beiderseits. Nach wenig Spritzen sofort Besserung, die noch stetig fortschreitet. Z. Z. beträgt das Sehvermögen $\frac{4}{10}$ bis $\frac{5}{10}$, so daß Patient seinem Beruf als Kaufmann wieder nachgehen kann.

M. H. Die Erfolge, die ich Ihnen mitteilte, und die vor allem der Hippelschen Methode zu verdanken sind, gehören zu den besten, die überhaupt mit Tuberkulin erzielt wurden. Fügen Sie diesen Resultaten diejenigen hinzu, die auf den verschiedensten anderen Gebieten mit den Kochschen Präparaten erreicht wurden, so können Sie sich dem Eindruck nicht verschließen, daß wir wirklich in dem Tuberkulin eine hervorragende Waffe gegen die Tuberkulose besitzen, vorausgesetzt, daß man richtig mit ihr umzugehen weiß. Da hierauf, auf die Art der

Anwendung des Tuberkulins, nun alles ankommt, will ich Ihnen kurz mitteilen, wie in der Göttinger Augenklinik bei jedem Fall von Tuberkulose verfahren wurde:

Zunächst unterschieden wir zwischen solchen Patienten, bei denen ganz zweifellos Tuberkulose vorlag, und solchen, bei denen trotz sorgfältiger Untersuchung die Diagnose nicht ganz sicher zu stellen war. Sie wissen ja, daß die Tuberkulose des Auges in mannigfacher Form auftreten kann, daß sie oft schwer von anderen Erkrankungen, z. B. von Lues, zu unterscheiden ist. In anderen Fällen jedoch ist die Tuberkulose fraglos; Sie haben die erbliche Belastung, tuberkulöse Erkrankung anderer Organe, typische Veränderungen an den Augen, wobei ich vor allem an die Knötchen der Iris im Kammerfalz denke. Bei solchen Patienten konnte kein Zweifel bestehen, die Diagnose stand fest, und es wurde sofort mit den therapeutischen Injektionen begonnen.

Bei den nicht ganz eindeutigen Fällen wurde zunächst die Diagnose sicherzustellen gesucht. Ich will hier nicht auf alle Hilfsmittel näher eingehen, die uns zur Sicherung der Diagnose zur Verfügung stehen. Beiläufig erwähnen will ich nur, daß uns in zweifelhaften Fällen die Zeißsche Lupe große Dienste leistete. Es ist dies eine binokulare Lupe, die ganz hervorragend schöne Bilder schafft. Sodann bot natürlich der innere Befund oft eine wesentliche Stütze. Waren Teilchen des erkrankten Gewebes (Konjunktiva, Iris) zu erhalten, so wurden sie zu mikroskopischen Untersuchungen oder auch zum Tierversuch verwandt, indem das Partikelchen in die eröffnete Vorderkammer eines Kaninchens gelegt wurde. Diese Hilfsmittel seien nebenbei erwähnt. Näher eingehen will ich jetzt auf das wichtigste und zuverlässigste Mittel, das uns zur Sicherung der Diagnose bei allen Erkrankungen tuberkulöser Art zu Gebote steht, auf das Alt-Tuberkulin in seiner subkutanen Anwendung.

Zunächst ist eine Fieberkurve anzulegen, und es sind in diese die Temperaturen, die dreistündlich gemessen werden müssen, sorgfältig einzutragen. Ist nun bei einem Patienten die Temperatur als normal befunden, so wird ihm gewöhnlich am zweiten Tag 0,001 ccm Alt-Tuberkulin injiziert. Tritt an den beiden folgenden Tagen eine Reaktion nicht auf, so gibt man bei der zweiten Injektion 0,002 oder 0,003 ccm. Erfolgt auch hierauf keine Reaktion, so wird nach Ablauf derselben Zeit auf 0,005 ccm gestiegen. Bei dieser Dosierung erreichten wir ganz sichere Resultate. Bei Kindern und schwächlichen Individuen sind die Dosen entsprechend niedriger zu bemessen.

Über 0,005 ccm brauchten wir in unseren Fällen nie zu gehen. Auch von anderen Augenärzten wurde diese Grenze als höchste angegeben, so neuerdings von Török. Ich hebe das besonders hervor, weil für die Sicherstellung der Diagnose bei Erkrankung anderer Organe, z. B. der Lunge, höhere Dosen vorgeschrieben werden. So empfehlen Bandelier und Roepke folgende Dosierung: zunächst $\frac{2}{10}$ mg (alte Berechnung nach Milligrammen) Alt-Tuberkulin, dann 1 mg, sodann 5 mg und zuletzt 10 mg (1 mal).

Tritt eine Reaktion nach einer solchen diagnostischen Injektion auf, so ist das das sicherste Zeichen für die tuberkulöse Art der Erkrankung. Die große Bedeutung dieser Tatsache wird einem so recht klar, wenn man daran denkt, daß bei der Tuberkulose der Lungen alles auf ein möglichst frühzeitiges Erkennen der Erkrankung ankommt. Aber auch in allen anderen zweifelhaften Fällen ist die Sicherstellung der Diagnose von größtem Wert, weil man einer tuberkulösen Erkrankung nie früh genug entgegentreten kann.

Die Reaktionen verlaufen sehr verschieden. Eine schwere Reaktion bietet ungefähr folgendes Bild: Temperatur über 39, Puls und Atmung stark beschleunigt, das Gesicht oft auffallend gedunsen; Patient fühlt sich schwer krank, es wird geklagt über Herzklopfen, heftige Kopf-, Rücken- und Gliederschmerzen und über Stiche in dem tuberkulös erkrankten Organ, z. B. in der Brust. Nicht jede Reaktion verläuft unter so heftigen Erscheinungen. Es kommen alle möglichen Abstufungen bis zu ganz geringen Beschwerden, die vielleicht als Mattigkeit oder Kopfschmerzen geschildert werden, vor. Man kann im allgemeinen eine Reaktion annehmen, wenn die Temperatur über 37,5 steigt. Bis zum Eintreten der Reaktionen konnten wir im allgemeinen auf zirka 12—15 Stunden rechnen, indessen kommen in dieser Hinsicht große Schwankungen vor. Diese Unregelmäßigkeit in dem Auftreten der Reaktion macht natürlich eine ganz genaue Beobachtung der Temperatur unerlässlich, damit eine schwache Reaktion nicht übersehen wird. Sollte dies geschehen und bei der nächstfolgenden Injektion zu einer höheren Dosis übergegangen werden, so würde eine sehr schwere Reaktion die Folge sein, was aber nach Möglichkeit vermieden werden muß. Bei einer ausgesprochenen Reaktion, die sich ungefähr über 24 Stunden erstreckt, steigt das Fieber rasch und fällt dann etwas langsamer wieder ab. Mit Rückkehr der normalen Temperatur schwinden alle erwähnten Beschwerden, zurück bleibt gewöhnlich nur eine geringe Mattigkeit, die jedoch rasch im Verlauf eines Tages überwunden

wird. Während der ganzen Reaktion müssen die Patienten natürlich das Bett hüten, weitere Maßnahmen sind nicht notwendig.

Dem großen Nutzen gegenüber, den die subkutane Anwendung des Alt-Tuberkulins bei der Diagnose gewährt, fallen die damit verbundenen Unannehmlichkeiten nicht ins Gewicht. Dabei ist die Methode durchaus ungefährlich, wenn man sie in vorsichtiger Weise auf beginnende und zweifelhafte Erkrankungen beschränkt.

Ich halte es für sehr wichtig, daß in jedem Fall, der mit Tuberkulin behandelt werden soll, die Diagnose nach Möglichkeit sichergestellt wird. Denn einmal handelt es sich um ein Mittel, das man ohne rechten Grund nicht anwenden sollte, und dann erfordert die Tuberkulinkur viel Geduld und Ausdauer, die auf beiden Seiten nur dadurch erlangt wird, daß unbedingtes Vertrauen zur Sicherheit der Diagnose geschaffen wird. Besteht dieses Vertrauen, dann wird der behandelnde Arzt nach den ersten, vielleicht vergeblichen Injektionen nicht entmutigt werden, sondern sich der Fälle erinnern, bei denen erst spät Besserung resp. Heilung eintrat.

Nach Ablauf der Reaktion nach einer diagnostischen Einspritzung wartet man ein paar Tage, um dann zu den therapeutischen Injektionen überzugehen. Wir wollen die Bazillenemulsion (mit dem T. R. verfahren wir in gleicher Weise) benutzen und injizieren zunächst, je nach dem Kräftezustand und Alter des Patienten, $\frac{1}{1000}$ resp. $\frac{1}{500}$ mg Trockensubstanz. Nachdrücklich ist davor zu warnen, die Therapie gleich mit größeren Dosen zu beginnen. v. Hippel sah bei seinen ersten Versuchen in einigen Fällen von Tuberkulose der Kornea infolge zu starker lokaler Reaktion einen Zerfall des über dem Knoten liegenden Hornhautgewebes. Zwar blieb keine dauernde Schädigung zurück, doch genügte diese Erfahrung, um für die Zukunft mit kleineren Dosen zu beginnen.

Anfangs macht es viel Schwierigkeiten, die Verdünnungen herzustellen, ich weiß das aus den verschiedensten Anfragen. Wir machen die Lösungen auf folgende Weise: In der Originalflasche befindet sich 1 ccm Bazillenemulsion und in diesem Kubikzentimeter 5 mg feste Substanz. Wenn wir von dieser Originalflüssigkeit 2 Teilstriche einer guten Pravazspritze aufziehen, nachdem das Präparat gut geschüttelt wurde, dann haben wir in diesen beiden Teilstrichen 1 mg feste Substanz. Ziehen wir diese Menge mit dem Verdünnungsmittel zu einer ganzen Spritze auf, so enthält jetzt diese ganze Spritze 1 mg feste Substanz, jeder Teilstrich $\frac{1}{10}$. Nehmen wir nun einen

solchen Teilstrich auf eine ganze Spritze der Verdünnungsflüssigkeit, so befindet sich jetzt in jedem Teilstrich $\frac{1}{100}$ mg feste Substanz. Setzen wir zu dieser ganzen Spritze 4 Spritzen der Verdünnungsflüssigkeit hinzu, so haben wir eine Lösung, die in jedem Teilstrich $\frac{1}{500}$ mg, also die Anfangsdosis, aufweist.

Die Anfertigung der Lösungen erscheint auf den ersten Blick kompliziert, hat man sie aber einige Male gemacht, so ist sie einfach und leicht. Wir bedienten uns dazu einer guten Pravazspritze mit feiner Kanüle. Dem Anfänger, dem Erfahrung und Übung fehlt, und für solche Fälle, bei denen auf genaueste Dosierung Wert gelegt wird, würde ich die vorgeschriebene Pipette empfehlen. Als Verdünnungsflüssigkeit dient für die Bazillenemulsion eine 0,8%ige NaCl-Lösung. Sollen die Verdünnungen mehrere Tage konserviert werden, so stellt man sie her mit 0,8%iger NaCl- und 0,5%iger Phenol-Lösung.

Die Injektionen werden von uns immer subkutan in den Oberarm oder in die Brust gemacht, nachdem die Stelle vorher mit Äther gereinigt ist. Ich hebe das besonders hervor, da einerseits verschiedene andere Methoden (stomachale, rektale, intrapulmonale, perkutane, intravenöse) vorgeschlagen wurden, andererseits noch immer viel Unklarheit in dieser Beziehung herrscht. So wurde noch in diesen Tagen von einer Klinik des Auslandes angefragt, in welchen Teil des Auges die Injektionen gemacht werden müßten. Ich brauche nicht darauf aufmerksam machen, wie gefährlich es wäre, wenn man direkt ins Auge injizieren würde. Ich erinnere mich, daß dies vor Jahren tatsächlich infolge eines Mißverständnisses passiert ist; heute sollte das doch eigentlich nicht mehr vorkommen. Bandelier und Roepke benutzen zur Injektion die Gegend des Rückens zwischen den Schulterblättern. Ich gebe zu, daß hier die Haut besser in Falten abhebbar ist, dennoch halte ich diese Körperstelle für nicht so geeignet wie die von uns gewählten, weil die Injektionsstellen oft sehr schmerzhaft werden und dem Druck mehr ausgesetzt sind, wenn sie auf dem Rücken liegen.

Als günstigste Zeit für die Injektion sind die Morgenstunden vorgeschlagen, weil zuweilen Reaktionen schon nach einigen Stunden auftreten können, die bei Tage sicherer erkannt werden. In Göttingen spritzten wir gewöhnlich nachmittags zwischen 5 und 6 Uhr, die meisten Reaktionen erfolgten dann im Laufe des nächsten Tages. Ich halte diese Zeit für sehr geeignet, weil die Patienten meist nach der Injektion zunächst noch eine ruhige Nacht haben, und weil die Reaktion dann gewöhnlich am Tage einsetzt, was für Arzt und Patienten gleichmäßig angenehm empfunden wird.

Während der ganzen Kur ist die Temperatur genau zu beobachten, damit Steigerungen nicht übersehen werden. Es genügen bei Tage ausgeführte, dreistündliche Messungen. Aber auch in der Zwischenzeit muß die Temperatur, wenn der Patient sich plötzlich nicht wohl fühlt, festgestellt werden, ev. auch in der Nacht.

Wir kehren zu der Anfangsdosis zurück. Tritt auf die erste Injektion von $\frac{1}{500}$ mg Trockensubstanz keine Reaktion auf, so steigt man bei der zweiten Spritze auf $\frac{2}{500}$, dann auf $\frac{3}{500}$ usw. bis $\frac{10}{500}$ mg. Die Injektionen werden jeden zweiten Tag vorgenommen. Von $\frac{10}{500} = \frac{1}{50}$ steigt man jedesmal um $\frac{1}{50}$ bis $\frac{10}{50} = \frac{1}{5}$ mg. Wird auch diese Dosis gut vertragen, so spritzt man um $\frac{1}{5}$ oder auch um $\frac{1}{10}$ weiter bis 1 mg. Nach unseren Erfahrungen braucht man im allgemeinen nicht höher zu steigen, wir gingen selten bis $1\frac{1}{2}$ mg, sahen davon aber keinen besonderen Nutzen.

Wie schon erwähnt, gaben wir bei ungestörtem Verlauf jeden zweiten Tag eine Spritze. Ich hebe das besonders hervor, da von anderen Seiten z. B. bei der Behandlung der Lungentuberkulose empfohlen wird, bei höheren Dosen in größeren Zwischenräumen zu spritzen. Wir hatten niemals Veranlassung, von unserer alten Methode abzugehen, wandten allerdings auch nie so hohe Dosen an, wie sie sonst wohl empfohlen werden; jedoch mag es in einigen Fällen auch wohl bei Augenkranken notwendig sein, bei hohen Dosen in größeren Abständen zu spritzen. Schematisch vorgehen darf man bei der Tuberkulinkur überhaupt nie, immer wird man streng individualisieren müssen.

Was die Dauer der Kur anbelangt, so kann ein bestimmter Termin natürlich dafür nicht angegeben werden. Zu warnen ist vor allem vor einer zu kurzen Behandlung. Wiederholt machten wir die Erfahrung, daß Rezidive am häufigsten bei den Patienten auftraten, die aus irgendeinem Grunde nur kurze Zeit behandelt werden konnten. Nach v. Hippel müssen die Injektionen bei Augenkranken so lange fortgesetzt werden, bis alle Tuberkelknoten durch Narbengewebe ersetzt sind, die Schwellung und Vaskularisation der Iris sich zurückgebildet hat, Präzipitate an der Hinterfläche der Hornhaut und Glaskörpertrübung verschwunden sind. In unseren Fällen waren bis zur Heilung durchschnittlich zirka 40—50 Spritzen notwendig, was einer Behandlungsdauer von 3 bis 4 Monaten entspricht.

So glatt, wie ich den Verlauf der therapeutischen Injektionen oben schilderte, gehen sie nun gewöhnlich nicht vor sich, vielmehr treten zuweilen Umstände ein, die ein Steigen unmöglich machen; es treten Reaktionen auf. Wie eine schwere

Reaktion verläuft, schilderte ich oben bei den diagnostischen Injektionen. Ich erwähnte auch, daß Abstufungen aller Art vorkommen. Bei dem langsamen Steigen in der Therapie kommen so schwere Reaktionen nicht vor. Während Reaktionen bei den diagnostischen Injektionen durch plötzliches Steigen bei der Dosierung absichtlich hervorgerufen werden, sollen sie bei der Therapie überhaupt nach Möglichkeit vermieden werden. Dies erreicht man dadurch, daß man streng individualisiert und jedem Patienten nur so viel injiziert, als er eben noch verträgt. Man kann das ja nicht genau vorher abschätzen, aber im Laufe der Behandlung lernt man schon, ob der Patient sehr empfindlich gegen Tuberkulin ist oder nicht, und indem man sich den Verhältnissen anpaßt und gleichsam vorsichtig tastend weitersteigt, wird man die Reaktionen, wenn nicht ganz verhindern, so doch erheblich vermindern und abschwächen können.

Tritt trotz aller Vorsicht eine Reaktion auf, so wartet man ruhig ab. Die Patienten bleiben während der Reaktion zu Bett, andere Maßnahmen sind im allgemeinen nicht notwendig. Zu warnen ist davor, entfiebernde Mittel zu geben, da dadurch die Kurve entstellt wird, die für die weiteren Injektionen von größter Bedeutung ist. Dazu fällt die Temperatur ja auch bald wieder ab.

Ist eine Reaktion nach einer therapeutischen Einspritzung abgelaufen, so spritzt man nicht gleich weiter, sondern wartet je nach der Schwere der Erscheinungen 1—2 Tage. Nun spritzt man aber nicht die nächst höhere Dosis ein, sondern noch einmal dieselbe, die die Reaktion hervorrief. Diese wird beim zweiten Mal fast immer reaktionslos vertragen. Tritt jedoch nach dieser Injektion wieder eine Reaktion auf, oder war die erste Reaktion besonders schwer, dann geht man auf eine niedrigere Dosis, die vorher gut vertragen wurde, zurück und steigt dann noch vorsichtiger als zuvor. Am häufigsten werden die Reaktionen dann auftreten, wenn man in der Dosierung einen grösseren Sprung macht. Hat man z. B. $\frac{10}{500} = \frac{1}{50}$ injiziert, nachdem man immer um $\frac{1}{500}$ gestiegen war, so ist es ein ziemlich großer Sprung, wenn man nun um $\frac{1}{50}$ weiter steigt, nach $\frac{10}{500} = \frac{1}{50}$ also $\frac{2}{50}$ injiziert. Tritt an diesen Stellen eine Reaktion auf, dann muß man allmählichere Übergänge schaffen, was man ja in der Hand hat. Einige Patienten können das Steigen über eine gewisse Dosis überhaupt nicht vertragen, man bleibt dann ruhig auf dieser Dosis stehen. Unsere Patienten vertrugen im allgemeinen schließlich 1 mg gut, auch für längere Zeit jeden zweiten Tag. Ich erinnere mich jedoch einer Patientin, bei der man über ein $\frac{4}{10}$ mg nicht

gehen durfte. Trotzdem verlief die Heilung auch in diesem Falle gut.

Nicht nur auf die ausgesprochenen Reaktionen ist zu achten, auch Beschwerden, die ohne Fieber nach den Injektionen auftreten, sind zu berücksichtigen und für die Bemessung der Dosen zu verwerten. Hierzu gehören Klagen über große Mattigkeit, über Appetitlosigkeit, über Kopfschmerzen. Auch auf diese Symptome muß man während der Kur achten, ebenso darauf, ob das Körpergewicht unter den Injektionen etwa abnimmt.

Von der allgemeinen Reaktion zu trennen ist die lokale. Schon bei der Schilderung einer schweren Reaktion nach Alt-tuberkulin erwähnte ich, daß über Stiche in dem tuberkulös erkrankten Organ z. B. in der Lunge geklagt wird. An den Augen offenbart sich diese lokale Reaktion gewöhnlich, indem heftigere Rötung des Augapfels eintritt, und indem sich zuweilen Schmerzen einstellen. Diese Erscheinungen beobachtet man meist neben den allgemeinen Reaktionen, seltener in abgeschwächter Form allein für sich. Eine besondere Behandlung ist im allgemeinen nicht notwendig, sie gehen schnell zurück, event. mit Aufhören der Reaktion. Tritt eine lokale Reaktion allein für sich auf, so muß sie auch zur Vorsicht mahnen; man wird auch aus diesem Anlaß lieber nochmal dieselbe Dosis geben als weiter steigen.

Neben dieser allgemeinen und lokalen Reaktion treten nun noch Erscheinungen an den Injektionsstellen auf, die deshalb unangenehm sind, weil sie außerordentlich schmerzhaft sein können. Bei vielen Patienten zeigt die Einstichstelle nichts Besonderes, bei anderen aber rötet sich ihre Umgebung unter gleichzeitiger Schwellung in verschieden großem Bezirk. Zuweilen wird die Mitte dieser Infiltration grüngelb durchscheinend. Diese Erscheinungen gehen meist rasch auf einen feuchten Verband (essigsäure Tonerde) zurück, selten entwickeln sich aus ihnen Abszesse, die sehr schmerzhaft sind und nach chirurgischen Prinzipien behandelt werden müssen. Zu vermeiden sind diese Reaktionen an der Einstichstelle nach unserer Erfahrung am ehesten, wenn man — strengste Asepsis vorausgesetzt — möglichst wenig Flüssigkeit, also möglichst konzentrierte Lösungen injiziert. Diese Infiltrationen beeinflussen übrigens den Verlauf der Kur meist nicht. —

M. H.! Sie haben gesehen, daß das Kochsche Tuberkulin gründlich erprobt ist, und daß es bei richtiger Anwendung als vollkommen unschädlich gelten muß. Weiter sahen Sie, daß der Heilwert des Mittels zweifellos ein großer ist. Diese notwendigen Bedingungen für eine ausgedehntere Anwendung eines Mittels in der Praxis sind also vorhanden. Zu überlegen

ist nun noch, wie es mit der ambulanten Anwendung des Tuberkulins steht, denn davon wird doch der praktische Arzt seine Entschließung vor allem abhängig machen müssen. In der Göttinger Augenklinik wurden aus naheliegenden Gründen alle Tuberkulin-Patienten klinisch behandelt. Ich selbst mußte bei drei meiner Patienten ambulante Behandlung anwenden und machte dabei so gute Erfahrungen, daß ich in Zukunft auf Krankenhausbehandlung nicht mehr so sehr dringen werde wie früher. Auch von anderen Augenärzten sind gute Erfolge bei ambulanter Behandlung erzielt. In bezug auf die Tuberkulose der Lungen, deren Behandlung für den praktischen Arzt ja am häufigsten in Frage kommt, stehen Bandelier und Roepke auf folgendem Standpunkt: Der Heilstätte oder dem Privatsanatorium wird die Bestimmung zufallen, die spezifische Behandlung einzuleiten und über die ersten größten Schwierigkeiten hinauszubringen. Die praktizierenden Ärzte aber sollen dahin kommen, das in der Anstalt begonnene spezifische Heilverfahren nach der Entlassung ambulant zu Ende zu führen.

