

## Werk

**Label:** Zeitschriftenheft

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1906

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0021](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021) | LOG\_0423

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXI. Jahrg.

11. Oktober 1906.

Nr. 41.

## Über embryonale Transplantation.

Von Prof. Dr. Hans Spemann (Würzburg).

(Vortrag, gehalten auf der 78. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart am 20. September 1906.)

Es sind nunmehr 10 Jahre her, daß der hochverdiente Anatom Gustav Born auf der Naturforscherversammlung zu Frankfurt a. M. einen Vortrag hielt mit dem Titel „Über künstlich hergestellte Doppelwesen bei Amphibien“. Die sonderbaren Geschöpfe, die er dabei vorzeigte, werden sicher einigen von Ihnen noch in Erinnerung sein: da waren Tiere, die zwei Köpfe oder zwei Schwänze besaßen, solche, die paarweise am Bauch oder am Rücken verwachsen waren, ja Larven, die an Stelle des Schwanzes einen zweiten Kopf, an Stelle des Kopfes einen zweiten Schwanz besaßen und doch lebten. Diese Bildungen waren dadurch erzeugt worden, daß ganz junge Larven, namentlich der Unke und des grünen Wasserfrosches, in Stücke geschnitten und mit den frischen Wundflächen zur Verheilung gebracht wurden. Die einzelnen Stücke, die ein solches Tier zusammensetzten, entwickelten sich dann im neuen Verband gerade so weiter, als befänden sie sich noch am Orte, von dem sie stammten. So entstanden jene merkwürdigen, nie vorher dagewesenen Monstren. Born nannte diese Operation kurz embryonale Transplantation.

Es ist also nicht ein bestimmtes Problem, wie etwa das der Vererbung, der Befruchtung, was die einzelnen Tatsachen, die ich Ihnen vorführen werde, innerlich zusammenhält, sondern eine experimentelle Methode. Doch ist diese Methode ihrer Natur nach derart, daß sie sich zur Behandlung ganz bestimmter, innerlich verwandter Probleme eignet. Das möchte ich zunächst noch etwas näher erläutern.

Wenn man von einem jungen Keim, der sich im vollen Vorwärtsdrängen der Entwicklung befindet, ein Stück ab- oder ausschneidet und dasselbe an einer anderen Stelle wieder an- oder einsetzt, so ist, falls der Keim die Operation überhaupt aushält und sich weiter entwickelt, die nächste Frage wohl die, ob aus dem eingesetzten Stück in der neuen Umgebung dasselbe wird, wozu es in der alten bestimmt war, oder ob das Keimmaterial seiner veränderten Lage entsprechend anders verwendet wird. Der Erfolg der Operation wird die Antwort auf die Frage geben. Entstehen Monstren, wie Born sie erhielt, so trugen die transplantierten Stücke schon eine bestimmte Entwicklungsrichtung in sich und vermochten sie auch

in der neuen Umgebung festzuhalten; wird dagegen das Schicksal des transplantierten Stückes durch die Umgebung bestimmt, so wird man ihm auch nachher nicht mehr ansehen, daß es von einer anderen Stelle genommen war, es werden normale Tiere entstehen. Ganz allgemein gesagt, können wir also durch embryonale Transplantation feststellen, ob abgegrenzte Bezirke des Keimes von irgend einem Augenblick an einer selbständigen Entwicklung oder „Selbstdifferenzierung“ (Roux) fähig sind, oder ob ihre Entwicklung unter dem Einfluß ihrer Umgebung steht, „abhängige Differenzierung“ (Roux) ist. Jene Methode ist also ein wichtiges Hilfsmittel der entwicklungsphysiologischen Forschung, jenes Zweiges der Zoologie, welcher die gesetzlichen Abhängigkeiten der Entwicklung zum Gegenstand hat.