M. H. Ich habe Ihnen das Wichtigste aus dem Gebiete der Tuberkulintherapie mitgeteilt. Wenn ich auf einige Punkte ausführlich eingegangen bin, so tat ich das in der Absicht, Unklarheiten nach Möglichkeit zu vermeiden. Nach Erscheinen meiner Arbeit über die Bazillenemulsion, in der der Text zugunsten der Fälle sehr gekürzt wurde, sind eine Reihe von Anfragen an mich ergangen, die einmal zeigten, wie groß das Interesse für die Tuberkulintherapie ist, dann aber auch — und das ist sehr wichtig —, welche Schwierigkeiten sie dem Anfänger noch immer bietet. M. H. Bei aller Begeisterung für das Tuberkulin muß leider zugegeben werden, daß die Tuberkulintherapie trotz aller Fortschritte auch heute noch schwierig und umständlich ist. Auch sie werden diesen Eindruck gewiß gewonnen haben. Die Schwierigkeiten liegen begründet einmal in der Kompliziertheit der Methode, dann aber vor allem in dem Umstande, daß das Tuberkulin ein außerordentlich differentes Mittel darstellt, mit dem man den Kranken unter Umständen schwer schädigen kann. Diese Tatsachen darf man nie vergessen, wenn man ein richtiges Urteil über die Bewegung zur Verbreitung der Tuberkulintherapie gewinnen will. Die Zeit muß lehren, ob sich die Schwierigkeiten, die die Tuberkulintherapie heute fraglos noch bietet, in der Praxis immer werden überbrücken lassen. Im Interesse unserer armen Kranken wäre das ja sicherlich sehr zu wünschen.

M. H. Welche Bedeutung von anderer Seite der Ausbreitung der Tuberkulintherapie beigemessen wird, erkennen

Sie so recht aus den Worten des Berner Klinikers Sahli, der in seiner Arbeit über die Tuberkulinbehandlung die Ansicht vertritt, daß die Tuberkulintherapie recht eigentlich Sache des Hausarztes werden müsse, und der weiter davon überzeugt ist, daß die Tuberkulinbehandlung in ihrer jetzt geübten, milden Form eine sehr große Zukunft hat und eine ähnliche segensreiche Rolle zu spielen berufen ist, wie die Kuhpockenimpfung in der Bekämpfung der Blattern.

Sitzung vom 15. Juli 1909.

Vorsitzender: Prof. Dr. Busz.

Anwesend 70 Mitglieder.

1. Herr J. König:

Über die Bestimmung des osmotischen Druckes.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Agrikulturchemie ist es, die für die Pflanzen aufnehmbaren Nährstoffe des Bodens bestimmen zu können. Denn nicht der absolute Gehalt eines Bodens an Pflanzennährstoffen bedingt seine Fruchtbarkeit bzw. seine Düngungsbedürftigkeit, sondern der Grad der Löslichkeit seiner Nährstoffe. Denn je nach der Bodenart befindet sich von dem Gesamtvorrat an Pflanzennährstoffen ein verschiedener Anteil in einer leicht löslichen und für die Pflanze aufnehmbaren Form, während der andere in Form von Silikaten und mineralischer Bindung vorhandene Teil der Aufschließung und Zersetzung harrt. So kann es vorkommen, daß ein Boden mit 2% Kali für eine Kalizufuhr (Düngung mit löslichen Kalisalzen) sehr dankbar ist, ein anderer Boden mit nur 1% Kali sich dagegen völlig unempfindlich verhält. In ähnlicher Weise kann das auch für Phosphorsäure, Stickstoff und Kalk zutreffen.

Man ist daher auch schon lange bemüht, Verfahren zur Ermittlung der Menge der aufnehmbaren Nährstoffe im Boden ausfindig zu machen. Es lag nahe, für den Zweck schwache Säuren anzuwenden, die in der Art wie im Gehalt den von den Wurzeln ausgeschiedenen Säuren gleichkommen oder ähnlich wirken. Aber alle diese Säuren z. B. sehr verdünnte (0.5—2.0%ige) Lösungen von organischen Säuren [Zitronensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Ameisensäure), ebenso verdünntere Lösungen von Mineralsäuren haben sich bis jetzt als unbrauchbar erwiesen; sie wirken entweder zu stark oder

zu schwach. Dann hat man vorgeschlagen, die auf einem Boden gewachsenen Pflanzen zu untersuchen und durch Vergleich der in ihnen gefundenen Menge Nährstoffe und ihres Verhältnisses zueinander mit den bei normalen Pflanzen gefundenen Größen festzustellen, ob und welcher Nährstoff im Boden fehlt. Dadurch erfahren wir aber nur den Fehlbetrag nach der Ernte, und kann das Ergebnis, da die Kulturpflanzen ein verschiedenes Nährstoffbedürfnis besitzen, auch ein verschiedener Teil der Bodennährstoffe durch Verwitterung löslich wird, für eine nachfolgende Ernte nicht maßgebend sein. Der jetzt allgemein übliche Düngungsversuch gibt uns nur rein empirisch an, ob dem Boden lösliche Pflanzennährstoffe fehlen, er läßt aber unentschieden, wie viel dem Boden fehlt und ob die Wirkung der für eine Kulturpflanze gegebenen Düngermenge auch für die nachfolgende Düngung sich geltend macht.

Die sämtlichen für die Düngungsbedürftigkeit eines Bodens bis jetzt üblichen Verfahren sind daher mangelhaft und können eine genaue Antwort auf die Düngungsbedürftigkeit eines Bodens nicht geben.

Aus diesen Gründen versuchten wir, ob etwa der osmotische Druck und die elektrolytische Leitfähigkeit des Bodens einen Aufschluß über den Löslichkeitsgrad seiner Bestandteile geben könnten. Wir wendeten erst die Bestimmung des osmotischen Druckes an, weil die Aufnahme der Bodennährstoffe durch die Pflanzen zweifellos auf osmotischen Vorgängen beruht. Die Ausführung dieses Verfahrens bot aber viele Schwierigkeiten; denn weil der osmotische Druck des Bodens nur gering ist und nur langsam in die Erscheinung tritt, so mußte die hemipermeable Membran nicht nur genügend wirksam, sondern dazu noch hinreichend haltbar sein. Die bisher vorgeschlagenen Osmometer erwiesen sich bei Boden nicht als geeignet. Ohne auf die vielen Vorschläge zur Herstellung gut wirkender Osmometer hier näher einzugehen, will ich nur kurz erwähnen, welches Verfahren uns zuletzt gute Dienste geleistet hat.

Wir haben gefunden, daß sich bei Böden zu den Versuchen die sog. Pasteur-Chamberlandschen Filterkerzen am besten eignen. Es eignen sich aber nur solche Filterkerzen, die eine hinlängliche und unter sich gleiche Durchlässigkeit besitzen. Man prüft die Zylinder hierauf in der Weise, daß man mit der Saugpumpe Wasser durchsaugt. Am besten eignen sich solche Zylinder, welche bei 1,5 Atmosphärendruck in 10 Minuten etwa 900 ccm Wasser durchtreten lassen. Die

Filterkerzen werden zunächst mit einer heißen 6⁰/₀igen Gelatine-lösung getränkt und darauf in eine 4⁰/₀ige Lösung von Formaldehyd gebracht. Die Gelatine geht hierdurch in eine in Wasser unlösliche Verbindung über. Nach mehrtägiger Einwirkung wird die Luft aus den Tonzylindern entfernt und alsdann in die Zylinder eine 4.2⁰/₀ige Ferrocyankaliumlösung gegeben, während sich außen 5⁰/₀ige Kupfersulfatlösung befindet. Nach zwei Tagen ersetzt man die 4.2⁰/₀ige Ferrocyankaliumlösung durch eine 6⁰/₀ige und verschließt gleichzeitig den Zylinder mit einem Stopfen, der ein längeres Glasrohr trägt. Infolge der höheren Konzentration der Innenlösung findet eine Wasserbewegung nach innen statt, und die Flüssigkeit beginnt in dem Glasrohr zu steigen. Man erreicht hierdurch eine allmähliche Verstärkung der Membran, ohne ein Zerreißen befürchten zu müssen. Nach zwei Tagen nimmt man die Steigrohre ab, füllt die Lösung aus und hängt die Tonzylinder in Glaszylinder, die mit destilliertem Wasser gefüllt sind, ebenso füllt man die Tonzylinder mit destilliertem Wasser. Das Wasser wird innen und außen so oft erneuert, bis die Membranbildner entfernt sind. Ist dieses der Fall, so bewahrt man die Zylinder in Wasser auf, dem man etwas Formaldehyd zugesetzt hat.

Mit den auf diese Weise angefertigten Zylindern haben wir zunächst den osmotischen Druck des Bodens durch Bestimmung der Druckhöhe zu ermitteln gesucht. Auf diese Weise konnten aber keine übereinstimmenden Ergebnisse erlangt werden. Zum Teil mag das daran liegen, daß durch Wasser zuerst nur wenig gelöst wird — erst allmählich werden schwer lösliche Verbindungen gelöst —, daß aber gleichzeitig der Druck des Quecksilbers im Manometer der Wasseraufnahme durch den Boden zu stark entgegenwirkt.

Es wurde daher dieser Weg verlassen und der osmotische Druck des Bodens in der Weise festzustellen versucht, daß bei gleichem, aber sehr geringem Überdruck die von verschiedenen Böden in gleicher Zeit aufgenommenen Wassermengen bestimmt wurden. Die Ausführung des Verfahrens geschieht in folgender Weise (vgl. Fig. 1 S. 48):

15 g Boden werden mit etwas Asbest vermischt, mit Wasser durchfeuchtet und in die Tonzylinder eingefüllt. Diese werden mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen, dessen eine Öffnung ein heberartig gebogenes Kappillarrohr trägt, das mit Spindelöl vom spez. Gewicht 0.9091 gefüllt ist. Die andere Öffnung wird durch ein zugeschmolzenes Kapillarrohr geschlossen. Der ganze Apparat wird alsdann in

ein großes Gefäß mit destilliertem Wasser gebracht, welches durch elektrische oder sonstige Heizung bzw. durch Kühlung mittels eines Thermoregulators auf eine bestimmte Temperatur eingestellt werden kann. Nach kurzer Zeit dringt Wasser durch die hemipermeable Membran zu der Bodenlösung, gleichzeitig tropft eine der eingetretenen Wassermenge gleiche Menge Öl aus dem Heberrohr aus. Das austropfende Öl wird in graduierten Zylindern aufgefangen und täglich zur selben

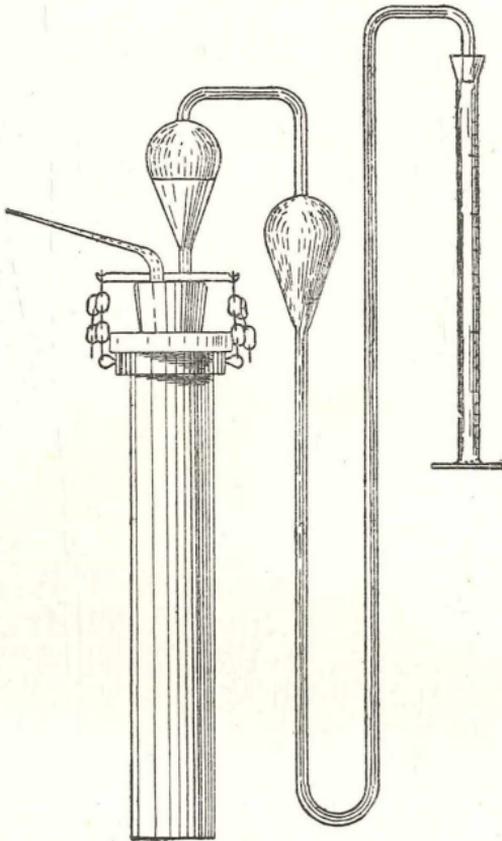


Fig. 1.

Stunde gewogen. Die gewogene Menge Öl wird auf Wasser umgerechnet, und die Ergebnisse werden für 100 g Boden und einen Tag berechnet.

Es wurden so für sechs Bodenarten, die zwei Jahre, ohne gedüngt zu sein, Hafer und Erbsen getragen hatten, im dritten Jahre in einer ersten Reihe wieder ohne Düngung blieben, in einer zweiten Reihe aber eine Düngung von 74 mg Kaliumsulfat, 139 mg 18⁰/₁₀igem Superphosphat und 120 mg Salpeter für 1 kg Boden erhielten, folgende Zahlen gefunden:

B o d e n		Sand- boden g	Lehm- Sand- boden g	Lehm- boden g	Kalk- boden g	Ton- boden g	Schie- fer- boden g
Osmotische Wasseraufnahme für Boden	unge- dünkt	0.836	0.690	1.240	2.259	2.864	1.468
	ge- dünkt	1.706	2.088	2.345	2.598	3.906	3.220
Ernte an Pflanzen- trockensubstanz	unge- dünkt	29.40	11.47	24.68	32.79	57.09	42.54
	ge- dünkt	51.42	36.49	46.49	55.04	49.40	52.46

Wie man sieht, ist die osmotische Wasseraufnahme trotz der geringen Zufuhr von löslichen Salzen erheblich gestiegen. Im Einklang damit sind auch die geernteten Mengen an Pflanzen-Trockensubstanz bei allen Böden — nur der an sich nährstoffreiche Tonboden macht eine Ausnahme — gestiegen. Das osmotische Verfahren ist daher imstande, sogar die geringen Mengen von Nährsalzen, die durch eine Düngung in den Boden gebracht werden, anzuzeigen.

Indes müssen diese relativen Werte, um sie praktisch anwenden zu können, auf einen bestimmten absoluten Wert zurückgeführt werden, und da haben wir z. B. in einer Versuchreihe gefunden, daß ein Boden, wenn seine osmotische Wasseraufnahme 1.5—1.7 mal höher ist als die eine $\frac{N}{100}$ Lösung von Ammoniumsulfat $[(NH_4)_2SO_4]$, eine genügende Menge löslicher Pflanzennährstoffe für eine normale Ernte enthält. Indes muß diese Frage noch weiter geprüft werden.

Wir haben das Verfahren auch zu Bestimmungen des Molekulargewichtes angewendet. Hierbei ist aber störend, daß die meisten Salze mehr oder weniger stark diosmieren, wodurch die Ergebnisse verschieden fehlerhaft beeinflusst werden. Nur die Zucker- und Dextrinarten diosmieren unter den bis jetzt untersuchten Stoffen nicht; Ammonium-, Magnesiumsulfat und Chlorbarium zeigen eine geringere Diosmose als die entsprechenden Salze der fixen Alkalien. Die Diosmose nimmt ständig zu, so daß man bei Salzen nur die ersten drei Beobachtungstage zu Mittelwertberechnungen verwenden kann, während wir bei Boden und nicht diosmierenden Stoffen meistens sieben Tage lang die osmotische Wasseraufnahme verfolgt haben. Durch zahlreiche Versuche konnten wir aber feststellen, daß die osmotische Wasseraufnahme:

1. im umgekehrten Verhältnis zum Molekulargewicht,

2. im geraden Verhältnis zur Ionenzahl steht.

Hierfür können u. a. folgende Belege dienen:

a) Von den drei Zuckerarten Glukose, Saccharose und Raffinose wurden gleiche Gewichtsmengen, nämlich 6.0 g für 1 l, abgewogen und in sehr gut durchlässigen Tonrohren folgende osmotische Wasseraufnahme in 24 Stunden gefunden:

	Glukose $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$	Saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$	Raffinose $C_{18}H_{32}O_{16} \cdot 5H_2O$
Molekulargewicht	180 + 18	342,22	504,3 + 90,05
In l gelöst	6,0 g	6,0 g	6,0 g
Osmotische Wasser- aufnahme	1,817 g	1,170 g	0,566 g

Im umgekehrten Verhältnis der Molekulargewichte hätte das Verhältnis in den osmotisch aufgenommenen Wassermengen sein müssen:

Theoretisch	100	:	53	:	35
Gefunden	100	:	(64)	:	31

b) Von Saccharose und den Salzen Ammonium-, Kaliumsulfat und Natriumnitrat müssen nach der Ionen-
zahl nämlich:

	Saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$	Ammonium- sulfat $(NH_4)_2SO_4$	Kalium- sulfat K_2SO_4	Natrium- nitrat $NaNO_3$
Ionen- zahl	1	3	3	2
gleichwertig sein:				
Gew.-Tle. d. Molekular- gewichtes	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
Oder für Molekular- gewicht in 1 l	6,844	0,883	1,163	0,850

Diese Gewichtsmengen Salze in 1 l hätten eine mit der Menge Saccharose gleiche osmotische Wasseraufnahme zeigen müssen; in Wirklichkeit ist dieselbe unter sonst gleichen Verhältnissen im Mittel mehrerer Versuche gefunden worden:

In durchlässigen				
Tonzellen	7,732 g	0,742 g	0,714 g	0,528 g
In dichten Tonzellen				
	0,224 „	0,211 „	0,219 „	0,201 „

Die größere Abweichung von der Regel bei Natriumnitrat hängt mit seiner stärkeren Diosmose gegenüber dem Ammonium- und Kaliumsulfat zusammen. Bei Anwendung von dichten Tonzellen ist, wie ersichtlich, die osmotische Wasseraufnahme viel geringer als bei porösen und gut durchlässigen Tonzellen. Aber die Beziehungen bleiben.

dieselben, nur ist bei den dichten Tonzellen die Diosmose der Salze geringer als bei den durchlässigeren Tonzellen.

c) Wir haben dann auch bei organischen Salzen der Fettsäuren und Oxalsäure aequimolekulare Mengen nach ihrer Ionenzahl für 1 l auf ihre osmotische Wasseraufnahme geprüft und u. a. z. B. bei den Natriumsalzen gefunden:

	Propionsaures Natrium $\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COONa}$ $+\text{H}_2\text{O}$	Buttersaures Natrium $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2 \cdot \text{COONa}$ $+\text{H}_2\text{O}$	Oxalsaures Natrium COONa COONa
Molekulargewicht	96,20+18,02	110,12+18,02	134,10
Davon	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{75}$
Oder g in 1 l	2,2824 g	2,5628 g	1,7880 g

Osmotische Wasseraufnahme im Mittel der drei ersten Tage bei 18° in 24 Stunden:

1,0755 g	1,0420 g	1,0678 g
----------	----------	----------

Die an sich nicht großen Abweichungen sind zweifellos z. B. auf die verschiedene Diosmose der Salze und die fast nie ganz gleiche Beschaffenheit der Wandungen der Tonzellen zurückzuführen. Einen wesentlichen Einfluß auf die osmotische Wasseraufnahme hat auch naturgemäß die Temperatur der Innen- und Außenflüssigkeit. Um die Temperatur stets konstant zu halten, wenden wir jetzt ein größeres Wasserbad an, das wir durch eine elektrische Wärmequelle bzw. Kühlung durch einen elektrischen Thermoregulator auf stets gleicher Temperatur halten.

Das Verfahren hat nur, wie gesagt, zwei Übelstände, nämlich einerseits die Beschaffung geeigneter Tonzellen (Filterkerzen), andererseits die Diosmose der Salze. Hat man aber einmal geeignete Tonzellen beschafft und die hemipermeable Membran in der angegebenen Weise richtig hergestellt, so lassen sich die hergestellten Tonzellen nicht nur nacheinander zu mehreren Versuchen (bis zu sechsmal), sondern auch, wenn sie dann unbrauchbar geworden sind, nach dem Reinigen und Wiedererneuern der Membran fast unbegrenzt weiter benutzen.

Die Diosmose der Salze läßt sich ferner dadurch ausschalten, daß man, nachdem das Molekulargewicht im Vergleich zu einer nicht diosmierenden Substanz festgestellt ist, ihren isotonischen Wert zu dieser Substanz ermittelt, indem man z. B. in die Tonzelle eine Saccharoselösung von einem bekannten Anteil des Molekulargewichtes z. B. $\frac{N}{50}$ gibt und die Osmometer dann in die Salzlösungen von verschiedenem Gehalt stellt und

ermittelt, welche der letzten Lösungen der der Saccharose das Gleichgewicht hält.

Anschließend hieran mag noch erwähnt sein, daß wir auch die elektrolytische Leitfähigkeit im Vergleich zum osmotischen Drucke des Bodens bestimmt haben. Wir verwenden hierzu ein rechteckiges Kästchen aus Hartgummi, welches eine innere Länge von 10 cm, eine Breite von 1 cm und eine Höhe von 5 cm hat; der Boden des Kästchens ist unten durchlöchert. In dasselbe werden zwei Platinelektroden geschoben, dann der lufttrockene eingefüllt und das ganze mit Boden gefüllte Gefäß in Leitfähigkeitswasser gestellt, bis sich der Boden vollständig mit Wasser gesättigt hat. In diesem Zustande wird das Gefäß in die bekannte Vorrichtung zur Leitfähigkeitsmessung eingeschaltet und die letztere vorgenommen. Im allgemeinen hat der wassergesättigte Boden nach 8 Stunden, spätestens nach 24 Stunden bei 18° die höchste Leitfähigkeit erreicht. Eine Reihe von Messungen bei den verschiedensten Böden hat ergeben, daß die elektrolytische Leitfähigkeit eines Bodens vollständig dem osmotischen Drucke parallel läuft — einige bis jetzt beobachtete Ausnahmen dürften noch wohl eine natürliche Erklärung finden — und wie dieselbe zu den Ernteerträgen eines Bodens steht, möge aus folgenden Zahlen erhellen:

	Sand- boden	Lehm- boden	Kalk- boden	Ton- boden	Schie- fer- boden
a) vor der Ernte entnommen					
Spezifische Leitfähigkeit nach 24 Stunden	27,3.10 ⁻⁵	49,9.10 ⁻⁵	53,6.10 ⁻⁵	75,4.10 ⁻⁵	41,8.10 ⁻⁵
Ernte an Pflanzentrockensubstanz .	28.9 g	30.19 g	32.96 g	34.57 g	34.15 g
b) nach der Ernte entnommen					
Spezifische Leitfähigkeit nach 24 Stunden	12,5.10 ⁻⁵	46,3.10 ⁻⁵	45,6.10 ⁻⁵	59,8.10 ⁻⁵	31,5.10 ⁻⁵

Auch hier stellen sich bis auf den Schieferboden zwischen der elektrolytischen Leitfähigkeit des Bodens und den Ernteerträgen Beziehungen heraus, und ist es beachtenswert, daß die elektrolytische Leitfähigkeit des Bodens nach der Ernte geringer ist, als vor der Ernte. Weil beim osmotischen Druck das gleiche der Fall ist, so kann man hieraus schließen, daß durch das Wachstum der Pflanzen, wie nicht anders, als erwartet werden kann, in erster Linie die leicht löslichen Nährstoffe des Bodens ausgenutzt werden und diese, sei es durch Düngung oder durch Verwitterung ergänzt werden müssen.

Wie wichtig letztere für die Fruchtbarkeit des Bodens ist, zeigte der Vortragende durch das Verhalten gegen reines Wasserstoffsperoxyd, woraus der Boden ähnlich den Enzymen Sauerstoff entbindet, der gleichzeitig zum Teil zur Oxydation der organischen Substanz (des Humus) verwendet wird.

Hierdurch werden dann Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia löslich gemacht, die, ohne vorherige Oxydation, durch reines Wasser allein nicht gelöst werden. Es spricht diese Erscheinung dafür, daß ein Teil der Mineralstoffe des Bodens in Form von komplexen Salzen, verbunden mit Humaten, vorhanden sein muß, und dieser Teil kann durch Oxydation des Humus in eine für die Pflanzen aufnehmbare Form übergeführt werden.

Ein anderer Teil der neben den Silikaten bzw. in unlöslicher mineralischer Form vorhandenen Nährstoffe des Bodens ist zweifellos adsorptiv an die Kolloide des Bodens gebunden, der sich nach einigen Vorversuchen durch einen starken elektrischen Strom von den Kolloiden trennen läßt, indem sich die negativen Kolloidionen an der Anode, die positiven Basenionen an der Kathode abscheiden. Jedoch sollen hierüber noch weitere Versuche angestellt werden.

2. Herr Privatdozent Dr. Tobler:

Das physiologische Gleichgewicht von Pilz und Alge in den Flechten.

Unter Vorführung von Kulturen berichtete Herr Dr. Tobler über seine in mehr als drei Jahren ausgeführten Untersuchungen, über die er gleichzeitig in dem Juliheft der „Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft“ eine Mitteilung veröffentlicht.

Sitzung vom 12. November 1909.

Vorsitzender: Prof. Busz.

Anwesend: 70 Mitglieder.

1. Herr Rammstedt:

Über Blinddarmentzündung und ihre Behandlung.

Es besteht zweifellos eine Zunahme der Blinddarmentzündungen, die sich nicht nur durch bessere Diagnosenstellung (Villaret) erklären läßt, sondern nach Albu eher durch eine Art periodischer Endemie. Eine Verschlimmerung des Leidens gegen früher ist hingegen nicht nachzuweisen. Als Ursache

der Krankheit ist die bakterielle Infektion heute allgemein anerkannt. Disponierend sind: der eigentümliche Bau, Abknickung, Torsion und Verengung des Wurmfortsatzes; während Fremdkörper und Kotsteine entschieden verschlimmernd einwirken, denn gerade bei den schwereren Formen findet man häufig Kotsteine. An der Hand von Präparaten und Tafeln schildert R. die pathologisch-anatomischen Veränderungen des Wurmfortsatzes und die Lage der appendizitischen Abszesse, er verbreitet sich dann eingehend über die Symptome des Anfalls. Nach dem klinischen Verlauf sind am besten zu unterscheiden:

1. leichte Fälle, bei denen der Entzündungsprozeß auf den Wurm beschränkt bleibt,
2. schwere Fälle, bei denen es zur Mitbeteiligung der Umgebung, Geschwulst und Eiterbildung kommt,
3. schwerste Fälle mit allgemeiner Bauchfellentzündung und anderen Komplikationen.

Die Erkennung der Blinddarmentzündung überhaupt und ganz besonders die Unterscheidung der leichteren von den schwereren Fällen stellt zuweilen große Anforderungen an den praktischen Arzt, zumal davon die einzuschlagende Behandlung abhängt.

Leichte Fälle können abwartend behandelt werden, alle schweren Fälle mit Eiterbildung sind möglichst bald der Operation zu unterziehen, die bei allgemeiner Bauchfellentzündung unbedingt am Platze ist, es sei denn, daß der Kranke bereits sterbend ist. Die Vorzüge der Frühoperation gegenüber der im Intermediär- und Spätstadium sind unverkennbar und zahlenmäßig aus den Operationsreihen größerer Krankenhäuser nachzuweisen. Die Mortalität der Blinddarmentzündung ist trotz ihrer Zunahme dauernd, wenn auch langsam, heruntergegangen, dank der besseren Diagnosenstellung und der schnelleren Einsetzung sachgemäßer Behandlung.

2. Herren H. Konen und W. Jungjohann:

Studien zur Emission der Gase. I. Über Intensitäts- und Energiemessungen in Spektren.

Im folgenden soll über eine Reihe von Versuchen und Messungen berichtet werden, die wir teils gemeinsam, teils einzeln, teils mit Herrn J. Kyll angestellt haben, um zur Beantwortung der Frage beizutragen, welche Faktoren es sind, die die Emission der Gase bestimmen, bzw. ob es möglich ist, diese Faktoren voneinander zu trennen, ohne der Hypothese einen so breiten Raum zu gewähren, wie dies vielfach geschieht.

In dieser ersten Mitteilung sollen zunächst die Gesichtspunkte erörtert werden, die man für Energiemessungen in Gasspektren aufstellen kann. Eine weitere Mitteilung soll die Eigenschaften verschiedener von uns benutzter Lichtquellen behandeln, eine dritte die Resultate photometrischer Messungen bringen. Weitere Mitteilungen sollen sich in kurzer Folge anschließen.

§ 1. Im Gegensatze zur Emission der festen Körper hat die Untersuchung der Emission der Gase bis jetzt nicht zu eindeutigen, allgemein gültigen, quantitativen Ergebnissen geführt, wenn wir von den Beziehungen zwischen den Wellenlängen in Serien- und ähnlichen Spektren absehen. Die qualitativen Einzelresultate über Veränderlichkeit der Spektre sind zwar außerordentlich zahlreich und mannigfaltig. Auch gibt es zahlreiche Theorien der Gasemission. Allein das darf behauptet werden, daß keine einzige der Theorien oder Hypothesen der Fülle der Tatsachen Rechnung zu tragen vermag, geschweige, daß sie gestattet, ohne Zuhilfenahme eines Übermaßes von „Vermutungen“ quantitative Voraussagen zu machen. Ein Grund dieses Übelstandes muß teilweise darin gesucht werden, daß das Material an quantitativen Untersuchungen über Veränderlichkeit der Spektre und den Zusammenhang zwischen den veränderlichen Daten und den Variablen verhältnismäßig gering ist. Druckverschiebung, Zeemaneffekt, Dispersion, magnetische Drehung, Energiemessungen in Emission und Absorption bei verschiedenen Variablen sind die Hauptpunkte, die für die zahlenmäßigen Ergebnisse vorliegen. Wir wollen uns hier mit den zuletzt genannten Messungen befassen. Die Zahl der Arbeiten, die sie und die ihnen zugrunde liegenden Erscheinungen behandeln, ist bereits recht ansehnlich. Das Handbuch der Spektroskopie von H. Kayser gibt eine bis zum Jahre 1902 reichende Übersicht. Wir stellen in den Anmerkungen die seit 1902 erschienenen Arbeiten zusammen und ergänzen die Liste durch die bereits bei Kayser genannten Arbeiten. In der ersten Gruppe (1—30) sind ausschließlich die Arbeiten genannt, in denen entweder relative Intensitätsänderungen in Spektren oder Emissionsmessungen behandelt werden. In der zweiten Gruppe (30—36) sind die Arbeiten genannt, in denen die Anwendbarkeit des Kirchhoffschen Gesetzes an den Gasen quantitativ geprüft wird oder in denen auf Grund einer Vergleichung der Emission der Gase mit derjenigen von festen Körpern eine Temperaturbestimmung von Gasen, meist Flammen, versucht wird. In der dritten Gruppe (36—41) endlich sind die Arbeiten genannt, in denen die Absorption von leuchtenden

Gasen untersucht wird. In diese Gruppe gehören zugleich einige Arbeiten aus der Gruppe I. Eine ausführliche Analyse und Kritik aller dieser Arbeiten findet sich in der demnächst erscheinenden Arbeit von Herrn J. Kyll.

§ 2. Vergleicht man die Resultate der verschiedenen Untersuchungen, so findet man nur geringe Übereinstimmung. Genauer untersucht sind der Hauptsache nach nur die Spektren des Quecksilbers und des Wasserstoffs, außerdem sind zahlreiche aber weniger exakte Untersuchungen über das Bandenspektrum des Stickstoffs gemacht worden.

Für den letzteren geben die meisten Beobachter, jedoch nicht alle, an, daß die Intensität der Banden proportional der Stromstärke wachse. Für Quecksilber liegen genaue Untersuchungen von Küch, Retschinsky und Pflüger vor, aus denen hervorgeht, daß die Emission wie auch die Absorption mit steigendem Wattverbrauch der benutzten Quecksilberlampen steigt und zwar innerhalb einer Linienserie schneller für die kurzwelligen Linien. Innerhalb der einzelnen Triplets ist die Emissionsänderung für jede Linie verschieden. Auch geht die Absorption nicht der Emission parallel. Hier spricht alles für ein Wandern des Emissionsmaximums nach dem blauen Ende mit steigender Temperatur innerhalb jeder Linienserie, das der Wanderung des Emissionsmaximums eines schwarzen Körpers ähnlich ist. Bei Wasserstoff und einigen anderen Gasen hat ferner Langenbach als erster ein ähnliches Wandern des Maximums nach dem blauen Ende, bzw. ein schnelleres Steigen der kurzwelligen Linien nachgewiesen, aus dem Kayser sogar unter Zugrundelegung der Regeln für schwarze Körper eine plausible Emissionstemperatur berechnen konnte. Endlich hat die Bestimmung von Flammentemperaturen durch Umkehrungsversuche mit Hilfe schwarzer Körper zu Temperaturen geführt, die mit den Resultaten anderweitiger Messung im Einklang stehen. Nach alledem könnte es scheinen, als ob die bisherigen Versuche dahin deuten, daß sich durch jede Serie eine Emissionskurve legen läßt, die derjenigen des schwarzen Körpers ähnlich ist.

Es zeigt jedoch ein genauerer Vergleich der verschiedenen Versuche, daß nur die Messungen an Quecksilberdampf mit der nötigen Exaktheit ausgeführt sind und ein genügendes Stromintervall umfassen. Die Messungen mit Wasserstoff sowie zahlreiche Messungen an Stickstoff sind mit Kondensator-entladungen ausgeführt worden, so daß nur Mittelwerte beobachtet werden konnten. Die Messungen mit Gleichstrom an Stickstoff haben dagegen zu widersprechenden Resultaten ge-

führt. Meistens sind nur sehr kleine Ströme benutzt worden. H. Geiger hat zwar stärkere Ströme verwendet, dabei aber nur auf die Stromstärke, nicht auf die Stromdichte Rücksicht genommen. Seine und die Ergebnisse anderer Beobachter widersprechen sich auch insofern, als zwar gefunden wird, daß die Gesamtfarbe der Entladung sich ändert, dennoch aber die Intensität jeder Spektralstelle der Stromstärke proportional ist. Dazu kommt, daß andere Beobachter keine lineare Beziehung finden.

Endlich sind bekanntlich die Meinungen darüber, ob die Temperatur überhaupt als Ursache und bedingende Veränderliche bei der Gasemission angesehen werden könnte, geteilt. Auf der einen Seite wird die Möglichkeit, Gase durch bloße Erhöhung der Temperatur zum Leuchten zu bringen, gänzlich geleugnet. Auf der anderen Seite wird, zumal von den Astrophysikern, immer noch mit der Temperatur der leuchtenden Gase gerechnet. Eine Darlegung der Gründe, die von beiden Seiten ins Feld geführt werden, muß hier übergangen werden, ebenso eine Diskussion der verschiedenen Versuche im einzelnen.

Aus dem Angeführten geht indes wohl schon hervor, daß weder über die Änderung der Emission mit Stromstärke oder Temperatur noch erst recht über den Zusammenhang dieser letzteren mit den beobachteten Änderungen Übereinstimmung herrscht. Vor allem gilt dies auch von den Bandenspektren, die im Vergleich zu den Linienspektren nur unvollkommen untersucht sind.

Es scheint uns darum von Nutzen, zunächst die für Messungen der geschilderten Art heranzuziehenden Begriffe zusammenzustellen und zwar unter Benutzung der in der Literatur vorhandenen Hinweise. Neues soll damit nicht gegeben werden. Unsere Bemerkungen sollen vielmehr nur dazu dienen, die Tragweite der gezogenen Schlüsse zu beleuchten und Unklarheiten zu vermeiden.

§ 3. Will man die veränderlichen Faktoren eines Gaspektrums messen, so muß zunächst die Natur der abhängigen und der unabhängigen Variablen feststehen. Die Definition beider stößt auf große praktische Schwierigkeiten.

Als hier in Frage kommende veränderliche Größen bezeichnet man gewöhnlich die Intensität oder die Energie einer bestimmten Spektralstelle. Erstere wird im Vergleich zu einer konstanten Lichtquelle gemessen und dient zum Vergleich der relativen Änderungen innerhalb eines Spektrums. Letztere wird entweder direkt — etwa bolometrisch — gemessen, oder aus dem Vergleich mit der Intensität im Spektrum eines Kör-

pers von bekannter Energieverteilung abgeleitet. In beiden Fällen, zumal im letzteren, sind zahlreiche und zum Teil unsichere Korrekturen anzubringen. Wenn ausführbar, verdient die Bestimmung der Energie einer Spektralstelle den Vorzug.

Allein mit der auf diese Weise definierten Größe ist ohne weiteres nichts anzufangen.

Zunächst sind praktische Schwierigkeiten zu berücksichtigen. In einigen linienarmen Spektren gelingt es zwar, die einzelnen Linien bolometrisch zu messen oder zu photometrieren, bei linienreichen Spektren oder gar bei Bandenspektren ist dies jedoch im allgemeinen ausgeschlossen. Die positiven Stickstoffbanden werden nur in höheren Ordnungen großer Rowlandgitter völlig aufgelöst; ähnliches gilt von den meisten anderen Banden. Möglicherweise wird man auf photographischem Wege die Intensitäten der einzelnen Komponenten messen können. Bis das geschieht, kann man aber nur photometrisch oder bolometrisch Mittelwerte der Energie oder Intensität messen, deren Bedeutung von der Änderung jedes einzelnen Komponenten abhängt und deren Größe von zahlreichen Nebenfaktoren, wie der Lage des Schwerpunktes der Bande, der Spaltbreite und dergl. abhängig ist. Daß aber Änderungen der Komponenten oder der Lage des Schwerpunktes stattfinden können, wird durch die Untersuchungen über das Minimum in der Cyanbande 3884 und über die Intensitätsänderungen innerhalb der einzelnen Serien der Stickstoffbanden bewiesen. Es ist dies ein Umstand, auf den, soweit wir sehen, z. B. von keinem der zahlreichen Beobachter Rücksicht genommen worden ist, die das Stickstoffspektrum untersucht haben.

In geringerem Maße gilt ähnliches von den Linienspektren. Es sind Fälle bekannt, in denen die relative Intensität der Komponenten zusammengesetzter Linien sich gleichzeitig mit der Intensität der Anregung des Dampfes ändert. Ferner ist es so gut wie unmöglich, eine homogene Schicht leuchtenden Dampfes herzustellen. Man beobachtet daher, und zwar gerade bei intensiver Erregung, Verbreiterungs- und Umkehrungserscheinungen. Beide vermögen die Messungen zu fälschen, und zwar die ersteren vorzugsweise die photometrischen Messungen, letztere alle Arten von Messungen. Denn da die Photometrie von Linien notwendig eine gewisse Mindestspaltbreite verwenden muß, so muß sie bei absoluten Messungen die Voraussetzung machen, daß die Helligkeit von der benutzten Spaltbreite unabhängig sei. Bei relativen Messungen muß sie wenigstens annehmen, daß sich die Abhängig-

keit von der Spaltbreite nicht mit der Stärke der Anregung, also des Leuchtens ändere. Tritt aber eine Verbreiterung der Linien ein, so trifft die genannte Voraussetzung nicht mehr zu. Zum mindesten ist eine Untersuchung darüber erforderlich, in welchem Umfange dies der Fall ist. Auf die Wirkung der Umkehrungserscheinungen soll sogleich noch eingegangen werden.

§ 4. Zu den genannten praktischen Schwierigkeiten kommen prinzipielle.

Außer der spezifischen Emission des Gases ist die Absorption zu berücksichtigen. Ist diese sehr klein, so nimmt die Intensität angenähert proportional der Schichtdicke zu, ohne daß die Linien oder Banden ihre relative Intensität ändern. Verschwindet sie dagegen nicht, so strebt die Helligkeit mit zunehmender Schichtdicke einem Maximum zu. Zugleich kann sich die relative Intensität der einzelnen Linien ändern, dadurch, daß ihre Absorption verschieden ist. Dazu kommt, daß die Absorption ihrerseits wieder eine Funktion der die Emission bedingenden Variabel ist.

Wenn man für die Gase ohne weiteres die Gültigkeit des Kirchhoffschen Gesetzes annehmen könnte, so würde die Schwierigkeit sich heben lassen. Allein das ist keineswegs der Fall. Beispielen, in denen die Gültigkeit wahrscheinlich ist, stehen andere gegenüber, in denen auch bei der stärksten Anregung eine Absorption bisher sich nicht hat nachweisen lassen.

Jedenfalls muß jede Messung der Energie in einem diskontinuierlichen Spektrum durch eine Messung der Absorption ergänzt werden, selbst dann, wenn nur relative Messungen angestellt werden und die Schichtdicke konstant bleibt.

In Strenge ist jedoch dieser letzte Punkt nicht zu realisieren. Bringt man z. B. ein Gas durch den elektrischen Strom zum leuchten, so läßt es sich nicht vermeiden, daß an den Enden der benutzten Apparate sich weniger stark erregte Gas-schichten befinden. Ihre Emission und Absorption ist im allgemeinen eine andere als diejenige der am stärksten leuchtenden Teile. Ferner ändert sich ihre Größe mit der Stärke der Erregung. Man erhält daher in sehr vielen Fällen Selbstumkehrungen, die nur bei Anwendung großer Dispersion erkennbar sind. Wie groß der hierdurch hervorgerufene Fehler ist, läßt sich nicht allgemein sagen, sondern müßte in jedem einzelnen Falle bestimmt werden.

Weiter tritt sehr häufig der Fall ein, daß das zu untersuchende Spektrum ein Gemisch verschiedener Spektren ist,

beispielsweise eines kontinuierlichen Spektrums, eines Bandenspektrums und eines Linienspektrums. Dadurch entsteht eine doppelte Schwierigkeit. Einmal muß der Anteil der für eine bestimmte Spektralstelle ermittelten Energieänderung für jede der Komponenten bestimmt werden. Das ist nicht immer möglich. Ein Beispiel bietet das Spektrum des Quecksilbers in einer Quarzröhre, durch welche Quecksilberdampf destilliert. Die Energie der Linien 4348 und 4349 ist alsdann nur auf unsicheren Umwegen zu messen. Noch größer ist jedoch die Schwierigkeit, welche dadurch herbeigeführt wird, daß mit der Änderung der Erregung des Gases sich nicht nur die Intensität an jeder bestimmten Spektralstelle, sondern auch die Zusammensetzung des Spektrums ändert. Hat man z. B. die Superposition eines Banden- mit einem Linienspektrum, so ändert man nicht nur die Intensität beider, sondern auch das Verhältnis der Intensitäten beider. Dieser Effekt ist nicht auf verschiedene Spektralklassen beschränkt, sondern findet sogar zwischen den Linien eines und desselben Spektrums statt. Es kann mit einem hohen Maß von Sicherheit behauptet werden, daß die Zahl der in einem Gase zu einer gegebenen Zeit leuchtenden Teilchen prozentual klein ist, ebenso, daß verschiedenen Emissionen verschiedene Zustände der leuchtenden Teilchen entsprechen. Unter dieser Voraussetzung läßt sich der genannte Effekt auch so beschreiben, daß man sagt, daß die Zahl der eine bestimmte Linie liefernden Teilchen die Intensität der Emission mitbedingen. Je nachdem unter gegebenen Bedingungen diese Zahl wächst oder abnimmt, kann man an einer bestimmten Spektralstelle eine Zunahme oder Abnahme der Emission jedes einzelnen Teilchens sich in entgegengesetztem Sinne geändert hat.

Will man also Werte der Emission erhalten, die Vergleiche für eine bestimmte Spektralstelle oder auch für zwei verschiedene Wellenlängen ermöglichen, so muß zugleich entweder die Menge des leuchtenden Gases ermittelt oder eliminiert werden. Will man einen Vergleich zwischen verschiedenen Wellenlängen ausführen, so muß man sicher sein, daß die betreffenden Wellen die gleichen Emissionszentren besitzen. Kayser (18) hat zuerst auf die entscheidende Wichtigkeit dieses Punktes hingewiesen, der vielfach auch in Publikationen aus jüngster Zeit übersehen worden ist. Die Entscheidung, ob man für gegebene Wellenlängen die gleichen Emissionszentren anzunehmen hat, ist vielfach sehr schwierig. Man muß alle Tatsachen heranziehen, die über die Natur der leuchtenden Teilchen Aufschluß geben können. Wie Kayser zuerst bemerkt hat, kann man

als sicheres Zeichen für den gleichen Ursprung verschiedener Linien ihre Zugehörigkeit zu einer Serie ansehen, da durch das gleichzeitige Auftreten der Linien einer Serie und ihr gleichmäßiges Verhalten gegenüber dem Einfluß des Druckes, eines Magnetfeldes und anderer physikalischer Faktoren sowie durch den Zusammenhang ihrer Schwingungszahlen es in hohem Maße wahrscheinlich gemacht wird, daß die betreffenden Linien von dem gleichen schwingenden System hervorgebracht werden.

Allein, es gibt noch weitere Fälle, in denen man das gleiche annehmen kann. Wir nennen z. B. die Serien innerhalb einer Bande eines Bandenspektrums, die durch serienähnliche Formeln zusammengefaßt werden können, oder Absorptionslinien, die die gleiche Serie von Fluoreszenzlinien liefern. Auch ist es nicht ausgeschlossen, daß man ganze Systeme von Banden als gleichen Ursprungs ansehen kann. Dispersion, räumliche Trennung in leuchtenden Gasmassen oder in elektrischen oder magnetischen Feldern, kurz alle physikalischen Faktoren müssen herangezogen werden, die eine bestimmte Spektrallinie charakterisieren, um zu entscheiden, ob man für gegebene Spektralstellen gleichen Ursprung annehmen kann oder nicht.

§ 5. Es liegt nahe, statt der Emission oder Absorption eines Gases nach Analogie des Kirchhoffschen Gesetzes das Verhältnis beider als zu messende Variable einzuführen. In der Tat ist dieser Vorschlag schon gemacht worden¹⁾. Ob er brauchbar ist und ob die sich als Verhältnis von Emission und Absorption für jede Liniengruppe ergebende Funktion einfachen Gesetzen folgt und von der Natur der jedesmaligen Emissionszentren der Form nach unabhängig wird, muß durch die Erfahrung entschieden werden, leuchtet jedoch a priori nicht ein. Denn die Überlegungen auf die sich die Ableitung des Kirchhoffschen Gesetzes und die Herleitung der Strahlungsfunktion des schwarzen Körpers stützen, versagen bekanntlich bei den Gasen, sofern nicht gewisse Hypothesen gemacht werden.