Die Bornschen Tiere waren aus Stücken zusammengesetzt worden, die zwar von sehr wenig entwickelten Larven stammten, denen man aber doch schon ansah, daß aus ihnen z. B. ein Kopf, ein Schwanz werden würde. Verwendet man zur Zusammensetzung noch jüngere Keimstücke, von denen man vorher noch nicht weiß, welche Teile des Organismus aus ihnen entstehen werden, und erhält man auch dann solche zusammengestückelte Tiere wie bei Borns Experimenten, so kann man rückschließend sagen, welche Anlagen in den einzelnen Bestandteilen der Komposition gesteckt hatten, was manchmal von Wichtigkeit zu wissen und auf andere Weise nicht festzustellen ist. „Es ist auf diesem Wege möglich“, sagt Braus, welcher als einer der ersten die embryonale Transplantation zu diesen Zwecken der deskriptiven Embryologie verwendete, „die Anlage eines Tieres in einzelne Bezirke zu zerlegen und jeden für sich auf einem anderen Tiere wie ein Samenkorn auf einem geeigneten Nährboden aufzuziehen und zu verfolgen, was aus ihm wird.“

Und endlich kann uns auch das eigentlich physiologische Verhalten der operierten Tiere interessieren; die Funktionsfähigkeit von Organen, die aus transplantierten Anlagen hervorgegangen sind, und dergleichen mehr.

In allen diesen Richtungen ist die Arbeit bereits in Angriff genommen, und wenn ich etwas bedaure, so ist es das, daß Gustav Born nicht mehr unter uns weilt, um zu sehen, daß wir Jüngeren auf dem von ihm gewiesenen Wege rüstig vorwärts geschritten sind.

Was die embryonale Transplantation zur Feststellung des einfachen deskriptiven Tatbestandes zu leisten vermag in Fällen, wo unsere gewöhnlichen Beobachtungsmittel nicht ausreichen, das zeigen sehr schön einige Experimente von Harrison und Braus.

Harrison untersuchte die Entwicklung der Seitenlinie bei Froschlarven. Darunter versteht man bestimmte einfache Hautsinnesorgane unbekannter Funktion, die bei den Fischen und den im Wasser lebenden Larven der Amphibien an den Seiten des Körpers in charakteristischen Längsreihen angeordnet sind. Man kann diese Reihen oft schon im Leben, manchmal besser am konservierten Tiere von außen deutlich sehen; eine von ihnen läuft bei jungen Kaulquappen fast bis zur äußersten Schwanzspitze nach hinten. Zu den mancherlei Seltsamkeiten dieser Organe gehört auch die, daß sie von einem Kopfnerven, dem N. vagus, versorgt werden. Während also die Haut, in die sie eingelagert sind, in den verschiedenen Bereichen des Rumpfes und Schwanzes von Rückenmarksnerven der Nachbarschaft versorgt wird, erhalten die Seitenlinien ihren Nerven aus dem Gehirn. Eine solche Abweichung von der typischen Gliederung des Wirbeltierkörpers kann nach den Grundsätzen der vergleichenden Anatomie nichts Ursprüngliches sein; man wird zu der Annahme gedrängt, daß sich die Sinnesorgane der Seitenlinie ursprünglich, bei den Vorfahren der Fische und Amphibien, bloß vorn am Kopf, im normalen Bereich des N. vagus, befanden und im Laufe der Generationen immer weiter nach hinten auf fremdes Gebiet übergriffen. Es ist daher von hohem Interesse, festzustellen, wie sich die Seitenlinie bei den heute lebenden Formen, z. B. den Froschlarven, entwickelt. Liegt ihr Material von Anfang an da, wo es später sichtbar wird, also in Längsreihen an den Seiten des Körpers, so weicht der Gang der individuellen Entwicklung der Kaulquappe wesentlich ab von dem der Entwicklung der Vorfahrenreihe; denn sollen beide Entwicklungsweisen übereinstimmen, so muß die Anlage zuerst am Kopf entstehen und von da nach hinten wachsen. Durch die einfache Beobachtung ist das nicht festzustellen: man sieht zwar bei genauer Untersuchung einen Zellstrang, aus dem die Seitenlinie wird, vorn auftreten und sich allmählich immer weiter nach hinten ausdehnen, aber ob das durch Wachstum einer am Kopf entstandenen Anlage geschieht, oder ob der Strang dadurch länger wird, daß immer neue Zellen der Umgebung in ihn eintreten, das läßt sich nicht entscheiden.