Vor allem müßte die Voraussetzung gemacht werden, daß die leuchtenden Gase das gleiche Licht absorbieren, das sie emittieren. Wenn dies nun auch für verschiedene Beispiele gemessen und für viele Flammen-, Bogen- und Funken-

1) Vergl. hierzu A. Pflüger Ann. d. Phys. (4) 24, 515, 1907 sowie den Artikel Theorie der Strahlung von W. Wien, Bd. V. 3 Heft 2 der Encycl. der math. Wissenschaften, p. 348, Leipzig 1900.

linien durch Umkehrungsversuche qualitativ als zutreffend nachgewiesen worden ist, so ist doch der Nachweis nicht allgemein geführt. Für einzelne Beispiele wie die Bandenspektren mancher Flammen wird ausdrücklich das Gegenteil behauptet und man kann a priori nicht die Möglichkeit ausschließen, daß auch bei Gasen ähnliche Vorgänge stattfinden könnten wie bei fluoreszierenden Körpern, bei denen bis jetzt kein der Emission entsprechendes Absorptionsmaximum nachgewiesen werden konnte und wo Emission und Absorption zwei verschiedenen Zuständen der leuchtenden Teile anzugehören scheinen. Entscheidende Versuche hierüber stehen noch aus¹⁾.

Allein wenn man auch annimmt, daß in jedem Falle ein Gas die gleichen Wellenlängen absorbiert, die es emittiert, so steht jedenfalls fest, daß in vielen Fällen die Absorption außerordentlich klein ist und unter der Meßgrenze liegt. Alsdann wird die Emission, wenn D die Dicke der leuchtenden Schicht, E das Emissionsvermögen einer unendlich dünnen Schicht von der Dicke dx , und a den Absorptionsindex bezeichnet, die

Emission des Gases für die Wellenlänge λ gleich
$$\int_0^D e^{-ax} E dx = \varepsilon$$

oder merklich gleich $D \times E$. Man bestimmt also nur E . Für unendlich dicke Schicht müßte ε gleich der Emission des schwarzen Körpers werden. Allein es wird nicht immer möglich sein, durch Vergrößerung der Schichtdicke oder passend angebrachte Spiegel die Strahlung einer unendlich dicken Schicht zu verwirklichen.

Daraus geht hervor, daß in den meisten Fällen das Verhältnis der Emission zur Absorption gar nicht bestimmt werden kann und man gezwungen ist, aus dem Verhalten der Emission allein Schlüsse zu ziehen. Immerhin muß man mit Pflüger die Messung des Verhältnisses von $E:A$ als eine der wichtigsten Aufgaben der quantitativen Untersuchung der Gasspektren bezeichnen.

§ 6. Endlich seien noch einige Bemerkungen der Frage gewidmet, inwiefern eine Spektrallinie durch Angabe von Emission und Absorption charakterisiert ist. Wir sehen zunächst ab von allen weiteren physikalischen Bestimmungsstücken, die für eine Linie maßgebend sind, wie Humphreys-, Zeeman-, Dopplereffekt u. dgl. und berücksichtigen nur den Einfluß der Inhomogenität.

1) Vergl. Kayser's Handb. der Spektroskopie Bd. IV, wo der eine von uns die Frage ausführlich diskutiert.

Jede Linie eines Banden- oder Linienspektrums ist, wenn sie nicht noch Trabanten besitzt, praktisch als ein Stück eines kontinuierlichen Spektrums anzusehen. Ob das in ihm enthaltene Licht einem Stück aus dem Spektrum eines schwarzen Körpers von gleichem Wellenlängenbereich in jeder Hinsicht äquivalent ist, steht dahin. Man kann jedenfalls mit Wien¹⁾ die Annahme machen, daß es so sei. Doch bestehen zwischen den verschiedenen Spektrallinien die größten Unterschiede in Hinsicht der Inhomogenität. In dem gleichen Spektrum, z. B. dem Funkenspektrum eines Metalls finden sich äußerst diffuse neben sehr scharfen Linien. Mißt man daher mit einem Instrument von geringer auflösender Kraft, z. B. einem Bolometer, so wird die gesamte in der Linie steckende Energie zugleich gemessen; es kann also eintreten, daß eine diffuse Linie die gleiche Energie ergibt, wie eine intensive, aber scharfe Linie. Mißt man mit dem Auge, so hängt es, wie bereits erwähnt, von den instrumentellen Bedingungen ab, ob man eine Größe erhält, die der Gesamtenergie der Linie oder der einer bestimmten Wellenlänge zukommenden Energie näher steht. Mißt man endlich photographisch, so erhält man zunächst aus der Schwärzung die auf eine bestimmte Wellenlänge bezogene Intensität. Man hat neuerdings versucht, aus diesem Wert die Gesamtenergie der Linie durch Multiplikation mit der Linienbreite abzuleiten (vgl. weiter unten). Im allgemeinen ist es gebräuchlich, die gesamte Energie in einer Linie als charakteristisch für sie anzusehen. Das führt jedoch zu wenig plausiblen Konsequenzen. Es entspricht schon der unmittelbaren Auffassung nicht, verwaschene breite, oft schlecht sichtbare Streifen in einem Spektrum einer hellen scharfen Linie gleich zu setzen. Diese Auffassung erweist sich in gewisser Hinsicht als begründet. Es kommt darauf an, was man mit der Intensität einer Linie messen will. Geht man davon aus, daß in der Verbreiterung einer Linie Energie steckt, die sich als Zuwachs der Gesamthelligkeit des leuchtenden Gases bemerkbar macht, so faßt man die Gesamtemission des untersuchten leuchtenden Systems ins Auge. Man muß alsdann über die ganze Breite der fraglichen Linie integrieren. Allein zu dem so erhaltenen Werte sind noch die Energiebeträge der sämtlichen anderen Linien zu addieren, die man dem gleichen Emissionszentrum zuschreibt. Nur so erhält man wirklich die Gesamtemission, die dann mit der Gesamtemission anderer Emissionszentren oder fester Körper verglichen werden kann.

1) l. c. p. 348.

In der Praxis handelt es sich aber meist um etwas anderes. Man will ein Maß für die Energie im Sinne der optischen Intensität. Oder man vergleicht die betreffende Linie mit einem kontinuierlichen Spektrum, das bei der gleichen Auflösungsuntersucht wird. Alsdann kommt es darauf an, ob das Maximum der Linie bei gegebenen Apparaten die Intensität an der gleichen Stelle des Vergleichsspektrums übertrifft oder nicht. Das ideale Verfahren wäre also, die Intensitäts- bzw. Energiekurve innerhalb jeder Linie zu bestimmen. Da dies meist nicht möglich ist, so wird man eine dem Maximum der Linie proportionale Größe zu bestimmen suchen. Daß es meist auf diese Größe, nicht auf das Integral ankommt, geht z. B. auch daraus hervor, daß die Umkehrungsversuche und der Vergleich mit dem schwarzen Körper für feste Wellenlängen von ihr abhängen.

Wir schlagen daher vor zu unterscheiden zwischen:

1. Der Gesamtenergie einer Linie. Sie ergibt sich durch Integration aus der Energiekurve der Linie. Unmittelbare Verwendung findet dieser Wert nur in dem Falle, wo das betrachtete leuchtende System nur diese eine Linie emittiert.

2. Der Gesamtenergie eines Liniensystems. Sie ist gleich der Summe der Gesamtenergien aller zu einem System verbundenen Linien (z. B. Linien einer Serie).

3. Die Intensität einer Linie. Sie ist gleich dem Maximum der Energiekurve der Linie. Ist die Energiekurve einer Linie nicht zu ermitteln, so ist neben dem Mittelwert der Gesamtenergie einer Linie zugleich die Angabe von (3) erforderlich.

Die gleichen Aussagen lassen sich für die Absorption machen.

§ 7. Eine eingehende Diskussion der die Energieverteilung im Spektrum eines Gases bedingenden Variablen ist nicht möglich, ohne auf die zahlreichen Hypothesen über die Natur der Gasemission einzugehen. Wir begnügen uns daher damit, einige Hauptpunkte zu besprechen. Auch hier soll keineswegs der Anspruch erhoben werden, daß etwas neues vorgebracht wird. Der Zweck unserer Bemerkungen liegt in der möglichst präzisen Fassung der Voraussetzungen der Intensitätsmessungen unter Vermeidung aller nicht notwendigen Hypothesen.

Je nach der Lichtquelle sind die ein Gasspektrum bedingenden Variablen verschieden. In einem elektrischen Ofen, wie King ihn benutzt, ist die Temperatur die primäre Variable, im elektrischen Bogen kommen Stromstärke, Potentialgradient, chemische Prozesse, umgebende Atmosphäre, elektrische Be-

stimmungsstücke des Stromkreises, Beschaffenheit der Elektroden, Druck, Dampfmenge, Einwirkung gleichzeitig anwesender fremder Elemente und vielleicht noch andere Faktoren hinzu, die von Punkt zu Punkt des Bogens variieren. Beim oszillierenden Funken kommt zu allen diesen Faktoren noch der Zeitpunkt der Beobachtung (Ordnung der Partialentladung; Phase). In Flammen spielen die verschiedensten chemischen Prozesse eine Rolle, neben der Temperatur, dem Druck, der Substanzmenge und anderen Faktoren. Von den Entladungen in Geisslerischen Röhren gelten alle beim Bogen und beim Funken genannten Momente zusammen. Dazu kommt in allen Fällen der Druck des untersuchten Gases und der Grad und Charakter seiner Ionisierung.

Unter den genannten Veränderlichen sind zweifellos viele sekundärer Natur. Allein in welchem Umfange dies stattfindet, ist unentschieden. Von manchen Seiten wird angenommen, daß die Temperatur die bei konstantem Druck maßgebende Veränderliche sei. Sie soll freilich nicht als Durchschnittstemperatur des Gases gemessen werden, sondern sich lediglich auf die leuchtenden Partikel beziehen, gleichgültig, ob dieselben als geladen oder ungeladen angenommen werden. Von der Temperatur der Strahlungszentren soll ihre mittlere innere Energie abhängen und von dieser wieder die der Strahlung. Ob die innere Energie der strahlenden Teile in einem einfachen Zusammenhange mit der Temperatur im gewöhnlichen Sinne steht, bleibt unentschieden. Jedenfalls erscheint es möglich, daß dies der Fall ist und daß ferner zwischen der inneren Energie und der ausgestrahlten Energie oder auch zwischen der die innere Energie bedingenden sogenannten Temperatur und der ausgestrahlten Energie eine einfache Beziehung besteht, die vielleicht der Form nach mit ähnlichen Gesetzen des schwarzen Körpers übereinstimmt. Chemische Prozesse, Ionisierung werden dann ihrerseits als bedingt durch die Temperatur angesehen. Nun ist aber die Temperatur der fraglichen leuchtenden Zentren, die möglicherweise nur einen geringen Bruchteil des Gases bilden, nicht direkt meßbar, da alle Messungen nur den Mittelwert liefern. Man kann daher, selbst wenn man sich auf den genannten Standpunkt stellt, die „Leuchttemperatur“ nicht als Variable brauchen. Nur der umgekehrte Weg ist gangbar. Man kann die Energieänderung in einem Spektralsystem (z. B. Serie) messen und aus der gefundenen Änderung unter Zugrundelegung einer bestimmten Hypothese, beispielsweise der Annahme, daß die gleichen Regeln gelten wie beim schwarzen Körper, eine Temperatur berechnen, deren Zulässigkeit

dann auf anderem Wege geprüft werden muß. Dieser Weg ist zuerst in konsequenter Weise von Kayser (18) beschritten worden.

Eine Modifikation der angegebenen Ansicht ist die, wenigstens in vielen Fällen die Temperatur in gewöhnlichem Sinne als Variable anzusehen. Die Leuchttemperatur des strahlenden Gases wäre dann als diejenige Temperatur zu definieren, bei welcher sich ein schwarzer Körper mit dem betreffenden Gase im Strahlungsgleichgewichte befindet. Auch wenn man ganz davon absieht, daß erst noch der Beweis erbracht werden muß, daß stets ein derartiges Strahlungsgleichgewicht möglich ist, bleibt einzuwenden, dass sich praktisch in vielen Fällen die Temperatur des Gases nicht würde messen lassen, weil es nicht möglich wäre einen schwarzen Körper von genügend hoher Temperatur herzustellen. Immerhin bleiben die auf Grund der genannten Annahme erzielten Erfolge bemerkenswert. Wir beabsichtigen auf diesen Punkt noch zurückzukommen.

§ 9. Da es in vielen Fällen nicht möglich ist, Gase durch Erhitzen in geschlossenen Gefäßen zur Emission der auf andere Weise leicht herzustellenden Spektren anzuregen, da ferner die leuchtenden Gase in vielen Fällen merklich ionisiert sind und da man endlich nachweisen kann, daß in vielen Fällen Ionen leuchten, so liegt die Annahme nahe, in eben dieser Ionisierung das wesentliche, die Emission der Gase bedingende, Element zu sehen, sei es, daß man die Emission zurückführt auf die Entstehung oder die Rekombination der Ionen oder Elektronen oder auf Störungen, die die Ionen während ihrer freien Zeit treffen. Von diesem Standpunkt spielt die Temperatur eine sekundäre Rolle. Sie bedingt unter Umständen das Maß der Ionisierung, vielleicht auch die Stärke der Anregung der Ionen. Man muß erwarten, daß die die Ionisierung bedingenden Faktoren, Stromstärke, Potentialgradient, Platz in der Strombahn, chemische Prozesse die Hauptrolle spielen und die Emission des Gases bedingen. Diese Ansicht hat das für sich, daß sie gewisse Erscheinungen in Vakuumröhren, ferner den Zusammenhang zwischen Ionisierung und Leuchten sowie das Überwiegen chemischer und elektrischer Methoden bei der Erzeugung der Gasemission ungezwungen erklärt. Sie gestattet ferner alle die bei der Elektrizitätsleitung der Gase beobachteten Erscheinungen heranzuziehen und besitzt eine große Anpassungsfähigkeit. Man hat eine große Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten, kann die positiven Ionen oder negativen Ionen oder Abarten davon oder die bei der Bildung oder Wiedervereinigung

auftretenden Prozesse und ähnliche Vorgänge als für die Emission entscheidend ansehen.

Diesen Vorteilen stehen jedoch große Nachteile gegenüber. Zunächst ist es keineswegs bewiesen, daß in allen Fällen das leuchtende Gas ionisiert ist oder umgekehrt, daß etwa vorhandene Ionen die Träger der Emission sind. Vor allem sind hier zahlreiche Verbindungsspektren zu nennen, für die der gesamte Nachweis zum mindesten noch aussteht.

Allein, selbst wenn man sich auf den geschilderten Standpunkt stellt, so scheidet doch die praktische Verwendung der Anlage in den meisten Fällen an der Komplikation durch die große Zahl der Ionengattungen, die man annehmen muß. Bei Helium müßte man z. B. mindestens sechs verschiedene Arten von Ionen, vielleicht auch verschiedene Erregungsprozesse annehmen. Das schließt aber die Verwendung der Ionisierung als unabhängiger Variablen aus, solange es nicht möglich ist, die genannten Gattungen einzeln festzustellen und zu untersuchen. Man kann aber wohl die Behauptung aufstellen, daß es bisher niemand in einer zweifelfreien Weise gelungen ist, nachweislich verschiedene Ionen oder Atome eines Gases mit nachweislich verschiedener Emission zu isolieren. Es sind allerdings zahlreiche Beispiele gegeben worden, aus denen ein derartiger Schluß gezogen worden ist. Allein es haben sich immer noch triftige Gegen Gründe ergeben. Als Variable würde sich die Ionisierung eines Gases nur dann eignen, wenn sich die gesamte Emission in einem bestimmten Raume, z. B. in der positiven Säule auf eine einzige Art von Ionen (oder Ionenprozessen) zurückführen ließe. In diesem Falle würden sich verschiedene Konsequenzen ergeben, auf die wir noch zurückkommen werden. Es leuchtet ein, daß die letzten Überlegungen vorzugsweise auf stromdurchflossene Gase Anwendung finden werden. Vor allem müßte sich ein Zusammenhang zwischen der Zahl der Ionen und der emittierten Energie ergeben. Auf Grund einer derartigen Überlegung ist denn auch schon behauptet worden, daß die Emission direkt der Zahl der Ionen, somit der Stromstärke proportional sein müsse. Dem gegenüber kann man einwenden, daß mit der Zahl sich zugleich die Intensität der Anregung ändern wird, wenn man überhaupt annimmt, daß die leuchtenden Teilchen einer verschieden starken Anregung fähig sind, eine Annahme, die eine Art von Temperatureinfluß einschließen würde. Als dann müßte man nicht die Stromstärke, sondern etwa die geleistete Arbeit, also Potentialgradient \times Stromstärke als Veränderliche wählen. Auch dieser Vorschlag ist bereits gemacht, allein inkonsequent durchgeführt worden.

§ 10. Zu den genannten Veränderlichen kommt als Nebenveränderliche der Druck des Gases, der besonders bei Anwendung von elektrischen Methoden eine große Rolle spielt. Sein größter Einfluß rührt wohl von der Änderung der Entladung her und läßt sich vom Standpunkte der Theorie der Elektrizitätsleitung der Gase erklären, sowohl wenn man die Temperatur, als wenn man die Ionisierung und verwandte Vorgänge als Variable ansieht. Daneben gehen jedoch, wie durch manche Versuche gezeigt wird, Vorgänge, die auf eine direkte Beeinflussung der Emission durch den Druck hinweisen. Besonders sind die Verbreiterungserscheinungen zu nennen. Wir werden auf diesen Punkt noch zurückkommen. Erschwert werden Versuche über Emission der Gase vielfach durch die Forderung, den Druck konstant zu halten. Dies gilt u. a. auch für die sonst so vortrefflichen Quecksilberlampen. Obwohl nun die Erfahrung zeigt, daß der Druck eines Gases von größtem Einflusse ist auf seine Emission, kann man nicht a priori sagen, daß der Gesamtdruck des Gases die unabhängige Veränderliche ist. Es wäre denkbar, daß es nur auf den Partialdruck des leuchtenden Bestandteiles ankäme.

§ 11. Die verschiedenen besprochenen Annahmen über die das Leuchten der Gase bedingenden Veränderlichen schließen sich nun keineswegs aus. Es erscheint vielmehr denkbar, daß es verschiedene Klassen von Emission gibt, oder daß in einzelnen Fällen mehrere der genannten Ursachen zusammen wirken. Wir verzichten darauf, die sich so ergebenden Möglichkeiten zu schildern. Eine Entscheidung zwischen ihnen läßt sich nur fällen, wenn an zahlreichen Beispielen festgestellt wird, wie der tatsächliche Verlauf der vorstehend definierten abhängigen und unabhängigen veränderlichen Größen ist, und ob man den Verlauf der ersteren befriedigend mit Hilfe irgend einer der letzteren darstellen kann. Wir werden in einer weiteren Mitteilung zunächst über derartige Versuche berichten, die dahin zu deuten scheinen, daß die Verhältnisse insofern kompliziert liegen, als sich für verschiedene Spektren verschiedene Variable ergeben.

II. Über Spektralröhren für Gleichstrombetrieb.

1. Schon oft ist es als wünschenswert bezeichnet worden, an Stelle der gewöhnlichen Spektralröhren solche für Gleichstrombetrieb zu verwenden. So groß auch die Vorzüge der mit einem Induktorium betriebenen Geißlerschen Röhren infolge ihrer bequemen Verwendung und ihrer Brauchbarkeit beim Nachweis geringer Gasmengen sein mögen, so versagen sie

doch, wenn es sich um quantitative Untersuchungen, etwa Energiemessungen in Gasspektren, oder um Erreichung möglichst großer Helligkeit handelt. Im ersten Falle sind nicht nur die mittleren Intensitäten, selbst bei Verwendung von elektrischen Schwingungen mit großer Maximalstromstärke, verhältnismäßig klein, sondern die komplizierten, von Apparat zu Apparat in schwer kontrollierbarer Weise sich ändernden elektrischen Bedingungen der Entladung schließen im allgemeinen eine Trennung der verschiedenen Bestandteile der Gasspektren und eine Feststellung der Bedingungen ihres Auftretens aus. Wer ferner mit großer auflösender Kraft, beispielsweise mit großen Rowlandschen Gitter Spektren von Geißler-
röhren untersucht hat, wird den Wunsch empfunden haben, die Intensität seiner Lichtquelle zu erhöhen. Man kann sogar behaupten, daß die vielfach unzureichende Kenntnis so mancher Gasspektren, zumal jenseits der Grenzen des sichtbaren Spektrums, zum großen Teil auf die relative Lichtschwäche der Spektalröhren zurückzuführen ist.

2. Es liegt nahe, statt des Induktoriums Gleichstrom zu verwenden. Geschieht dies, so erhält man genau kontrollierbare elektrische Bedingungen und die einzelnen Teile der Strombahn heben sich deutlich und stetig voneinander ab. Dennoch kann man nicht sagen, daß die älteren Versuche mit Gleichstrom den erwarteten Erfolg gehabt hätten. Infolge des in den meisten Gasen, zumal bei höheren Drucken, sehr beträchtlichen Kathodenfalls ist es erforderlich, zum Betrieb der Gleichstromröhren Hochspannungsbatterien zu verwenden. Besitzen diese indes die übliche, durch Rücksicht auf die Kosten, den Raum und die Instandhaltung bedingte Form, so kann man ihnen nur wenige Milliampères entnehmen. Gleichstromdynamos von entsprechender Leistungsfähigkeit sind aber nicht nur sehr kostspielig, sondern auch recht diffizil und können wohl schwerlich als Mittel der gewöhnlichen Laboratoriumspraxis in Frage kommen.

Allein, auch wenn eine Stromquelle von der genügenden Spannung und Kapazität zur Verfügung steht, so wird doch die an der Kathode bei höheren Stromstärken geleistete Arbeit so groß, daß besondere Vorkehrungen getroffen werden müssen, um Röhre und Elektrode vor dem Schmelzen zu bewahren.

So viel wir sehen, liegen daher auch nur wenige Versuche in dieser Richtung vor. Die ausgezeichneten und bemerkenswerten Erfolge, die Paschen¹⁾ mit Quarzröhren mit

1) F. Paschen, Ann. d. Phys. (4) 27 p. 537—570, 1909.

Gleichstrombetrieb unter Benutzung einer Batterie von ausnahmsweise großer Kapazität und Elementenzahl erreicht hat, sind publiziert worden, als wir den größten Teil unserer Versuche bereits angestellt hatten, so daß wir unabhängig von Paschen einen ähnlichen Weg gegangen sind.