Diese Frage löste nun Harrison in einfacher Weise mittels der Bornschen Methode. In Amerika, wo die Versuche angestellt wurden, gibt es zwei Froscharten, welche ungefähr gleich große Eier legen, die aber bei der einen Art (*Rana palustris*) hellgelb, bei der anderen (*Rana silvatica*) dunkelbraun sind; der gleiche Farbenunterschied besteht zwischen den Larven. Bei beiden Arten sind die Seitenlinien nur schwer zu sehen, weil sie bei den dunkeln Larven auch dunkel, bei den hellen hell sind. Harrison

setzte nun aus einer dunkeln Vorderhälfte und einer hellen Hinterhälfte ein Tier zusammen — in einem Stadium natürlich, wo die Seitenlinien noch nicht entwickelt waren — und konnte mit aller Deutlichkeit beobachten, wie vom Vorderstück her eine dunkle Seitenlinie in das helle Hinterstück einwuchs. Die Experimente wurden vielfach variiert, um über die einzelnen Abhängigkeiten dieses Entwicklungsvorganges Klarheit zu gewinnen; ich will auf diese entwicklungsphysiologische Seite der Versuche nicht eingehen und mich auf die der deskriptiven Embryologie angehörige Tatsache beschränken. Ihre allgemeinere Bedeutung ist nach dem Gesagten einleuchtend; hier, wo der Augenschein zunächst eine Cänogenie, eine Abweichung der individuellen Entwicklung von der Stammesentwicklung, vortäuschte, hat das Experiment die wesentliche Übereinstimmung beider nachgewiesen.

Was sich in diesem bestimmten Falle aus Harrisons Versuch als Folgerung ergab, das ging den unabhängig davon unternommenen Experimenten von Braus als Überlegung voraus; sein wichtigstes bisheriges Resultat aber erhielt dieser Forscher, wie das so häufig geht, mehr nebenbei. Das Experiment, das ich im Auge habe, betrifft das schwierige Problem der Entwicklung der peripheren Nerven. Mehrere Theorien stehen sich da heute nach langem Kampfe schroffer denn je gegenüber. Nach der einen, der Neuronenlehre, entstehen bekanntlich die Nervenfasern in ganzer Länge als Auswüchse der Ganglienzellen. Andere Zellen legen sich dann den Nervenfasern als Hülle an und bilden die sog. Schwannsche Scheide. Nach einer anderen Auffassung sind es gerade diese Zellen, von denen die Bildung der Nervenfasern ausgeht. Sie ordnen sich als Kette an — daher Zellkettentheorie —, überbrücken so die Strecke zwischen Ganglienzelle und Endorgan und erzeugen dann die Nervenfasern, jede der Zellen ihr Stück, um sie hernach als schützende und nährende Hülle zu umgeben. Gemeinsam ist diesen beiden Theorien, daß der nachher so wichtige Zusammenhang zwischen Nervenfasern und Endorgan erst spät zustande kommt, jedenfalls nicht vor dem Sichtbarwerden der Nervenfasern. Dem tritt nun eine dritte Auffassung entgegen, nach welcher jener Zusammenhang ein ursprünglicher ist oder wenigstens dem Sichtbarwerden der Nervenfasern lange vorhergeht. Durch reine Beobachtung ist auch diese Frage mit unseren jetzigen Hilfsmitteln offenbar nicht zu entscheiden, sonst würde nicht jede der drei Auffassungen bewährte Forscher zu ihren Verfechtern zählen. Nun geht man aber seit einigen Jahren der Sache experimentell zu Leibe, und es scheint, daß so eine Klärung erzielt werden kann.