3. Die Eigenschaften der Wehneltschen Kathoden legen es nahe, durch Verwendung von glühenden, mit Oxyden überzogenen Metallblechen als Kathoden die Unbequemlichkeiten der Hochspannungsbatterien zu vermeiden. In der Tat haben neben Wehnelt selbst eine Reihe anderer Beobachter, wie Wiedemann, Geiger, Janicki u. a. derartige Röhren verwendet, die sogar von verschiedenen Seiten in den Handel gebracht worden sind. Dabei haben die einen die Gasentladung als Lichtquelle verwendet, die anderen den bogenähnlichen Entladungsvorgang an der Anode, der eintritt infolge des Anodenfalls, wenn man durch Verkleinern der **Anode** die Stromdichte an derselben genügend steigert. Man erhält alsdann einen Vorgang, der dem von Hagenbach¹⁾ kürzlich beschriebenen Bogen unter vermindertem Druck in den wesentlichen Zügen gleicht. Es ist bei Verwendung Wehneltscher Kathoden leicht, mit Lichtspannung zu Gasentladungen von mehreren Amp. Stromstärke zu gelangen, wenn man Kathoden von genügender Oberfläche verwendet. Für spektroskopische Zwecke kommt es, was verschiedentlich übersehen worden ist, jedoch nicht auf die Stromstärke, sondern auf die Stromdichte und, da die meisten Gase nur wenig absorbieren, auf die Schichtdicke an. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, kann man die bisher erreichten Stromdichten nicht eben als groß bezeichnen, da durchweg Röhren von großem Querschnitt benutzt wurden.

Wir selbst haben, zum Teil in Gemeinschaft mit Herrn J. Kyll eine große Reihe von Versuchen mit Spektralröhren mit Wehneltkathoden angestellt, indem wir deren Form nach den verschiedensten Richtungen hin variiert haben. Wir sind dabei mit dem Durchmesser der Röhre zuletzt bis auf 1 mm heruntergegangen und haben Stromdichten von über 60 Amp./cm² erreicht. Dabei war die Grenze der Stromsteigerung noch keineswegs erreicht. Es war lediglich unmöglich, bei derartigen, starken Bogenentladungen gleichkommenden Stromdichten, Glasröhren zu verwenden. Wir haben verschiedene Formen von Röhren benutzt, die in Wassergefäße eingeschlossen waren, fanden es jedoch unmöglich, in Glasröhren längere Zeit Ströme

1) A. Hagenbach, *Physic. Zs.* **10** p. 649—657, 1909.

von der genannten Größe zu verwenden. Die Erfahrungen mit diesen Röhren, an denen zugleich spektrale Intensitätsmessungen in Emission und Absorption ausgeführt wurden, werden an anderer Stelle ausführlich beschrieben werden.

4. Trotz mancher guten Leistungen haben wir schließlich die beschriebenen Röhren mit Wehneltkathoden wieder verlassen. Die Notwendigkeit, einen besonderen Strom zur Heizung der Kathode zu benutzen, der dazu bei größerer Oberfläche der Kathode gegen 10 Amp. betragen muß, somit viel Wärme produziert, bedingt eine ziemlich große Dimensionierung der Röhre, die mit ihrem Kühlgefäß unhandlich wird. Dazu ist es bei aller Vorsicht kaum zu vermeiden, daß bei derartig starken Strömen, wie wir sie verwendeten, das Kathodenblech hin und wieder durchbrennt. Die hiermit verbundenen Nachteile lassen sich nur unvollkommen durch vorherige Anlage mehrerer Reserveglühkathoden vermeiden. Vor allem aber halten die Glasgefäße nicht die nötige Stromdichte aus. Da man wegen der Glühkathode, die mit den zu ihrer Erneuerung erforderlichen Ansatzstücken nicht unter eine gewisse Grenze verkleinert werden kann, der Röhre ziemliche Dimensionen geben muß, so verbietet sich die Verwendung von Quarzgefäßen schon wegen technischer Schwierigkeiten und den für mäßig dotierte Institute unerschwinglichen Kosten.

5. Wir haben nun gefunden, daß sich durch eine einfache Modifikation der genannten Röhre eine für viele Zwecke äußerst brauchbare Form von Spektralröhre ergibt, die etwa in der Mitte zwischen einer für Hochspannung berechneten und einer Wehneltschen Röhre steht. Man kann nämlich auf den Heizstrom der Glühkathode gänzlich verzichten. In vielen Gasen genügt bis zu Drucken von 10 mm hinauf ein Induktionsstoß eines kleinen Induktoriums oder auch nur das Annähern einer geriebenen Hartgummi-, Glas- oder Siegellackstange an eine mit passender Kathode versehene Röhre, um eine Entladung einzuleiten, wenn nur die zur Verfügung stehende Spannung etwa 800 Volt beträgt. Es genügt dazu, an der Kathode ein kleines Stück, etwa $0,25 \text{ cm}^2$ Platinblech von etwa $0,01 \text{ mm}$ Dicke anzubringen, das vorher durch Eintauchen in eine Lösung von Kalziumnitrat + Bariumnitrat und Glühen in einem Bunsenbrenner mit einer dünnen Schicht der Oxyde überzogen ist. Je dünner der Überzug ist, desto vorteilhafter arbeitet die Röhre, auch kann das Platinblech noch viel kleinere Abmessungen besitzen. Nähert man einer derartigen Röhre z. B. einen geriebenen Hartgummistab, so bemerkt man bei

angelegtem Potential eine leuchtende Vorentladung (Glimmentladung), der das Einsetzen der Bogenentladung mit einem gewissen Zwischenraum, meist unmittelbar, folgt. Die Bogenentladung ist dadurch charakterisiert, daß ein Punkt des Platinbleches durch die Entladung selbst zum Glühen erhitzt wird. Dadurch wird der Kathodenfall auf wenige Volt herabgesetzt und die Klemmenspannung der Röhre sinkt unter Umständen bis auf 90 Volt und weniger. Der Energieverbrauch beschränkt sich im wesentlichen auf die positive Säule und den Anodenfall, so daß sich, wie beim Bogen, die Anode am stärksten erhitzt. Das negative Glimmlicht fehlt.

6. Nach zahlreichen Vorversuchen haben wir die folgende Form der Röhre gewählt (Fig. 1). Sie ist von der Firma Heräus aus Quarzglas hergestellt und kann bei *a* mittels eines Glasschliffs mit der Pumpe verbunden werden. Die Länge der Schenkel *bb* beträgt etwa 22 cm. Die Kugeln haben einen Durchmesser von rund 3 cm. Die Kapillare ist innen etwa 2 mm weit und 60 mm lang. Sie kann sowohl enger, wie auch länger gewählt werden. Wir haben dies vermieden, um die Röhren auch zu Absorptionsversuchen benutzen zu können. Bei *b* sind Nickelstahlelektroden mit Konus eingeschliffen, die durch Aufgießen eines Tropfens Quecksilber gedichtet werden. Die Elektroden sind aus Stahldraht von etwa 2 mm Durchmesser gefertigt und tragen an ihrem unteren Ende ein einige Zentimeter langes dickeres Stück befestigt¹⁾. Das zur Kathode bestimmte trägt einen Schlitz, in den ein Stückchen Platinblech von der beschriebenen Beschaffenheit eingeklemmt wird.

7. Als Stromquelle verwendeten wir eine Akkumulatoren-batterie von 420 Elementen die in Serie maximal 1,2 Amp., für kurze Zeit 1,5 Amp. lieferte und aus den Mitteln der Hittorf-stiftung beschafft worden ist. In der Hoffnung auf eine dermal-einstige Vergrößerung haben wir sie sehr sorgfältig aufgestellt, und durch Paraffin und dicke Glasplatten isoliert. Die Säure ist in der üblichen Weise mit Paraffinöl übergossen; ferner sind die zur Batterie führenden Leitungen mit Paraffinklötzen montiert. Bei verhältnismäßig sehr geringen Anschaffungskosten hat diese Batterie sich seit mehreren Jahren bewährt und ohne jede Störung gearbeitet. Wir haben sie teils als Ganzes, teils mit der Netzspannung von 440 Volt in Serie, teils in Gruppen von 140 parallel geschalteten Elementen benutzt. Dabei zeigte

1) Dasselbe kann natürlich durch Cylinder aus beliebigem Metall z. B. Aluminium ersetzt werden, was in manchen Fällen Vorteile bietet.

sich, daß sowohl die Spannung wie auch die Kapazität der Batterie für alle Zwecke ausreichte. Als Widerstände verwendeten wir Widerstandsbänder der Firma Schniewindt in Neuenrade i. W., die neben großer Billigkeit den Vorzug bequemer Montage, geringer Selbstinduktion und hoher Tragfähigkeit besitzen. Die Klemmspannung der Röhren wurde mit einem geeichten Elektroskop gemessen, da die Zündung bei nicht stromfreien Meßinstrumenten Schwierigkeiten bereitet.

8. Die Charakteristik der Röhren gleicht im ganzen der Charakteristik der Wehnelt röhren. Bei bestimmten von Gas zu Gas wechselnden Drucken setzt die Entladung auch bei 840 Volt von selbst ein. Anderenfalls genügt, wie bereits erwähnt, die Annäherung eines geriebenen Hartgummistabes. Die Wirkung desselben äußert sich vorzugsweise an der Anode. Vielfach genügt es auch, die Röhre durch Berühren oder besser durch Bestreichen mit einer Flamme abzuleiten. Dies erwies sich manchmal als notwendig, wenn die Röhre längere Zeit gebrannt hatte und man die Entladung durch elektrostatische Wirkung einleiten wollte. Neben der ableitenden Wirkung einer Flamme besteht auch eine Wirkung der Wärme. Auch wenn man die Röhre mittels einer Bunsenflamme zu schwacher Rotglut erhitzt, tritt eine Herabsetzung des Entladungspotentials ein. Da man bei diesen Versuchen eine intensive blaugrüne Phosphoreszenz des Quarzgefäßes unter dem Einfluß der ultravioletten Strahlung der Bunsenflamme beobachtet (der innere Kegel ist besonders wirksam) so liegt es nahe, eine Wirkung des ultravioletten Lichtes zu vermuten. Diese Annahme trifft indes nicht zu, wie wir uns durch Kontrollversuche mit Hilfe einer Bogenlampe und des durch eine Quarzlinse konzentrierten Lichtes einer Funkenstrecke überzeugten. Ebenso wenig zeigte die Strahlung von Radiumbromid eine herabsetzende Wirkung. Sie hatte zuerst 0,5 mm Glas und dann das Quarzglas zu durchdringen; möglicherweise ist das negative Resultat hierauf zurückzuführen. Die Annäherung eines Magnetfeldes erwies sich gleichfalls als unwirksam. Doch sind wir noch mit genaueren Versuchen über diesen Punkt beschäftigt. Endlich genügt es auch, wie bereits erwähnt, zur Einleitung der Entladung einen Induktionsstoß eines kleinen Induktoriums durch die Röhre gehen zu lassen. Dazu wird ein Pol mit der entfernteren Elektrode, der andere mit einem Platindraht verbunden, den man in das Glasstück einsetzt, das die Röhre mit der Pumpe verbindet.

9. Mit Hilfe der genannten Mittel gelingt es unschwer, bei Drucken von rund 0,5 bis 10 mm, also gerade in dem für

die meisten spektroskopischen Zwecke in Frage kommenden Druckgebiete, Entladungen einzuleiten. Die Grenzzahlen für die Drucke wechseln mit dem benutzten Gase und mit der Röhre. Will man zu höheren Drucken übergehen, so empfiehlt es sich, zuerst die Entladung bei niedrigerem Drucke einzuleiten und dann während des Durchganges des Stromes Gas zuzulassen. Evakuiert man unter eine bestimmte Grenze, so tritt zunächst die Glimmentladung ein, die Stromstärke geht herunter und zuletzt erlischt die selbständige Strömung. Innerhalb des genannten Druckintervalls läßt sich die Stromstärke jedoch in einfachster Weise regulieren und bleibt bis auf Bruchteile eines Prozentes konstant. Geht man bei Röhren von der beschriebenen Größe mit der Stromstärke erheblich unter 200 Milliamp. herunter, so setzt leicht die Glimmentladung ein, indem die verhältnismäßig geringe Wärmemenge, die an der Kathode produziert wird, durch Wärmeleitung abgeleitet wird und der Rest nicht mehr genügt, um die zur Beseitigung des Kathodenfalls nötige Temperatursteigerung hervorzubringen. Unter gewissen Umständen beobachtet man alsdann einen periodischen Wechsel zwischen Bogen- und Glimmentladung. Nachdem die Glimmentladung einige Zeit gedauert hat, steigt infolge des erhöhten Kathodenfalls die Temperatur der ganzen Kathode und die Temperatur des Platinblechs überschreitet die zur Erreichung der Bogenentladung notwendige Grenze. Sobald dies geschehen ist und die Bogenentladung beginnt, sinkt die an der Kathode geleistete Arbeit, das Glimmlicht setzt wieder ein und der Vorgang wiederholt sich. Man kann sein Einsetzen beliebig verzögern, wenn man das Oxydblech genügend verkleinert, aus dünnerem Bleche herstellt und mittels eines dünnen Drahtes mit der Stahlkathode verbindet. Mit steigender Stromstärke nimmt der Durchmesser der an der Kathode glühenden Stelle zu. Man bemerkt jedoch erst bei Strömen von etwa 0,7 Amp. aufwärts Zeichen einer stärkeren Verdampfung der die Kathode bedeckenden Oxyde. Es bildet sich dann eine unmittelbar der Kathode aufsitzende Aureole von rotgelber Farbe, die neben einigen Linien des Kalziums und Bariums die Oxydbanden der beiden Metalle zeigt. Diese Bemerkung stützt sich nur auf okulare Beobachtung. In den Spektren der Kapillare ist im allgemeinen nichts von den Linien der genannten Metalle zu bemerken. Es empfiehlt sich indes, einen Überschuß von Oxyd an der Kathode zu vermeiden. Denn infolge der Verdampfung eines Teiles desselben bildet sich in der Kapillare ein Oxydanflug, der bei Glühhitze das Quarzglas angreift und trübt. Für den normalen Gebrauch

der Röhre bei Längsdurchsicht ist dies jedoch ohne Bedeutung, da sich die Trübung auf die Kapillare beschränkt und erst nach wochenlangem Gebrauche eintritt, außerdem bei der nötigen Vorsicht ganz vermieden werden kann. Aus dem genannten Grunde empfiehlt es sich ferner, stets von der Seite der Anode her zu beobachten. Bei längerem Gebrauche und bei Verwendung höherer Stromstärken zerstäubt zudem die Kathode und bildet allmählich einen braunen Überzug auf der Innenseite der Röhre, der bei Stahlelektroden aus Eisen und Platin besteht. Derselbe ist jedoch leicht mit verdünnter Salpetersäure zu entfernen.

10. Wir haben in den Quarzröhren Ströme bis 1,5 Amp. benutzt. Eine weitere Steigerung verbietet sich durch die zunehmende Erhitzung der Anode, die bereits bei 0,7 Amp. lebhaft glüht. Auch die Kapillare wird bei der genannten Stromstärke bereits zu Gelbglut erhitzt. Trotzdem ist infolge der langen Schenkel der Röhre eine Kühlung der Elektroden überflüssig.

Bei Stromstärken von etwa 0,2–1,5 Amp. bzw. Stromdichten von 6–30 Amp. pro cm^2 cr. leuchteten die Röhren mit verschiedenen Gasfüllungen mit bogenähnlichem Glanze; wie in der Nähe einer Quarz-Quecksilberbogenlampe macht sich intensiver Ozongeruch bemerkbar, bei verschiedenen Gasen verschieden, besonders intensiv bei Füllung mit CO. Zur Aufnahme einer mit Stickstoff gefüllten Röhre mit Hilfe eines Rowlandschen Konkavgitters von 180 cm Brennweite, geringer Breite der Fläche und mäßiger Lichtstärke genügte eine Expositionszeit von 1–2 Minuten, um in der ersten und zweiten Ordnung das ganze Spektrum unterhalb $\lambda = 4800$ auf gewöhnlichen Platten zu erhalten. Ein Konkavgitter von 3 m Radius lieferte in der dritten Ordnung das gleiche Spektrum in 10 Minuten. Ähnliche Expositionszeiten ergaben sich für Röhren mit Wasserstoff, Kohlendioxyd, Kohlenoxyd usw. Die genannten Zahlen haben selbstverständlich keinen absoluten Wert, da sie von zu vielen wechselnden Bedingungen abhängen, genügen jedoch, um einen Vergleich mit gewöhnlichen Spektralröhren zu ermöglichen, die, mit einem Induktorium von 40 cm Schlagweite und einem Primärstrom von etwa 8 Amp. betrieben, stundenlange Expositionszeit erforderten.

11. Die Füllung und Reinigung der Röhren unterscheidet sich nicht von dem gewöhnlich bei Spektralröhren angewendeten Verfahren. Wir verweisen besonders auf die Abhandlung von Paschen, und machen nur einige Bemerkungen. An störenden Verunreinigungen der Röhren haben wir besonders Wasserstoff, Wasserdampf, Quecksilber sowie Kohlenstoff und seine Ver-

bindungen bemerkt. Die Linien des Quecksilbers sind, zumal auch bei photometrischen Messungen, sehr störend. Sie rühren von dem aus der Pumpe stammenden Quecksilberdampf her, werden jedoch nur stark, wenn die Dichtungen der Elektroden nicht sorgfältig hergestellt sind. Beim Einsetzen der Elektroden und dem Aufgießen des Quecksilbers ist peinlich darauf zu achten, daß keine Spur des Metalls in die Röhren eindringt. Nur dann läßt sich der Quecksilberdampf der Röhre durch häufiges Erhitzen, Ausspülen und starkes Evakuieren, ev. mit Hilfe flüssiger Luft und Kohle unschädlich machen.

Der Wasserstoff stammt vermutlich aus den Elektroden, die längere Zeit erhebliche Mengen des Gases abgeben. Man erhält alsdann, trotz sorgfältigsten Trocknens meist gleichzeitig, das Spektrum des Wasserdampfes, wohl infolge einer Wasserabgabe der Oxydkathode und teilweiser Reduktion der Oxyde durch den Wasserstoff. Nach einiger Zeit läßt jedoch die Wasserstoffproduktion nach und mit ihr verschwindet auch das Wasserdampfspektrum. Eine Bestätigung dieser Erklärung des Auftretens der Wasserdampfbanden ergibt sich auch, wenn man die Röhren mit möglichst sorgfältig hergestelltem und getrockneten Wasserstoff füllt. Man erhält alsdann neben den Linien des Serienspektrums und dem zweiten Wasserstoffspektrum (Viellinienspektrum) zugleich Linien der stärksten Wasserdampfbande bei 3064. Das Auftreten von Linien des Wasserstoffs kann ferner dadurch herbeigeführt werden, daß man die Röhre mit einer Wasserstoff- oder Kohlenwasserstoffflamme stark erhitzt. Es diffundieren alsdann Kohlenwasserstoffe und Wasserstoff ins Innere der Röhre.

Die Spektren des Kohlenstoffs und seiner Verbindungen rühren zum Teil von Verunreinigungen der Röhren selbst, zum größeren Teil von dem Kohlenstoff der Stahlelektroden her. Bei Stickstofffüllung erhält man daher zunächst das Cyanspektrum, ferner das Kohlenstoffbandenspektrum (Swan-Spektrum) in mehr oder minder vollständiger Entwicklung, außerdem die Linien des Kohlenstoffs selbst als Verunreinigung. Ist Stickstoff ausgeschlossen, so findet man neben den genannten Spektren vielfach noch die dritte, Deslandressche Gruppe der sog. Kohlenoxydbanden als Verunreinigung. Alle diese Verunreinigungen sind anfangs störend, verschwinden jedoch bei längerem Stromdurchgang bei häufigem Evakuieren, Ausspülen mit Sauerstoff und Ausspülen mit dem Füllgase, so daß man sehr reine Röhren erhalten kann.

12. Die genaue Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der beschriebenen Röhren stößt auf erhebliche Schwierig-

keiten. Messungen des Potentialgefälles an der Anode und Kathode sowie des Gradienten in der positiven Säule sind bei den von uns benutzten Stromdichten bisher nicht ausgeführt worden und schwierig, da sich Sonden schlecht einführen lassen und abschmelzen. Wenn man die bei den stärksten bisher benutzten Strömen ausgeführten Messungen extrapoliert, so findet man einen Anodenfall von etwa 15—20 Volt unter der Annahme, daß sich auch in dem fraglichen Bereich der Anodenfall nur langsam mit der Stromdichte ändert und die Änderungen mit dem Druck usw. vernachlässigt werden können. Der Kathodenfall kann nach dem an glühenden Oxydkathoden ausgeführten Messungen abgeschätzt werden und ist jedenfalls sehr klein. Man erhält so Näherungswerte für den Potentialgradienten in der positiven Säule, die zugleich eine Abschätzung des Energieverbrauches pro Volumeinheit ermöglichen. Die so erhaltenen Werte stimmen für ungeschichtete Entladung angenähert mit denjenigen überein, die aus den bisherigen Messungen über die Abhängigkeit des Gradienten in der positiven Säule von Rohrweite, Druck und Stromstärke gefolgert werden können. Mitteilungen über diese Beobachtungen sollen noch folgen. Sie sind hier nur erwähnt, um auf die Möglichkeit einer Abschätzung des Energieverbrauches in den Röhren und die Nützlichkeit genauerer Messungen des Anodenfalls hinzuweisen.

Man erhält je nach Stromstärke und Druck geschichtete oder ungeschichtete Entladungen. Daß dieselben kontinuierlich sind, geht innerhalb der Genauigkeit der Methode aus Beobachtungen mit Telephon und rotierendem Spiegel hervor, die wir angestellt haben. Die Entladung steht ihrem allgemeinen Charakter nach in der Mitte zwischen einer Glimmentladung und einem Bogen und gleicht in mancher Beziehung dem Bogen bei vermindertem Drucke, den Hagenbach¹⁾ kürzlich beschrieben hat und in den sie sich durch Steigerung der Stromstärke kontinuierlich überführen läßt.

Wir haben Röhren der beschriebenen Art zu verschiedenen Zwecken mit Nutzen verwenden können. Bei der Benutzung als Lichtquelle zur Photographie von Gasspektren zeigte sich, daß besonders Bandenspektren großer Intensität geliefert wurden. An diesen sowie an verschiedenen Linienspektren hat besonders der eine von uns (J) sowie Kyll photometrische Messungen über den Zusammenhang von Absorption und Emission mit Druck, Stromstärke und Energie-

1) A. Hagenbach, *Physic. Zs.* 10 p. 649—657, 1909.

verbrauch ausgeführt, über die in der nächsten Zeit berichtet werden wird, ebenso wie über die Verwendung zu Versuchen über die Verteilung der Emission über die Entladungsbahn u. a. m.

Bei allen diesen Gelegenheiten haben sich die von uns beschriebenen Röhren bewährt. Bedenkt man, daß eine Quarzröhre nicht nur zum Gleichstrombetrieb geeignet ist, sondern auch als Metallvakuumbogenlampe sowie als gewöhnliche Geißleröhre in Verbindung mit einem Induktorium benutzt werden kann, ferner, daß die Kosten einer Batterie kleiner Akkumulatoren, die eine vorhandene Lichtleitung von 440 Volt auf 840 Volt bringt, oder eines entsprechenden kleinen Generators kaum den Preis eines größeren Induktoriums übersteigen, so wird man zugeben, daß die beschriebene Art von Röhren geeignet ist, in vielen Fällen die üblichen Vakuumröhren zu ersetzen.