Den Anfang machte Harrison mit einem Versuch von überraschender Einfachheit. Er stellte fest, daß die Schwannschen Zellen aus der Ganglienleiste zu beiden Seiten des Medullarrohres ihren Ursprung nehmen; er entfernte durch einen Scherenschnitt diese Ganglienleiste und damit die Zellen, welche zu Ketten

angeordnet die Nervenfasern bilden sollten, und er fand, daß trotzdem Nerven entstehen, nackte Nerven ohne Schwannsche Scheide. Damit ist die eine der drei Theorien, die Zellkettentheorie, wohl als beseitigt zu betrachten; Harrison entschied sich, durch einige andere Beobachtungen bestärkt, für die Neuronenlehre. Hier setzen nun die Experimente von Braus ein. Sie behandeln die Entstehung der motorischen Nerven, welche die Muskulatur der Gliedmaßen versorgen, speziell bei Fröschen und Unken. Als überraschendes Resultat ergab sich, daß diese Nerven schon vorgebildet sein müssen zu einer Zeit, wo mit unseren heutigen Hilfsmitteln noch nichts von ihnen zu sehen ist; also viel früher, als Harrison im Sinne der Neuronenlehre annahm. Zu dieser Überzeugung gelangte Braus durch folgendes Experiment. Die ersten Anlagen der Gliedmaßen, kleine knospenförmige Vorwölbungen von scheinbar ganz indifferenten Zusammensetzung, wurden mit einer Lanzette herausgenommen und an andere Stellen des Körpers verpflanzt. An diesem ihnen fremden Orte entwickelten sie sich wie normal und erhielten neben Skelett, Muskeln und Blutgefäßen auch Nerven. Diese Nerven können nun aus bestimmten Gründen nicht vom Rumpf aus in die Gliedmaßen eingewachsen sein, folglich müssen ihre Anlagen im Augenblick der Transplantation schon in den Gliedmaßenknospen gesteckt haben.

Ein konkretes Beispiel wird das noch klarer machen. Einer Unkenlarve wurde die knospenförmige Anlage eines Vorderbeines entnommen, die noch keine erkennbaren Nerven oder Nervenanlagen enthielt, und wurde einer anderen gleich alten Larve auf den Kopf transplantiert, etwas unter dem Auge. Aus dieser Anlage entwickelte sich in der neuen Umgebung ein normales Vorderbein, das am Kopfe der kleinen Unke saß und spontan beweglich war; es hatte also alle Organsysteme, darunter die Nerven, wie ein normales Bein. Die Nerven hängen durch dünne Verbindungsäste mit denen des Haupttieres zusammen, in unserem Falle mit dem N. facialis der linken Seite. Das kompliziert die Sache; denn wären die Nerven des transplantierten Armes ganz isoliert, so wäre direkt bewiesen, daß ihre Anlagen schon in der Knospe gelegen haben müssen; so aber könnten die Armnerven Äste des Facialis, also doch erst später in die sich entwickelnde Gliedmaße eingewachsen sein. Immerhin ist das nun aus mehreren Gründen äußerst unwahrscheinlich. Einmal sind die erwähnten Verbindungsästchen zwischen Facialis und Armnerven sehr dünn, viel dünner als die Armnerven, welche normalen Querschnitt haben. Das heißt aber, die dem Zentrum näher liegenden Verbindungsbrücken enthalten weniger Nervenfasern als die vom Zentrum weiter entfernten Nerven des Armes. Ein Teil dieser zahlreichen Fasern kann also keinesfalls durch Auswachsen vom Haupttier in den Arm gelangt sein. Man müßte annehmen, daß der Armnerv anfangs nicht dicker war als der Verbindungsast und seine spätere