Literaturverzeichnis.

1. H. Kayser, Handbuch der Spectroscopie, Bd. II, p. 313—315, 1902.
2. Greenwich Observations 1876, Spectroscopic observ., p. 78—122, 1876.
3. G. G. Stokes, Proc. Roy. Soc. 24, p. 352, 1876.
4. H. W. Vogel, Berl. Ber., 1879, p. 586—604.
5. A. Schuster, Rep. Brit. Ass., p. 296, 1880.
6. B. Nebel, Rep. phys. Techn. 21, p. 671—682, 1885.
7. H. Lagarde, Ann. chim. et phys. (6) 4, p. 248—370, 1885.
8. E. Wiedemann, Ann. chim. et phys. (6) 7, p. 143—144, 1886.
9. E. S. Ferry, Phys. Rev. 7, p. 1—9, 1888.
10. E. A. Simonson, Diss., Kiel 1892.
11. K. Angström, Wied. Ann. 48, p. 493—530, 1893.
12. — Nov. Act. Soc. Upsal. (3) 8, p. 1—45, 1895.
13. E. S. Ferry, Phys. Rev. 7, p. 296—306, 1898.
14. A. Kalähne, Wied. Ann. 65, p. 815—845, 1898.
15. P. Lewis, Wied. Ann. 69, p. 398—425, 1899.
16. K. Langenbach, Diss., Bonn 1902, Ann. d. Phys. (4) 10, p. 789—815, 1903.
17. G. Berndt, Ann. d. Phys. (4) 12, p. 1101—1114, 1903.
18. H. Kayser, Boltzmann Festschrift, p. 38—44, 1904.
19. E. Wätzmann, Diss., Halle 1904, Ann. d. Phys. (4) 14, p. 772—790, 1904.
20. E. Ladenburg, Physik, Zs. 5, p. 525—528, 556, 1904.
21. P. Vaillant, C. R. 142, p. 81—82, 1906.

22. R. Küch und T. Retschinsky, Ann. d. Phys. (4) 20, p. 563—584, 1906.
23. A. Pflüger, Ann. d. Phys. (4) 24, p. 514—526, 1907.
24. H. Geiger, Ann. d. Phys. (4) 22, p. 974—1007, 1907.
25. R. Küch und T. Retschinsky, Ann. d. Phys. (4) 22, p. 595—602, 852—866, 1907.
26. A. Pflüger, Ann. d. Phys. (4) 26, p. 789—805, 1908.
27. W. Berglund, Diss., Upsala 1909.
28. A. Zehden, Diss., Rostock 1909.
29. M. Rosenmüller, Diss., Rostock 1909, Ann. d. Physik (4) 29, p. 355—397.
30. P. G. Nutting und O. Tugman, Nat. 81, p. 189 (1909).
31. Kayser, Handbuch der Spectroscopie, Bd. I, p. 140 ff., II, p. 55, 166, man findet hier die Literatur bis zum Jahre 1902 vollständig.
32. Ch. Féry, Electrochimie 8, p. 152—153, 1902.
33. — C. R. 137, p. 909—912, 1903.
34. Stschecklayew, Ann. d. Phys. (4) 12, p. 579—590, 1903.
35. F. Kurlbaum und G. Schulze, Verh. d. physik. Ges. 8, p. 239—247, 1906.
36. E. Bauer, C.R. 147, p. 1397, 1908, C.R. 148, p. 908, 1756—1759, 1909.
37. Kayser, Handbuch der Spectroscopie, Bd. II, p. 184, Literatur 1902.
38. R. W. Wood, Physic. Zs. 7, p. 926—927, 1906.
39. R. Ladenburg, Verh. d. physik. Ges. 10, p. 560—561, 1909.
40. — Physik, Zs. 10, p. 497—499, 1909.
41. — Habilitationsschrift, Breslau 1909.

Sitzung vom 14. Dezember 1909.

Vorsitzender: Geh. Reg.-Rat Prof. Salkowski.

Anwesend: 48 Mitglieder.

1. Prof. Dr. Thiel:

Osmotische und kapillarchemische Beobachtungen¹⁾

(mit Demonstrationen).

Vor einigen Jahren berichtete H. G. Byers²⁾ über einen Versuch zur Demonstration der Osmose. Er befreite Hühnereier

1) Der Vortrag ist durch Angabe einiger Versuchsergebnisse erweitert worden.

2) Journ. Amer. Chem. Soc. 26, 1545 (1904); Chem. Zentralblatt 1905 I, 134.

durch Behandlung mit konzentrierter Salzsäure von der Schale und erhielt so osmotische Zellen, deren starke Schwellung in destilliertem Wasser und Schrumpfung in gesättigter Chlorcalciumlösung er als sehr anschauliches Mittel zur Demonstration der osmotischen Vorgänge empfiehlt. In der Tat ist die Veränderung, welche Hühnereier unter den angegebenen Bedingungen erleiden, äußerst augenfällig; durch Wägung wie durch Ausmessung kann man sich leicht von dem sehr bedeutenden Grade der Schwellung und Schrumpfung überzeugen. Bei der Verwertung für Vorlesungszwecke fällt jedoch als Übelstand die Notwendigkeit ins Gewicht, den Versuch schon mehrere Stunden oder gar einen ganzen Tag vor der beabsichtigten Demonstration anzusetzen, wenn die Erscheinung mit genügender Deutlichkeit eintreten soll. Der Beschauer sieht daher wohl das Resultat des vorher angestellten Versuches, kann aber selbst den Verlauf der Erscheinung nicht unmittelbar verfolgen.

Dieser Übelstand ist jedoch durch einen ganz einfachen Kunstgriff leicht zu beseitigen. Da nämlich bei der Schwellung des Eies in destilliertem Wasser das Volum zunimmt, muß ja eine Vergrößerung des Auftriebs stattfinden, während die Schrumpfung in einer „hypertonischen“ (einen höheren osmotischen Druck, als der Zellinhalt, besitzenden) Salzlösung eine Auftriebsverkleinerung bewirkt. Beide Vorgänge kann man mit Hilfe der Wage bequem demonstrieren. Man hängt das von der Schale befreite Ei an der einen Schale einer kleinen Handwage auf, taucht es vollständig in die betreffende Flüssigkeit ein und tariert aus. Schon nach wenigen Minuten zeigt ein Ausschlag der Wage nach der einen oder anderen Seite die Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Auftriebs an.

Die Aufhängung der Eier an den Wagschalen kann in verschiedener Weise erfolgen. Man kann sie z. B. in kleine Käfige aus Drahtnetz einschließen und letztere mit Hilfe eines dünnen Drahtes an der Wagschale befestigen. Noch einfacher ist aber das folgende Verfahren: Man siegelt eine kleine Öse aus Kupferdraht an einem Ende des Eies fest, indem man auf die Eierschale (also vor der Behandlung mit Säure) etwas Siegelack bringt, durch gelindes Erwärmen zu einem etwa zehnpfennigstückgroßen Fleck ausfließen läßt und dann die erwärmte Drahtöse in den Siegelack eindrückt. Bei dem nun folgenden Ablösen der Schale bleibt das vom Siegelack bedeckte Stück erhalten, und die Schalenhaut hängt daran so fest, daß das Ei und selbst ein noch größeres Gewicht von dem versiegelten Stück Schale sicher getragen wird. Mit der Öse wird das Ei an das hakenförmig umgebogene Ende eines dünnen

Kupferdrahtes von angemessener Länge gehängt, der dann seinerseits wieder in irgend einer Weise an der Wagschale angebracht wird.

Soll ein Ei in eine Lösung von höherem Volumgewicht (für den Schrumpfungsversuch) gebracht werden, so muß es noch besonders beschwert werden, damit es überhaupt untertaucht. Zu diesem Zwecke wird am entgegengesetzten Ende eine zweite Öse in genau derselben Weise angesiegelt, und in diese hängt man dann ein mit einem Drahtaken versehenes Bleigewicht von entsprechender Schwere (10—20 g). Die Beschwerung empfiehlt sich auch für die Ablösung der Schale, während deren das Ei infolge des Auftriebs der anhaftenden Gasblasen leicht aufschwimmt; man wird also zweckmäßig jedes Ei, das zu den gedachten osmotischen Versuchen benutzt werden soll, mit zwei Ösen versehen.

Ist nun die Aufhängevorrichtung am Ei angebracht, dann erfolgt die Ablösung der Schale durch Eintauchen in eine Säurelösung, über deren Zusammensetzung weiter unten noch zu berichten sein wird. Wenn die Schale — möglichst rasch — entfernt ist, wird das Ei schnell mit Wasser abgewaschen und zunächst in Luft gewogen und zwar so, daß man es naß an einer Wagschale aufhängt; das Gewicht der Aufhängevorrichtung kommt hierbei nicht weiter in Frage, da es sich hier im wesentlichen um die absoluten Gewichtsänderungen und die entsprechenden absoluten Auftriebsänderungen handelt.

In der Tabelle auf folgender Seite sind die Ergebnisse einiger osmotischer Versuche zusammengestellt.

Bringt man also ein Ei z. B. in eine (bei Zimmertemperatur) gesättigte Kochsalzlösung (Versuche 1—3 der Tabelle), so wird die Seite der Wage, an der das Ei hängt, fortschreitend schwerer; in Versuch 2 beträgt die Zunahme mehr als 2 g in einer Stunde.

Daß diese Änderung aber nicht auf einer Vermehrung des Gewichtes des Eies beruht, geht aus der Wägung in Luft hervor, welche eine Gewichtsabnahme ergibt. Diese ist stets größer, als die in untergetauchtem Zustande festgestellte Gewichtszunahme. Diese letztere kann also nur durch eine Verminderung des Auftriebs des Eies veranlaßt werden, und diese wieder erklärt sich aus der bei der Schrumpfung des Eies infolge des osmotischen Wasserverlustes eintretenden Steigerung seines spezifischen Gewichtes.

In destilliertem Wasser (Versuche 4—6) verhält sich das Ei nun umgekehrt: sein Gewicht nimmt, wie die Wägungen in Luft zeigen, erheblich zu — eine Folge des osmotischen Wassereintritts in die Zelle —, während in untergetauchtem Zustande

	Versuch Nr.	Versuchs- dauer	Gewicht (g)		Gewichtsände- rung (g)		Bemerkungen
			in Luft	unter- ge- taucht	in Luft	unter- ge- taucht	
Ei in gesättigter Kochsalz- lösung	1	—	48,6	— ¹⁾	—	—	1) austariert
		4'	—	+0,2	—	+0,2	
		6'	—	+0,3	—	+0,3	
		8'	—	+0,4	—	+0,4	
		12'	47,0	+0,6	-1,6	+0,6	
Ei in gesättigter Kochsalz- lösung	2	—	49,45	18,05	—	—	
		13'	—	18,80	—	+0,75	
		17'	47,70	18,95	-1,75	+0,90	
		34'	46,90	19,50	-2,55	+1,45	
		48'	46,55	19,80	-2,90	+1,75	
Ei in gesättigter Kochsalz- lösung	3	—	51,5	8,75	—	—	
		30'	49,1	9,45	-2,4	+0,70	
Ei in dest. Wasser	4	—	47,0	— ¹⁾	—	—	1) austariert
		11'	—	-0,05	—	-0,05	
		23'	50,0	-0,12	+3,0	-0,12	
Ei in dest. Wasser	5	—	50,9	— ¹⁾	—	—	1) austariert
		48'	55,2	+0,08	+4,3	+0,08	
Ei in dest. Wasser	6	—	56,1	3,25	—	—	Ei mit 5% iger NaCl-Lösung ge- füllt
		15'	57,15	3,08	+1,05	-0,17	
		30'	58,05	2,90	+1,95	-0,35	

eine kleine Gewichtsabnahme (Versuch 4) oder ebenfalls eine, aber nur sehr geringe, Zunahme erfolgt (Versuch 5); das Restgewicht des Eies (Gewicht minus Auftrieb) ändert sich hier also nur unbedeutend, teils in der einen, teils in der anderen Richtung. Daß keine wesentliche Erleichterung eintreten kann, ist verständlich, da das Volumgewicht des Eiinhalts nicht viel von dem des Wassers verschieden ist, und ein weiterer Wassereintritt die schon recht verdünnte Salzlösung relativ nur noch wenig verdünnt.

Das Schwererwerden — übrigens die häufigere Erscheinung — ist vermutlich durch die Kompression der unter der Schalenhaut liegenden Luftblase bedingt; es kann dann die durch die osmotische Schwellung bewirkte Auftriebsvergrößerung durch das Gewicht des eingedrungenen Wassers überkompensiert werden. Im Versuch 4 ist diese Kompensation offenbar nicht vollständig gewesen. Hierbei spielt jedenfalls auch die Dehnbarkeit der Schalenhaut eine wichtige Rolle.

Man kann nun aber leicht eine osmotische Erscheinung hervorrufen, welche hinsichtlich der Gewichtsänderung in Luft

und in untergetauchtem Zustande genau das Gegenstück zu dem Verhalten des Eies in Kochsalzlösung bietet, wenn man an Stelle eines gewöhnlichen Eies eine mit etwa 5%iger Kochsalzlösung gefüllte osmotische Zelle verwendet. Zu diesem Zwecke bohrt man ein Ei vor der Ablösung der Schale an einem Ende (zweckmäßig an demjenigen, an dem die Luftblase sitzt) an und entfernt durch diese Öffnung — durch Aussaugen mit Hilfe der Luftpumpe — den Inhalt des Eies. Der ganze Hohlraum, einschließlich desjenigen der Luftblase, wird nun mit etwa 5%iger Kochsalzlösung gefüllt, die Öffnung durch Verkleben mit etwas Kautschukpflaster und Versiegeln geschlossen, die Aufhängevorrichtung, wie vorstehend beschrieben, am Ei befestigt und endlich die Schale abgelöst. An einem derartig behandelten Ei zeigt sich dann in destilliertem Wasser eine deutliche Gewichtsabnahme (nicht kompensierte Auftriebsvermehrung infolge der merklichen Verdünnung des Zellinhaltes durch die Osmose), während die Wägung in Luft eine Zunahme infolge der Osmose erkennen läßt (Versuch 6).

Der während der Schrumpfung eines Eies in gesättigter Kochsalzlösung erfolgende Austritt von Wasser in die umgebende Lösung läßt sich auch an dem Auftreten von Verdünnungsschlieren erkennen, die von der Oberfläche des Eies aufsteigen. Diese Erscheinung ist schon mit bloßem Auge leicht zu beobachten und gewinnt noch an Deutlichkeit durch die objektive Darstellung mit Hilfe des Projektionsapparates.

(Demonstration der beim Eintauchen eines gewöhnlichen Hühnereis in gesättigte Kochsalzlösung sowie eines präparierten [mit 5%iger Kochsalzlösung gefüllten] Hühnereis in destilliertes Wasser auftretenden Gewichtsänderungen durch Wägung in Luft und in untergetauchtem Zustande; Demonstration des Schlierenphänomens durch Projektion.)

Ist somit das Verhalten des als osmotische Zelle benutzten Eies in Wasser und in einer hypertonischen Lösung leicht verständlich und wegen der Anschaulichkeit der unmittelbaren Wirkung der Osmose¹⁾ für einen Vorlesungsversuch in der mit-

1) Die Schalenhaut des Hühnereis ist übrigens keineswegs eine ideale Membran, sondern gestattet auch Salzen in deutlich nachweisbarem Umfange den Durchtritt. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man ein Ei (dessen Schale zu diesem Zwecke natürlich nicht mit Salzsäure, sondern mit Salpetersäure abgelöst wird) in destilliertem Wasser der Osmose überläßt und nach einiger Zeit das Wasser mit Silbernitrat in salpetersaurer Lösung auf Chlorion prüft; schon nach kurzer Zeit ist die Chorsilberreaktion deutlich und verstärkt sich im Verlaufe der Osmose wesentlich. Die salpetersaure Lösung der Schale

geteilten Form verwendbar, so verdienen andererseits gewisse Erscheinungen, die bei diesem Versuche eigentlich nur nebenbei beobachtet wurden und mit dem soeben Dargelegten nur äußerlich in Zusammenhang stehen, ein noch größeres Interesse.

Es handelt sich um den Vorgang der Ablösung der Eierschale. Benutzt man hierzu rauchende Salzsäure (Byers nahm „konzentrierte“ Salzsäure), so erfolgt in der Tat die Ablösung ziemlich rasch und ohne besonders bemerkenswerte Begleiterscheinungen. Verwendet man aber, um die Unannehmlichkeiten des Arbeitens mit rauchender Säure zu vermeiden, etwas verdünntere Säure, etwa 5 n.-Salzsäure, so treten recht merkwürdige Schwierigkeiten auf.

Die Auflösung des Calciumcarbonats erfolgt anfangs sehr flott, verlangsamt sich aber in wenigen Sekunden zusehends und hört bald ganz auf. Das Ei ist dann von einem dichten Schaum großer Kohlendioxydblase umgeben und wird dadurch offenbar vor der weiteren Einwirkung der Säure geschützt. Nimmt man das Ei in diesem Zustande aus der Säure heraus, wäscht es mit Wasser ab und entfernt den schleimigen Schaum durch Abreiben, so wiederholt sich bei erneutem Eintauchen in die Säure der Vorgang in genau derselben Weise, und die vollständige Entfernung der Schale gestaltet sich infolge der Notwendigkeit, das Abwaschen sehr häufig auszuführen, zu einer höchst umständlichen und langwierigen Operation.

Die Ursache der erwähnten Schaumbildung ist wohl zweifellos in dem Eiweißgehalt der Eischale zu suchen.

Es ist bekannt, daß Eiweiß und viele andere Stoffe, die sich in Wasser kolloidal lösen, diesem die Fähigkeit zur Bildung beständiger Schäume verleihen. Wie bei der Entstehung der Emulsionen flüssiger Stoffe und der Suspensionen fester Stoffe in Lösungsmitteln, so ist auch beim Auftreten von Schäumen, die man als grobe Gasemulsionen auffassen kann, der Zustand der Trennungsflächen in den betreffenden heterogenen Gebilden von größter Wichtigkeit. Es kommen hier die Wirkungen und Beziehungen der Oberflächenspannung¹⁾ sehr wesentlich in Betracht. Gelöste Stoffe können die Oberflächenspannung des Lösungsmittels unbeeinflusst lassen, erhöhen oder erniedrigen — homoiotone, hypsotone resp. bathotone Stoffe. Nach dem Prinzip des Minimums der freien Energie als Bedingung des

ist fast völlig chloridfrei, wenn die Ablösung rasch genug bewerkstelligt wird.

1) Näheres und Literatur findet sich in Michaelis, Dynamik der Oberflächen, Dresden, Steinkopff, 1909.

stabilen Gleichgewichtes stellt sich nun bei bathotonen Stoffen ein Verteilungszustand des gelösten Stoffes im Lösungsmittel in der Weise ein, daß unter den obwaltenden Umständen die Oberflächenspannung der Flüssigkeit so klein ist als möglich, d. h. eine Anhäufung des bathotonen Stoffes in der Oberflächenschicht stattfindet. Damit bildet sich ein Konzentrationsgefälle aus, das einen bestimmten Betrag an (freier) osmotischer Energie repräsentiert; zwischen der letzteren und der Oberflächenenergie der Flüssigkeit tritt ein Gleichgewichtszustand ein. Dieser wird erst bei um so stärkerer Anreicherung des gelösten Stoffes in der Oberfläche erreicht sein, je stärker die spezifische bathotone Wirkung der gelösten Substanz, und je geringer der einem bestimmten Konzentrationsgefälle entsprechende Betrag an osmotischer Energie ist. Für letztere ist aber bei dem gleichen Konzentrationsgefälle der osmotische Druck (bzw. dessen Gefälle) maßgebend, und daraus ergibt sich die Notwendigkeit, daß hochmolekulare Stoffe, wie z. B. die Kolloide, sich in besonders auffälligem Maße in der Oberfläche anhäufen. In der Tat ist beobachtet worden, daß manche Kolloide sich zum allergrößten Teile — und zwar nahezu unabhängig von der Verdünnung der Lösung — an die Oberfläche begeben und durch Schaffung immer neuer Oberflächen (Schütteln, Gasdurchleiten) nahezu vollständig aus der Lösung entfernen lassen. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die betreffenden Stoffe ziemlich stabile, in ihren Eigenschaften an feste Körper erinnernde Häutchen an der Oberfläche bilden — eine bei Kolloiden sehr verbreitete Eigentümlichkeit — oder sogar, einmal an der Oberfläche abgeschieden, nicht mehr oder doch nur schwierig wieder in Lösung gehen. Solche Lösungen geben auch die beständigsten Schäume. Die Beständigkeit eines Schaumes scheint also dann besonders groß zu sein, wenn der gelöste Stoff, sich in der Oberfläche anreichernd, dort die Viskosität des Lösungsmittels stark erhöht; denn die durch besondere Zähigkeit ausgezeichneten Oberflächenschichten können, falls sich der gelöste Stoff nicht direkt rein ausscheidet (was vielfach schwierig nachzuweisen sein wird), als Lösungen hoher Konzentration und darum stark erhöhter Viskosität aufgefaßt werden.

Die Gegenwart eines bathotonen, die Viskosität des Lösungsmittels stark erhöhenden Kolloids wird also den Verlauf einer mit Gasentwicklung verbundenen Reaktion eines festen Körpers mit einer Flüssigkeit in der Weise stören, daß sich um den reagierenden festen Körper ein aus Bläschen des entwickelten Gases bestehender, haltbarer Schaum bildet, der der Flüssigkeit den weiteren Zutritt in höherem oder geringerem Maße verwehrt.

Man kann in der Tat diesen Einfluß von Kolloiden sehr deutlich beobachten. Ausser mit Eiweiß läßt sich diese Erscheinung z. B. mit Gelatine leicht demonstrieren. Wenn man z. B. ein Stückchen Marmor mit irgend einer verdünnten Säure übergießt, sodaß eine lebhaftere Kohlendioxyd-Entwicklung erfolgt, und dann etwas Gelatinelösung zufügt, so beobachtet man, je nach der Menge des Zusatzes, eine geringere oder bedeutendere Verlangsamung der Auflösung, indem sich das Marmorstückchen mit einer schützenden Schaumhülle, die verschiedene Grade der Festigkeit erreichen kann, umgibt. (Demonstration.)

Wir haben hier also dieselbe Erscheinung, die bei dem Versuche, die Schale eines Eies in mäßig verdünnter Säure aufzulösen, eintritt.