Stärke durch Längsspaltung seiner Fasern im Bereich des Armes erlangt hat; das hält Braus für äußerst unwahrscheinlich. Der andere Grund gegen die Annahme eines nachträglichen Einwachsens besteht darin, daß es höchst unwahrscheinlich ist, daß sich die Äste des Facialis, eines Kopfnerven, in den Organanlagen des Armes, also in einem ihnen ganz fremden Gebiet, so zurechtfinden, daß nachher ein normaler Nervenverlauf zustande kommt. Das ließ sich auch durch ein sinnreiches Experiment erhärten, dessen Darlegung aber den Rahmen meines Vortrages überschreiten würde. Es handelt sich also, wie Sie sehen, um sehr große Wahrscheinlichkeit, um Beweise durch Ausschluß; es gibt aber einen Weg, auf dem man hoffen kann, die Frage direkt zu entscheiden, und Braus hat ihn auch schon beschritten, allerdings bis jetzt ohne durchschlagenden Erfolg. Könnte man die Gliedmaßenanlage auf einem Nährboden sich entwickeln lassen, der gar keine Nerven enthält, und würden sich hernach in der ausgebildeten Gliedmaße Nerven finden, so könnten diese natürlich nicht in die nervös isolierte Anlage eingewachsen, sie müßten zur Zeit der Transplantation schon in der Anlage enthalten gewesen sein. Harrison hat nun gezeigt, daß man irgend einen Bezirk des Körpers dadurch von Nerven frei halten kann, daß man ihn in ganz frühem Entwicklungsstadium durch einen Schnitt von der Anlage des Zentralnervensystems trennt. Auf diese Weise kann man z. B. Gliedmaßen zur Entwicklung bringen, die in allen Organsystemen, in Skelett, Muskulatur, Blutgefäßen, normal entwickelt sind, mit Ausnahme der Nerven, die völlig fehlen. Was diese Tatsache für die Entstehung der Nerven bedeutet, werden wir nachher sehen; jetzt kommt sie nur in Betracht als Mittel, den vorhin gewünschten nervenfreien Bezirk herzustellen. Derart vorbehandelte Larven verwendete nun Braus für seine Versuche, indem er auf den nervenfreien Bezirk die Gliedmaßenknospen normaler Larven verpflanzte; er erwartete, daß sich in den entwickelten Gliedmaßen normale Nerven finden würden, ohne Zusammenhang mit dem Nervensystem des Rumpfes. Ein Resultat dieses Versuches wurde bisher aus dem einfachen Grunde nicht erzielt, weil die operierten Tiere starben, ehe sie alt genug waren, um Gliedmaßenerven zu besitzen. Ich brauche Sie bei dieser Gelegenheit wohl kaum zu versichern, daß alle diese Versuche leichter zu ersinnen und leichter zu beschreiben als auszuführen sind. Es handelt sich um schwere Eingriffe bei äußerst minutiösen Verhältnissen. In diesem Falle darf man aber eine baldige endgültige Lösung auf dem von Braus eingeschlagenen Wege erhoffen.

Verzichten wir vorläufig auf diesen direkten Beweis, so können wir das Erreichte folgendermaßen zusammenfassen. Trennt man nach Harrison an jungen Froschkeimen lange vor Auftreten der Gliedmaßenanlagen den Bezirk, wo diese später entstehen werden, durch einen Einschnitt von der Anlage des Zentralnervensystems, so bleibt, wie wir gesehen haben, die sich entwickelnde Gliedmaße ohne Nerven.

Es muß also normalerweise nach dem Entwicklungsstadium, in dem Harrison operierte, irgend etwas vom Zentralnervensystem zur Gliedmaßenanlage gehen, was die Nervenentwicklung vorbereitet. Die später entstehende Gliedmaßenknospe hingegen enthält nach den eben geschilderten Versuchen von Braus schon sehr früh die Anlage von Nerven, lange ehe diese unterscheidbar werden. In der Entwicklungsperiode zwischen den Experimenten der beiden Autoren muß also der kritische Punkt für die Nervenentstehung liegen; man wird ihn finden, indem man den Zeitraum von beiden Enden her einengt. (Schluß folgt.)

### Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von den „seltenen Erden“.

Von Privatdozent Dr. R. J. Meyer (Berlin).

(Fortsetzung.)