Ähnliche Beobachtungen kann man bei verschiedenen anderen Vorgängen, die unter Gasentwicklung an der Grenze fest-flüssig verlaufen, machen, so z. B. bei der Reaktion zwischen Zink und Säure in Gegenwart von Gelatine, ferner bei der Gleichstrom-Elektrolyse, etwa von verdünnter Schwefelsäure zwischen Platinelektroden. In letzterem Falle sieht man, wie die Entwicklung der Gase an den beiden Elektroden bei Gegenwart von auch nur wenig Gelatine träger ist, als sonst unter den gleichen Bedingungen, und wie sich die Elektroden mit einem zähen Schleim bedecken. Diese Schaumbedeckung hat offenbar auch einen Einfluß auf die Stromleitung infolge der Verringerung des leitenden Querschnitts des Elektrolyten, wie aus dem merklichen Sinken der Stromstärke bei gleichbleibender Badspannung infolge eines selbst sehr geringen Gelatinezusatzes hervorgeht. Eine verdünnte Schwefelsäure, die etwa 0,1—0,2% Gelatine enthielt, leitete bei der Elektrolyse mit Gleichstrom rund 10% schlechter als eine gelatinefreie von genau derselben Konzentration und Temperatur. (Demonstration.)

Der Gelatinezusatz selbst bewirkt in der angegebenen Verdünnung, wie aus Versuchen mit Wechselstrom nach der üblichen Methode schon bekannt ist, keine nennenswerte Leitfähigkeitserniedrigung. Seine Wirkung ist vielmehr an das Auftreten von Gasblasen gebunden, die bei Gegenwart von Gelatine einen haltbaren Schaum bilden.

Von demselben Gesichtspunkte aus erklärt sich auch die Neigung vieler kolloider Lösungen (z. B. von Leim) zum „Anbrennen“, wenn man versucht, sie auf freier Flamme zum Sieden zu erhitzen. Die ersten sich am Boden bildenden Dampfblasen bleiben dort hängen unter Bildung eines zähen Schaumes, schützen den Boden des Gefäßes vor der weiteren direkten Berührung mit der Flüssigkeit und ermöglichen

damit die Überhitzung des Gefäßbodens, die das „Anbrennen“ bedingt.

Wenn sich nun verschiedene bathotone Stoffe in gemeinsamer Lösung befinden, so pflegt sich nur einer von ihnen vorzugsweise in der Oberfläche zu konzentrieren, während die übrigen daraus verdrängt werden, und zwar gibt es für diese Erscheinung eine „Verdrängungsreihe“, in der jedes vorhergehende Glied das nachfolgende aus der Oberfläche verdrängt. Hierbei spielt vermutlich auch die spezifische bathotone Wirkung jedes einzelnen Stoffes eine wesentliche Rolle. So zeigt sich denn, daß Substanzen, welche in besonders hohem Grade bathoton sind, wie Alkohol, Äther, Essigsäure u. a., die Beständigkeit der in kolloiden Lösungen sich bildenden Schäume je nach ihrer Konzentration verringern oder ganz aufheben. Eine etwaige Verringerung der Viskosität des Wassers durch den Zusatz der genannten Flüssigkeiten kommt hier kaum in Frage, da der schaumzerstörende Einfluß auch bei solchen Zusätzen beobachtet wird, welche die innere Reibung erhöhen (z. B. Essigsäure), bei anderen (z. B. beim Alkohol) nicht nur in denjenigen Konzentrationsgebieten, in denen eine Verminderung, sondern (und gerade vorzugsweise) auch in denjenigen, in denen eine Vermehrung der Viskosität stattfindet. Die starke Verminderung der Oberflächenspannung, welche z. B. Äther in Wasser hervorruft, läßt sich leicht daran erkennen, daß die beim Austropfen von Wasser aus einer Röhre von gegebenem Durchmesser zu beobachtende maximale Tropfengröße, welche zur Messung der Oberflächenspannung dienen kann, durch Ätherzusatz bedeutend herabgedrückt wird. (Demonstration des Abfallens eines an einer Röhre hängenden noch nicht maximalen Tropfens beim Eintauchen in ein mit Ätherdampf gefülltes Gefäß.)

Äther zerstört auch, selbst wenn er nur in Dampfform zugesetzt wird, sonst sehr beständige Schäume sehr energisch. (Demonstration mit Gelatineschaum.)

Man kann sich nun stark bathotoner Substanzen mit Erfolg bedienen, um die Störungen, welche mit Gasentwicklung verbundene Auflösungs Vorgänge durch die Gegenwart von Kolloiden erfahren, wenigstens zum größten Teile wieder zu beheben. Die Ablösung der Schale eines Eis verläuft z. B. in wenigen Minuten, wenn man zu der wenig verdünnten Säure eine ausreichende Menge Alkohol hinzufügt. Als sehr günstiges Verhältnis hat sich das von 5 Volumina 5 n. Salzsäure zu 3 Volumina Alkohol erwiesen. Noch günstiger wirkt der Zusatz des noch stärker bathotonen Amylalkohols. Eine 5 n. Salzsäure, die

mit Amylalkohol gesättigt ist (nur etwa 4% Alkohol), ist der erstgenannten Lösung mit Äthylalkohol noch überlegen (schon wegen der höheren Säurekonzentration). (Demonstration der Einwirkung reiner und mit Äthyl- bzw. Amylalkohol versetzter Salzsäure mässiger Konzentration auf die Schale von Hühnereiern).

Zu messenden Versuchen über die Verlangsamung einer Gasentwicklung durch Kolloidzusatz und die Beseitigung dieser Störung durch stark bathotone Stoffe eignet sich die Reaktion zwischen Zink und verdünnter Säure. Man übergießt zu diesem Zwecke gleich schwere und (damit die Oberfläche überall gleich groß ist) gleichartig geformte Stückchen präparierten, d. h. in angesäuerter Kupfersulfatlösung verkupferten, Zinks in kleinen Erlenmeyerkölbchen mit Lösungen, die teils nur aus verdünnter Salzsäure, teils aus dieser mit Gelatinezusatz bzw. einem weiteren Zusatz von Alkohol oder Essigsäure bestehen.

Sehr augenfällig sind die beobachteten Unterschiede bei der Verwendung folgender Lösungen:

- I. 25 ccm 5 n. HCl, 25 ccm dest. Wasser.
- II. 25 ccm 5 n. HCl, 15 ccm dest. Wasser, 10 ccm 1%ige Gelatine.
- III. 25 ccm 5 n. HCl, 15 ccm Alkohol, 10 ccm 1%ige Gelatine.
- IV. 25 ccm 5 n. HCl, 15 ccm Eisessig, 10 ccm 1%ige Gelatine.

Die Lösungen sind also in bezug auf die Salzsäure von gleicher Konzentration. Nimmt man überall Zinkstückchen von etwa 5 g Gewicht, so entwickelt die Lösung I 50 ccm Wasserstoff in einigen Minuten, II erst in mehr als einer halben Stunde; in IV bewirkt die Essigsäure eine Reduktion der Reaktionszeit gegen II um etwa die Hälfte, also auf etwa eine Viertelstunde, während die Wirkung des Alkohols in III nicht ganz so bedeutend ist. Die außerordentliche Verlangsamung der Reaktion durch Gelatine und die günstige Wirkung bathotoner Stoffe ist also sehr deutlich zu ersehen.

Man fängt das Gas in Eudiometerröhren (in der pneumatischen Wanne) auf; den gleichzeitigen Beginn des Messungsversuches bei allen vier Lösungen bewirkt man dadurch, daß man durch den Gummistopfen jedes der vier Entwicklungskölbchen noch ein zweites Rohr hindurchführt, durch welches das Gas bis zum Beginn der eigentlichen Messung frei in die Atmosphäre entweichen kann. Im gewünschten Momente werden diese Röhren alle vier gleichzeitig abgesperrt, indem man ihre äußeren Enden, die dicht nebeneinander in gleicher Höhe münden, in eine mit Quecksilber gefüllte Schale eintaucht. Das von nun an entwickelte Gas nimmt dann seinen Weg durch die eigentlichen, unter den Eudiometerröhren mündenden Gasentbindungsröhren. (Demonstration der Messungsversuche.)

Es sei schließlich noch auf die Möglichkeit hingewiesen, daß bei jeder unter Gasentwicklung verlaufenden Auflösungsreaktion die Art und Dauer der Bedeckung des festen Körpers mit Gasblasen von Einfluß auf die Geschwindigkeit der Reaktion ist. Die letztere würde daher unter gleichen Konzentrationsverhältnissen und bei Gleichheit aller übrigen Bedingungen vermutlich auch von der Oberflächenspannung abhängig sein, da diese für die Größe der Gasblasen und die Dauer ihres Haftens am festen Körper nicht ohne Bedeutung sein kann.

Vielleicht ergibt sich hieraus auch eine Erklärung für die schon lange bekannte, bisher aber unerklärt gebliebene Tatsache, daß sich Zink in verdünnter Schwefelsäure derselben Konzentration etwas rascher löst, als in Salzsäure und Salpetersäure (selbstverständlich bei ganz gleich großer reagierender Zinkoberfläche), während wegen der etwas geringeren Stärke der Schwefelsäure (in der zweiten Stufe) eher das entgegengesetzte Verhalten zu erwarten wäre. Schwefelsäure ist nun hypsoton, während Salzsäure und Salpetersäure, und zwar beide etwa in demselben Grade, bathoton sind; ob das beobachtete Verhalten durch einen auf der Verschiedenheit kapillarchemischer Verhältnisse beruhenden Unterschied in der Art der Bedeckung des Metalls durch die Wasserstoffbläschen erklärt werden kann, müßte noch durch besondere Versuche festgestellt werden.

2. Professor Dr. Rosemann:

Die Geschwindigkeit der Verbrennung des Alkohols im Körper.

Daß der Alkohol nach seiner Einführung in den Körper hier zum bei weitem größten Teil verbrennt, kann heute als endgültig entschieden angesehen werden. Nach den letzten sorgfältigen Untersuchungen von Atwater und Benedict werden nur 2% des eingeführten Alkohols unverändert durch Niere und Lunge ausgeschieden, 98% dagegen werden zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Wie schnell diese Verbrennung vor sich geht, darüber liegen bestimmte Angaben nicht vor, man findet nur allgemein die Angabe, daß sich diese Verbrennung „schnell“ oder „sehr schnell“ vollzieht, ohne daß ersichtlich wäre, was man hierunter verstehen soll oder worauf sich diese Behauptung stützt. Sicherlich dürfte bei manchen hier die Überlegung zugrunde liegen, daß der Alkohol außerhalb des Körpers eine leicht verbrennliche Substanz ist und sich also deshalb wahrscheinlich auch im Körper entsprechend verhalten wird. Ein derartiger Schluß ist aber von sehr zweifelhaftem Wert; denn außerhalb des Körpers verbrennen wir hochprozentige Alkohollösungen, im Körper

dagegen erreicht der Gehalt der Körperflüssigkeiten an Alkohol selbst bei stärkster Vergiftung noch nicht 1,5%. Und außerdem ist es ja zur Genüge bekannt, wie wenig man berechtigt ist, von dem Verhalten einer Substanz außerhalb des Körpers auf ihr Verhalten im Körper zu schließen. Eine besser begründete Vorstellung von der Geschwindigkeit, mit der der Alkohol im Körper verbrennt, wäre aber in zweifacher Hinsicht wertvoll. Wenn es in der Tat zuträfe, daß der Alkohol im Körper „sehr schnell“, im Extrem also etwa explosionsartig verbrannt würde, so würde die im Alkohol enthaltene chemische Spannkraft plötzlich, ohne Rücksicht auf den augenblicklichen Kraftbedarf dem Körper zur Verfügung gestellt werden, der Körper würde nicht in der Lage sein, diese Spannkraft zweckmäßig zu verwerten, sondern müßte sie, mehr oder weniger ungenützt, etwa als überflüssige Wärme nach außen abgeben. In der Tat sind derartige Einwendungen gegen die Verwendung der chemischen Spannkraft des Alkohols im Körper erhoben worden. — Andererseits kann der Alkohol seine giftigen Wirkungen, die doch auf der Einwirkung des Alkohols als solchen auf die lebenden Gewebe beruhen, nur so lange ausüben, als er noch unverbrannt im Körper kreist; die Intensität der Giftwirkung muß unter sonst gleichen Umständen jedenfalls um so größer sein, je länger sie dauert, oder mit anderen Worten, je langsamer der Alkohol im Körper zersetzt wird.

Man sollte zunächst meinen, daß die Frage nach der Geschwindigkeit der Verbrennung des Alkohols im Körper sich am einfachsten entscheiden ließe durch Tierversuche, in denen man verschiedene Zeit nach Einführung des Alkohols in den Körper den Gehalt, etwa des Blutes an Alkohol feststellt. Derartige Versuche sind in größerer Zahl von Gréhant und Nicloux ausgeführt worden. Sie haben nur den Übelstand, daß sie eben an Tieren ausgeführt worden sind und daß man nicht sagen kann, inwieweit die an Tieren gefundenen Resultate auf den Menschen übertragbar sind; es ist gewiß denkbar, daß die Gewöhnung an Alkohol auf die Geschwindigkeit der Verbrennung einen Einfluß ausübt. Auch haben die französischen Autoren fast durchweg mit sehr hohen Alkoholdosen gearbeitet, die schwere Vergiftungen und sogar den Tod der Versuchstiere herbeiführten, also unter Bedingungen, die dem gewöhnlichen Alkoholgenuß beim Menschen nicht entsprechen. Will man wenigstens einen gewissen Maßstab für die Größe der Alkoholdosis haben, so bleibt nichts übrig, als die Menge des eingeführten Alkohols auf die Einheit des Körpergewichtes zu beziehen. Für den Menschen sind

2–3 g Alcohol absolutus pro Körperkilo und pro Tag die größte Dosis, die ohne deutliche Vergiftungserscheinungen getragen wird; höher wird man also auch bei den Versuchstieren keinesfalls gehen dürfen, um so weniger als diesen die ganze Dosis auf einmal zugeführt wird. Gréhant und Nicloux haben aber sogar bis zu 15 und 22 ccm Alcohol absolut. pro Körperkilo gegeben; diese Versuche können hier natürlich nicht zum Vergleich herangezogen werden. In zwei Versuchen Gréhants, in denen 1 resp. 2 ccm Alcohol absolutus pro Körperkilo gegeben wurde, betrug der Alkoholgehalt des Blutes bei Zufuhr von 1 ccm Alcohol pro Körperkilo nach 1 Stunde 0,09, nach 2 Stunden 0,09, nach 4½ Stunden 0,057, nach 5½ Stunden 0,027, nach 6½ Stunden 0,007 Vol. % — und bei einer Zufuhr von 2 ccm Alcohol pro Körperkilo nach 1 Stunde 0,24, nach 2 Stunden 0,21, nach 6 Stunden 0,12, nach 7 Stunden 0,07, nach 8 Stunden 0,04 und nach 9 Stunden noch 0,02 Vol. %, es war also nach 6½–9 Stunden immer noch Alkohol unverbrannt im Körper vorhanden. Wenn man auch, wie gesagt, diese Resultate nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse beim Menschen übertragen kann, so zeigen sie doch jedenfalls schon so viel, daß die Verbrennung des Alkohols im Körper keineswegs so außerordentlich schnell vor sich geht.

Beim Menschen kann man begründete Vorstellungen von der Geschwindigkeit der Alkoholverbrennung im Körper herleiten aus dem Verhalten der Sauerstoff-Aufnahme und Kohlensäure-Ausscheidung nach Alkoholzufuhr. Als Grundlage dient uns hier die von Zuntz und Geppert zuerst gemachte und seither mehrfach bestätigte Beobachtung, daß die Werte für die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäure-Ausscheidung nach Aufnahme mittlerer Alkoholmengen keine erhebliche Änderung aufweisen. Die Sauerstoff-Aufnahme eines ruhenden Erwachsenen kann man zu 300 ccm pro Minute veranschlagen. Man kann nun zunächst die Annahme machen, daß nach Zufuhr von Alkohol aller aufgenommene Sauerstoff einzig und allein zur Verbrennung von Alkohol dient, alle anderen Verbrennungen also zugunsten der Verbrennung des Alkohols aufhören. Daß eine derartige Annahme übertrieben ist, ist von vornherein wahrscheinlich, es wird dies aber weiter unten auch noch direkt bewiesen werden. Nun braucht 1 g Alkohol zu seiner Verbrennung 2,087 g = 1460 ccm Sauerstoff; die von einem ruhenden Erwachsenen pro Minute eingeatmeten 300 ccm Sauerstoff würden also höchstens 0,2 g Alkohol verbrennen können. In einer Stunde würden also selbst bei Zugrundelegung einer so übertriebenen Annahme höchstens 12 g Alkohol

verbrennen können. Die in einem Liter Bier enthaltenen 35 g Alkohol würden also mindestens zu ihrer Verbrennung im Körper 3 Stunden brauchen, falls während dieser ganzen Zeit überhaupt nur Alkohol im Körper verbrennen würde, tatsächlich also natürlich erheblich längere Zeit. Schon diese Überlegung zeigt, daß auch beim Menschen die Verbrennung des Alkohols verhältnismäßig langsam erfolgen muß.

Eine bestimmtere Vorstellung läßt sich gewinnen auf Grund der Änderung des respiratorischen Quotienten nach Alkoholaufnahme. Bekanntlich versteht man unter respiratorischem Quotienten das Verhältnis der ausgeatmeten Kohlensäure zum eingeatmeten Sauerstoff, beide Gase dem Volumen nach gemessen. Der Wert dieses Quotienten hängt ab von der Art der im Körper verbrennenden Stoffe und läßt daher einen Rückschluß auf diese zu. Im Molekül der Kohlehydrate ist gerade so viel Sauerstoff enthalten, als zur Verbrennung ihres Wasserstoffs nötig ist; es braucht also nur zur Verbrennung des Kohlenstoffs Sauerstoff von außen aufgenommen zu werden. Wenn also im Körper zu irgend einer Zeit nur Kohlehydrate verbrennen würden, so würde aller aufgenommene Sauerstoff zur Verbrennung von Kohlenstoff dienen, und da die hierbei entstehende Kohlensäure dasselbe Volumen hat wie der verbrauchte Sauerstoff, so würde der respiratorische Quotient = 1 sein. Im Molekül der Fette ist erheblich weniger Sauerstoff enthalten, als in dem der Kohlehydrate, bei der Verbrennung der Fette muß also auch für die Verbrennung des Wasserstoffs Sauerstoff von außen aufgenommen werden, der nachher als Wasser aus dem Körper austritt, nicht als Kohlensäure. Die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure wird daher bei ausschließlicher Verbrennung von Fett geringer sein müssen als die Menge des eingeatmeten Sauerstoffs, der respiratorische Quotient wird also unter 1 liegen; genau berechnet ergibt sich der Wert desselben zu 0,71. Bei alleiniger Verbrennung von Eiweiß würde der respiratorische Quotient endlich 0,81 betragen. Tatsächlich verbrennt nun im Körper niemals ein Nährstoff allein, sondern neben Eiweiß, das stets an den Verbrennungen beteiligt ist, Kohlehydrat und Fett oder eins von diesen beiden. Man wird daher unter gewöhnlichen Umständen für den respiratorischen Quotienten einen Wert zwischen 0,71 und 1 finden; ein niedriger respiratorischer Quotient läßt auf vorwiegende Fett-Verbrennung, ein hoher auf stärkere Beteiligung der Kohlehydrate schließen.

Der Alkohol C_2H_6O enthält im Molekül 1 Atom O, ausreichend zur Verbrennung von 2 Atomen H; die noch übrig

bleibenden 4 Atome H brauchen 2 Atome O, und die 2 Atome C brauchen 4 Atome O, zusammen 6 Atome O = $3O_2$. Es müssen also aufgenommen werden 3 Moleküle Sauerstoff, und es entstehen bei der Verbrennung 2 Moleküle CO_2 . Der respiratorische Quotient ist mithin $\frac{2}{3} = 0,67$, also niedriger, als bei irgend einem Nährstoff. Würde zu irgend einer Zeit nur Alkohol im Körper verbrennen, so müßte der respiratorische Quotient auf den Wert 0,67 sinken. Ein derartig niedriger Wert des respiratorischen Quotienten ist aber niemals nach Alkoholaufnahme beobachtet worden; es beweist das, daß unsere oben gemachte Annahme, die von vornherein als übertrieben bezeichnet werden konnte, daß nur Alkohol im Körper verbrennt, tatsächlich niemals zutrifft. Der Wert des respiratorischen Quotienten zeigt nach Alkoholzufuhr eine mehr oder weniger ausgesprochene Tendenz zum Sinken, wie es dem Eintritt des Alkohols in die Verbrennungen entspricht, aber neben dem Alkohol beteiligen sich immer noch andere Stoffe an den Verbrennungen, so daß der Wert 0,67, wie er der reinen Alkoholverbrennung entsprechen würde, niemals erreicht wird.

Je mehr Alkohol sich an den Verbrennungen beteiligt, um so mehr muß dadurch der Wert des respiratorischen Quotienten erniedrigt werden. Man muß daher umgekehrt aus der tatsächlich beobachteten Erniedrigung des respiratorischen Quotienten nach Alkoholaufnahme berechnen können, welcher Anteil der Verbrennungen auf die Alkoholverbrennung entfällt. Es ist dazu nur noch nötig eine Annahme über die Art der Stoffe, die neben dem Alkohol verbrennen. Man kann sich zunächst vorstellen, daß durch den Eintritt des Alkohols in die Verbrennungen die Art der im Körper sonst noch verbrennenden Stoffe nicht geändert wird, daß also der respiratorische Quotient der Stoffe, die neben dem Alkohol verbrennen, derselbe ist, wie der respiratorische Quotient der gesamten Verbrennungen vor der Alkoholaufnahme. Bezeichnet man nunmehr die Menge des pro Minute aufgenommenen Sauerstoffs (die vor und nach der Alkoholaufnahme völlig gleich angenommen wird) mit O, den Anteil des Sauerstoffs, der zur Verbrennung des Alkohols dient, mit O_a , ferner den respiratorischen Quotienten vor der Alkoholaufnahme mit q und nach der Alkoholaufnahme mit q_a , so erhält man folgende Gleichung. Die Menge der nach der Alkoholaufnahme abgegebenen Kohlensäure ist offenbar gleich $O \cdot q_a$. Sie setzt sich zusammen aus demjenigen Anteil, der aus der Verbrennung des Alkohols ent-

steht, nämlich $Oa \cdot 0,67$ und demjenigen Anteil, der aus der Verbrennung der anderen, neben dem Alkohol verbrennenden Stoffe stammt, nämlich $(O - Oa) q$. Also:

$$O \cdot qa = Oa \cdot 0,67 + (O - Oa) q.$$

oder aufgelöst:

$$Oa = O \cdot \frac{q - qa}{q - 0,67}$$

Ob in der Tat, wie wir soeben zunächst angenommen haben, die Art der im Körper verbrennenden Substanzen durch den Eintritt des Alkohols in die Verbrennungen nicht geändert wird, so daß der respiratorische Quotient derselbe bleibt, läßt sich von vornherein nicht entscheiden. Wenn etwa der respiratorische Quotient der neben dem Alkohol verbrennenden Stoffe niedriger würde, als vor der Alkoholaufnahme, so würde sich nach der oben abgeleiteten Formel der Anteil des Alkohols an den Verbrennungen noch zu hoch ergeben, denn es lägen dann tatsächlich zwei Momente vor, die den respiratorischen Quotienten herabdrücken, während wir die ganze Wirkung auf den Alkohol beziehen würden. Diesen Fall lasse ich hier unberücksichtigt, da es mir nur darauf ankommt, den Höchstwert für die Beteiligung des Alkohols an den Verbrennungen, der nach dem respiratorischen Quotienten möglich ist, festzustellen. Wenn dagegen der respiratorische Quotient der neben dem Alkohol verbrennenden Stoffe nach Alkoholfuhr steigen würde, so würde die Berechnung auf Grund der oben abgeleiteten Formel zu niedrige Werte ergeben, da ja die Wirkung des Alkohols auf den respiratorischen Quotienten mehr oder weniger kompensiert würde durch das Steigen des respiratorischen Quotienten der neben dem Alkohol verbrennenden Stoffe. Ein derartiges Steigen des respiratorischen Quotienten der neben Alkohol verbrennenden Stoffe wäre durchaus nicht undenkbar: der Alkohol passiert nach seiner Resorption ins Blut die Leber und könnte hier, wo unter gewöhnlichen Verhältnissen stets Kohlehydrate als Reservestoffe deponiert sind, zu einer stärkeren Abgabe von Kohlehydraten mit ihrem hohen respiratorischen Quotienten Veranlassung geben. Man kann nun die Wirkung dieses Momentes maximal in Rechnung setzen, wenn man annimmt, daß neben Alkohol nur Kohlehydrate verbrennen, daß also der respiratorische Quotient der neben dem Alkohol verbrennenden Stoffe = 1 ist. Man muß also dann in der oben abgeleiteten Formel für q den Wert 1 einsetzen.

Ich habe in dieser Weise den Anteil des Alkohols an den Verbrennungen in den von Geppert (Arch. f. exper.

Pathol. u. Pharmak. 22, 1887, 367) ausgeführten Versuchen berechnet; ich habe dafür diejenigen Versuche ausgewählt, in denen eine besonders starke Herabsetzung des respiratorischen Quotienten nach der Alkoholaufnahme beobachtet wurde, in denen also der Anteil des Alkohols an den Verbrennungen besonders groß war. Das Resultat zeigt die auf Seite 7 stehende Tabelle.

In Stab 6 bis 8 sind jedesmal zwei Zahlen aufgeführt; die erste ergibt sich bei der Berechnung auf Grund der ersten Formel (respiratorischer Quotient der neben dem Alkohol verbrennenden Stoffe derselbe, wie vor der Alkoholaufnahme), der zweite, in Klammern gesetzte Wert ergibt sich unter Zugrundelegung der zweiten Formel ($q=1$).

1. Versuchs- person Bezeich- nung des Versuchs	2. Menge des auf- genom- menen Alkohols cem	3. Respirat. Quotient vor der Alkohol- auf- nahme	4. Respirat. Quotient nach der Alkohol- auf- nahme	5. Sauer- stoffaufn. pr. Min. n. der Alko- holaufn. cem	6. Wieviel vom ein- geatmet. Sauerst. kommt a. Alkohol?	7. Menge des verbrannten Alkohols		8.
						pro Minute	pro Stunde	
Kr. m, n.	70	0,84	0,75	227,3	53% (76% ₀)	0,09 g (0,12 g)	5,4 g (7,2 g)	
Kr. z, bb.	75	0,83	0,76	217,5	44% (73% ₀)	0,07 g (0,11 g)	4,2 g (6,6 g)	
Me. c, f.	50	0,90	0,77	346,5	57% (70% ₀)	0,13 g (0,17 g)	7,8 g (10,2 g)	
Me. g, h.	75	0,88	0,78	278,7	48% (67% ₀)	0,09 g (0,13 g)	5,4 g (7,8 g)	
Mo. d, e.	50	0,89	0,79	297,0	45% (64% ₀)	0,09 g (0,13 g)	5,4 g (7,8 g)	
Li. c, d.	125	0,89	0,72	296,7	77% (85% ₀)	0,16 g (0,17 g)	9,6 g (10,2 g)	

Die Beteiligung des Alkohols an den Verbrennungsprozessen zeigt Stab 6. Abgesehen von dem letzten Versuche ergibt sich eine ziemlich befriedigende Übereinstimmung; rund 50–75% des eingeatmeten Sauerstoffs entfallen auf die Verbrennung des Alkohols. Im letzten Versuche ist die Beteiligung allerdings sogar 77–85%; es handelt sich hier um eine exzessive Alkoholaufnahme (125 cem Alcohol absolutus auf einmal genommen!) bei einem Potator. Die absolute Menge des pro Stunde verbrennenden Alkohols ist, wenn man von dem letzten Versuche absieht, 4–5, resp. 7–8 g; die hohen Werte im Versuche Me, c, f sind nur durch den auffallend hohen

Sauerstoffkonsum bedingt, Geppert gibt selbst an, daß die Versuchsperson in diesem Versuch nicht ruhig lag. Wenn man noch bedenkt, daß alle Voraussetzungen absichtlich so gewählt worden sind, daß die Beteiligung des Alkohols an den Verbrennungen möglichst hoch erscheinen muß, so wird man wohl die absolute Menge des pro Stunde verbrennenden Alkohols bei einem ruhenden Erwachsenen nur auf 6—7 g pro Stunde veranschlagen dürfen; und auch dieser Wert gilt natürlich nur für die erste Zeit nach der Alkoholaufnahme. Für die in einem Liter Bier aufgenommene Menge von 35 g Alkohol wird man also sicherlich beim ruhenden Menschen eine Verbrennungszeit von mindestens 6—7 Stunden anzunehmen haben.

Diese Werte gelten für den verhältnismäßig geringfügigen Stoffwechsel des ruhenden Menschen. Bekanntlich wird die Intensität des Stoffwechsels schon durch scheinbar geringfügige Bewegungen, wie z. B. die des gewöhnlichen täglichen Lebens erheblich erhöht, bei starker körperlicher Tätigkeit kann sie auf das 5—8fache des Ruhewertes und noch höher steigen. Wenn der Alkohol an den gesteigerten Verbrennungen in demselben Verhältnis teilnehmen würde, wie beim ruhenden Menschen, so würde auch die Geschwindigkeit der Verbrennung des Alkohols in demselben Maße zunehmen müssen. Ob in der Tat auch beim arbeitenden Menschen der Alkohol sich zu 50—75% an den Verbrennungen beteiligen kann, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, da keine Untersuchungen über das Verhalten des respiratorischen Quotienten nach Alkoholaufnahme bei gleichzeitiger Muskelarbeit vorliegen. Ein annäherndes Urteil aber läßt sich darüber gewinnen auf Grund einer von Durig ausgeführten Untersuchung (Pflüg. Arch. **113**, 1906, 341). In Verfolg seiner Untersuchungen zur Physiologie des Menschen im Hochgebirge wollte Durig auch den Einfluß des Alkohols auf die Steigarbeit prüfen, und zwar beabsichtigte er zunächst die Wirkung zu untersuchen, die nach Ablauf der eigentlichen Alkoholwirkung, also zu einer Zeit sich zeigen würde, wo der Alkohol bereits ganz oder doch zum größten Teil verbrannt wäre. Er nahm daher den Alkohol (30 ccm, einmal 40 ccm) morgens mit dem Frühstück, dann wurden die nötigen Vorbereitungen für den Marsch und die Versuche getroffen, was $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde in Anspruch nahm, und der Anmarsch zum Tramosner Tobel ausgeführt, der im Mittel eine Stunde dauerte, darauf folgten die eigentlichen Marschversuche auf den Versuchsstrecken am Bilkengrat. Durig war von der Voraussetzung ausgegangen, daß in der Zeit von der Aufnahme des Alkohols bis zum Beginn der eigentlichen Marsch-

versuche (ca. zwei Stunden) der Alkohol ganz oder doch zum größten Teil verbrannt sein würde. Es zeigte sich jedoch, daß dies nicht der Fall war. In den Marschversuchen nämlich, in denen kein Alkohol aufgenommen worden war, zeigten die respiratorischen Quotienten mit dem Aufsteigen in die Höhe ein kontinuierliches Abfallen, in den Alkoholversuchen dagegen stiegen sie an oder blieben wenigstens konstant. Das Fallen der respiratorischen Quotienten in den Normalversuchen erklärt sich dadurch, daß im Anfange des Marsches vorwiegend Kohlehydrate verbrannten, später trat infolge des zunehmenden Verbrauchs der Kohlehydrate mehr und mehr Fett mit seinem niedrigen respiratorischen Quotienten in die Verbrennungen ein. In den Alkoholversuchen muß offenbar umgekehrt im Anfang ein Körper von niedrigem respiratorischen Quotienten an den Verbrennungen teilgenommen haben; das kann natürlich nur Alkohol gewesen sein. Mit dem allmählichen Verbrauch desselben ergab sich dann notwendiger Weise ein Steigen des respiratorischen Quotienten. Es folgt also aus dieser Beobachtung Durigs, daß die Zeit von ca. zwei Stunden, die von der Alkoholaufnahme bis zum Beginn der eigentlichen Versuche verstrich, trotz der während dieser Zeit stattgefundenen körperlichen Tätigkeit nicht ausgereicht hat, um die verhältnismäßig kleine Menge Alkohol zu verbrennen. Wie groß in dieser Zeit die Intensität der Verbrennungen im Körper der Versuchsperson gewesen ist, läßt sich natürlich nicht genau angeben, da ja während dieser Zeit keine Beobachtungen gemacht wurden, aber doch annähernd schätzen. Beim Horizontalmarsch verbrauchte Durig durchschnittlich 1255 ccm Sauerstoff pro Minute, der Weg des eine Stunde dauernden Anmarsches von der Hütte bis zum Tramosner Tobel hatte aber 10–20° Steigung. Ich glaube daher, daß es nicht zu hoch gegriffen ist, wenn man die durchschnittliche Sauerstoffaufnahme in der Zeit von der Alkoholaufnahme bis zum Beginn der Versuche auf 1400 ccm pro Minute veranschlagt. Setzt man für diese Zeit auch nur 1½ Stunde in Rechnung, so ergäbe das eine gesamte Sauerstoffaufnahme von 126 Liter; zur Verbrennung von 30 ccm = 23,7 g Alkohol wären 34,6 Liter Sauerstoff oder 27% der gesamten aufgenommenen Menge erforderlich gewesen. Da aber die 30 ccm Alkohol in dieser Zeit tatsächlich nicht verbrannt worden sind, so ergibt sich, daß der Alkohol noch nicht einmal zu 27% an den Verbrennungen teilgenommen hat, also verhältnismäßig viel weniger als beim Ruhenden, bei dem wir 50–75% gefunden hatten. Durch diese geringere Anteilnahme des Alkohols an den Verbrennungen wird die Wirkung einer

Steigerung des Stoffwechsels auf die Verbrennung des Alkohols natürlich beeinträchtigt, aber doch keineswegs ganz aufgehoben. Beträgt die Steigerung des Stoffwechsels etwa das Vierfache, was schon bei leichterer körperlicher Tätigkeit der Fall sein kann, und nimmt andererseits der Alkohol an den gesteigerten Verbrennungen nur mit der Hälfte des Betrages in der Ruhe teil, so resultiert doch noch immer eine Vermehrung der Geschwindigkeit, mit der der Alkohol verbrennt, auf das Doppelte. Und bei einer noch größeren Erhöhung der Intensität des Stoffwechsels, wie sie bei angestrenzter körperlicher Arbeit eintreten würde, wird die Wirkung entsprechend größer sein.

Wenn also auch die experimentellen Unterlagen für eine Beurteilung der Geschwindigkeit, mit der der Alkohol im Körper verbrennt, noch in mancher Beziehung der Vervollständigung bedürfen, so läßt sich doch so viel schon jetzt sagen, daß diese Geschwindigkeit bisher wohl meist zu hoch veranschlagt worden ist. Jedenfalls kommt es niemals infolge einer „sehr schnellen“ Verbrennung des Alkohols zu einer Überschüttung des Körpers mit überflüssiger chemischer Spannkraft, die deshalb ungenützt abgegeben werden müßte; die aus der Verbrennung des Alkohols stammende Spannkraft genügt im Gegenteil unter keinen Umständen für sich allein dem augenblicklichen Kraftbedarf des Körpers, so daß regelmäßig noch neben dem Alkohol andere Stoffe verbrannt werden müssen. Aus der schnellen Verbrennlichkeit des Alkohols kann also kein Grund gegen die Möglichkeit einer zweckmäßigen Ausnutzung der Energie des Alkohols im Körper hergeleitet werden. Für die toxische Wirkung des Alkohols wäre eine genauere Kenntnis der Bedingungen, von denen die Geschwindigkeit seiner Verbrennung im Körper abhängt, von besonderer Bedeutung. Wenn ein Mensch bei einem alkoholischen Exzeß im Laufe eines Abends 100 g Alkohol aufnimmt und nachher fest schläft, so ist nicht daran zu denken, daß bei dem niedrigen Stande des Stoffwechsels während des ruhigen Schlafes ein derartiges Quantum in der Nacht etwa verbrannt wird; am nächsten Tage wird immer noch ein Teil des aufgenommenen Alkohols unverbrannt im Körper kreisen und seine schädliche Wirkung weiter ausüben können. Die Erscheinungen des Katzenjammers sind dann also keineswegs nur Nachwirkungen des Alkohols, sondern dieser ist immer auch noch als solcher daran beteiligt. Die günstige Wirkung von Körperbewegungen findet danach ihre Erklärung in der schnelleren Verbrennung der noch vorhandenen Alkoholreste. Ebenso erklärt es sich sehr einfach, wenn Personen, deren Beruf starke körperliche Tätigkeit mit

sich bringt, durch den Genuß starker alkoholischer Getränke nicht in dem Maße affiziert werden, wie Leute mit sitzender Lebensweise. Denn für die giftige Wirkung des Alkohols wird außer der Menge auch die Dauer der Wirkung von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Bericht über den Zustand und die Tätigkeit der Gesellschaft während des Jahres 1909 und im Anfang des Jahres 1910.

Die Mitgliederzahl betrug am Ende des Jahres 1908: 75, nämlich 58 ordentliche und 17 außerordentliche Mitglieder.

Im Laufe des Jahres 1909 schieden aus 5 ordentliche und 9 außerordentliche Mitglieder und traten neu ein 28 ordentliche und 17 außerordentliche Mitglieder, so daß die Gesellschaft am Ende des Jahres 1909: 81 ordentliche und 25 außerordentliche Mitglieder, zusammen 106 Mitglieder zählte.

Im Jahre 1910 sind bisher ausgeschieden 1 ordentliche und 5 außerordentliche Mitglieder und neu eingetreten 8 ordentliche und — außerordentliche Mitglieder; zur Zeit zählt die Gesellschaft 88 ordentliche und 20 außerordentliche, zusammen 108 Mitglieder.

Es fanden im Jahre 1909 statutengemäß 6 Sitzungen statt, in denen 13 Vorträge gehalten wurden, und zwar von den Herren Stempell (2 Vorträge), Tobler (2 Vorträge), Birrenbach, Leineweber, Busz, Davids, König, Rammstedt, Konen, Thiel und Rosemann.

Mitgliederverzeichnis

der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Münster i. W.

am 31. Dezember 1909.

1. Arneth, Prof. Dr., Alter Fischmarkt 16/17.
2. Apfelstaedt Zahnarzt, Ludgeristr. 77/78.
3. Anderson, Dr. med., Hammerstr. 48.
4. Ballowitz, Prof. Dr., Neubrückenstr. 21.
5. Bömer, Prof. Dr., Priv.-Doz., Südstr. 74.
6. Brodersen, Dr., Priv.-Doz., Nordstr. 4.
7. Busz, Prof. Dr., Heerdestr. 16.
8. Becher, Dr. med., Hüfferstift.
9. Besserer, Dr. med., Kreisarzt, Brockhoffstr. 4.
10. Birrenbach, Dr. med., Clemensstr. 40.
11. Bartschat, Ass. d. Landwirtsch. Versuchsstat., A.¹⁾.
12. Baldus, Dr., Zahnarzt, Lambertikirchstr. 4.
13. Breuning, stud. chem., Ägidiistr. 54, A.
14. Buß, Dr. med., Herwarthstr. 13.
15. Bussenius, Dr., Oberstabsarzt, Hüfferstr. 6.
16. Diedrichs, Dr. med. vet., Kreistierarzt, Fric Vendstr. 15.
17. Dietrich, stud. chem., Chemisches Institut, A.
18. Dinslage, Dr. phil., Chemiker, Blücherstr. 9a, A.
19. Davids, Dr. med., Salzstr. 52.
20. Farwick, Dr. med., Sanitätsrat, Kinderhäuserstr. 65.
21. Förster, Ober-Ingenieur, Südstr. 8.
22. Funke, stud. pharm., Verspol 21, A.
23. von Gescher, Reg.-Präsident, Domplatz 1a.
24. Gerlach, Dr., Geh. Medizinalrat, Kinderhäuserstr. 65.
25. Göpper, Dr. med., Spickerhof 6/7.
26. Gördes, Dr., Frauenarzt, Engelstr. 39.
27. Hittorf, Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr., Langenstr. 11.
28. Hasenbäumer, Dr. phil., Chemiker, Landw. Vers.-Station.
29. Hesse, Ass. d. Landwirtsch. Versuchst., A.
30. Hasenkamp, Dr., Tierarzt d. Landwirtschaftskammer d. Prov. Westfalen, Industriestr. 40 II.
31. Hinrichsen, Veterinär, Warendorferstr. 40 I.
32. Heuveldop, Dr. med., Cördeplatz 2.
33. Jung, Dr. phil., Chemisches Institut, A.
34. Jacobi, Prof. Dr., Burchhardstr. 20.
35. Jankowski, Zahnarzt, Altersteinweg 37/38, A.
36. Kassner, Prof. Dr., Nordstr. 39.
37. Killing, Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr., Gartenstr. 63.
38. König, Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr., Südstr. 70.

1) A. = außerordentl. Mitglied.

39. Konen, Prof. Dr., Fürstenbergstr. 4.
40. Knickenberg, Dr., Direktor, Göbenstr. 35.
41. Kajüter, San.-Rat, Dr. med., Schützenstr. 3.
42. Kopp, Dr. phil., Chemiker, Landw. Vers.-Station.
43. Koelsch, cand. chem., Assistent, Chemisches Institut, A.
44. Kuhlmann, Dr. med., Bahnhofstr. 51.
45. Kretschmar, Dr., Chemiker a. d. Landwirtsch. Versuchsstation, A.
46. Kühlmann, cand. phil. a. d. Landwirtsch. Versuchsstat., A.
47. Kotthoff, cand. phil. a. d. Landwirtsch. Versuchsstat., A.
48. Kösters, Dr. med., Münzstr. 1/2.
49. von Lilienthal, Prof. Dr., Rudolfstr. 16.
50. Linneborn, Dr., Oberlehrer, Heisstr. 46.
51. Leineweber, Dr. med., San.-Rat, Hansaring 9.
52. Lindemann, stud. chem., Chemisches Institut, A.
53. Lachmund, Dr., Kinderhäuserstr. 65.
54. Lewin, Oberstabsveterinär, Dodostr. 7 I.
55. Leppelmann, Dr. med., Hammerstr. 40.
56. Meinardus, Prof. Dr., Heerdestr. 28.
57. Meurer, Dr. med., Kathagen 15.
58. Matt, Zahnarzt, Frauenstr. 37, A.
59. Matthies, Dr., Priv.-Doz., Johannisstr. 4.
60. Meumann, Prof. Dr., Brüderstr. 22.
61. Meyering, Chemiker a. d. Landwirtsch. Versuchsstat., A.
62. Mahlow, Dr., Ass. a. physiologischen Institut, A.
63. Neumann, Dr. med., Generalarzt, Nordstr. 35.
64. Nettesheim, Apotheker, Rothenburg 50.
65. Niessing, Zahnarzt in Rheine, Bahnhofstr., A.
66. Poelmann, Oberlehrer, Langenstr. 37.
67. Pickard, cand. chem., Industriestr. 59, A.
68. Plenge, Zahnarzt, Klosterstr. 12.
69. Rosemann, Prof. Dr., Raesfeldstr. 26.
70. Freiherr von der Recke, Oberpräsident., Exzellenz, Königl. Schloß.
71. Rosenberg, Dr. med., Vossgasse 12.
72. Rammstedt, Dr. med., Stabsarzt, Heerdestr. 1.
73. Recken, Dr. med., dirig. Arzt, Brockhoffstr. 8.
74. Rosenfeld, Prof. Dr., Heerdestr. 9.
75. Salkowski, Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr., Johannisstr. 7.
76. Serres, Prof. Dr., Breul 1.
77. Spieckermann, Dr. phil., Abt.-Vorsteher, Landw. Vers.-Station.
78. Splittgerber, Chemiker a. d. Landw. Vers.-Stat., A.
79. Seidel, Appr. Zahnarzt, Rothenburg 49 II, A.
80. Schmelzer, Oberlehrer, Augustastr. 63.
81. Schulte, Dr. med., Bahnhofstr. 50.
82. Scholl, Dr. phil., Abt.-Vorsteher, Landw. Vers.-Station.
83. Schmidt, Prof. Dr., Göbenstr. 9.
84. Schlautmann, Dr., Medizinalrat, Ludgeriplatz 2.
85. Schultz, Diplom-Ingenieur, Ägidiistr. 48.
86. Schnütgen jun., Arzt, Windhorststr. 17 II.
87. Schreiner, Dr., Ass. a. d. Landw. Vers.-Stat., A.
88. Schwarte, cand. chem., Telgterstr. 17, A.
89. Stempell, Prof. Dr., Nordstr. 34.
90. Thiel, Dr. phil., Professor, Bollweg 48.

91. Tobler, Dr. phil., Priv.-Doz., Schulstr. 17.
 92. Többen, Dr. med., Nervenarzt, Dozent für gerichtl. Psychiatrie, Ludgeristr. 72.
 93. Thienemann, Dr. phil., Priv.-Doz., Landw. Vers.-Station.
 94. Thomsen, Prof. Dr., Georgskommende 1.
 95. Theben, Dr. med., Wolbeckerstr. 2.
 96. von Viebahn, Geh. Oberregierungsrat, Königstr. 46.
 97. Vasmer, Apotheker, Salzstr. 58.
 98. Volkmann, Dr., Ass., Schützenstr. 34, A.
 99. Wegner, Dr. phil., Priv.-Doz., Pferdegasse 6.
 100. Westhoff, Dr. med., Bahnhofstr. 49.
 101. Wangemann, Prof., Gymnas.-Oberlehrer, Langenstr. 32.
 102. Wesener, Dr., Apotheker, Sternapotheke.
 103. Wolff, Kommerzienrat, Hammerstr. 12 I, A.
 104. Weingarten, Dr. med., Klosterstr. 91.
 105. Weißwange, Dr., Chemiker a. d. Landw. Vers.-Stat., A.
 106. Windelschmidt, Dr., Chemiker a. d. Landw. Vers.-Stat., A.
-