Schließlich sei noch eines der wichtigsten unterscheidenden Merkmale der seltenen Erden, nämlich ihrer Farbe gedacht. Nach altem Gebrauch kann man sie in farblose und in bunte Erden einteilen. Die Salze der letzteren zeigen in Lösung sämtlich Färbungen von einer eigentümlich zarten Nuance, wie wir sie bei einfachen Salzen anderer Stoffe sonst niemals antreffen. Die Ursache für diese Wirkung auf das Auge liegt offenbar darin, daß die Absorptionsspektren solcher Lösungen meist über das ganze Gebiet des sichtbaren Teiles hin linienartig scharf begrenzte Absorptionsgebiete in äußerst charakteristischer Gruppierung aufweisen, während andere gefärbte Lösungen, wie etwa solche von Kupfer oder Kobaltsalzen, mehr oder weniger diffuse Banden zeigen, die sich in meist einseitiger Auslöschung über ein beträchtliches Wellenlängenintervall ausdehnen. Die vielfachen Absorptionen eng begrenzter Strahlengebiete bringen bei den bunten seltenen Erden die ihnen eigenen interessanten Mischfarben hervor. Praseodymsalze sind gelbgrün, Neodymsalze hellviolettrot, Samariumsalze topasgelb gefärbt. Unter den Yttererden sind die Europiumsalze ganz schwach rosa, Terbiumsalze fast oder ganz farblos<sup>1)</sup>, Dysprosiumsalze grünlich, Erbiumsalze rosa. Die Absorptionsspektren dieser gefärbten Erden, deren Bau im optischen und im ultravioletten Gebiete — wenigstens bei den besser studierten Erden — durch zahlreiche Untersuchungen genau bekannt ist, bilden seit der Entdeckung der Spektralanalyse mit das wichtigste diagnostische Hilfsmittel für die Erkennung und Scheidung der seltenen Erden. Auffallend sind auch die intensiv färbenden Wirkungen, die äußerst kleine Mengen einer bunten Erde häufig hervorbringen, wenn letztere einer an sich farblosen Erde beigemischt ist. So verleihen Spuren von Praseodym dem fast farblosen Cerdioxyd einen deutlich rötlichen Ton; noch auffallender zeigt sich diese Erscheinung, wenn man der Imprägnierungsflüssigkeit eines Auer-Glüh-

<sup>1)</sup> Terbiumsalze zeigen nach Urbain eine ganz schwache Absorptionsbande in Blau.

strumpfes etwa 0,01 % an reinem Praseodymoxyd zusetzt, wodurch derselbe nach dem Abbrennen eine intensiv braunrote Färbung erhält. Eine ähnlich starke Färbekraft entwickelt das Terbium in Gemeinschaft mit farblosen Erden. Solche Erscheinungen weisen darauf hin, daß die Erdgemische vielfach Verbindungen oder vielleicht richtiger „feste Lösungen“ mit einander eingehen, deren Eigenschaften in mancher Beziehung von denen der Einzelerden differieren. Die interessanteste Erscheinung, die solche „Erdlösungen“ zeigen, ist ihre Fähigkeit, unter der Einwirkung der Kathodenstrahlen ein lebhaftes, für jede Erdkombination individuelles Fluoreszenzlicht auszustrahlen, dessen Spektrum charakteristische Liniengruppen aufweist. William Crookes, der Entdecker dieses Phänomens, vertrat, im Gegensatz zu unserer heutigen Auffassung, den Standpunkt, die Emission des Fluoreszenzlichtes sei eine Eigenschaft der reinen Erden, und die beigemengten Verunreinigungen spielten nur eine die Erscheinung modifizierende Rolle. Der Gedanke, der ihn bei seinen bekannten Untersuchungen über „Die Spektroskopie der strahlenden Materie“ leitete, führte zu weitgehenden Schlüssen über die zusammengesetzte Natur der seltenen Erden. So wurde beispielsweise aus der Tatsache, daß sich Yttrium durch Fraktionierung mit Ammoniak in eine Reihe von Fraktionen zerlegen ließ, deren Lumineszenzspektren successive Änderungen zeigten, auf die Existenz von sieben verschiedenen Bestandteilen des Yttriums geschlossen, während Lecoq de Boisbaudran, einer der verdienstvollsten und originellsten Förderer der Forschung auf dem Gebiete der seltenen Erden, in lange andauernder Polemik den Standpunkt vertrat, die absolut reine Yttererde — d. h. das Oxyd des Elementes Yttrium — zeige überhaupt keine Fluoreszenz, diese komme vielmehr erst unter Mitwirkung gewisser Verunreinigungen zustande. Die spätere Forschung hat im wesentlichen diese Auffassung bestätigt. Enthielten schon die Arbeiten von Wiedemann und Schmidt (1895) und die von Goldstein (1900) deutliche Hinweise darauf, daß die Kathodolumineszenz gewissen „festen Lösungen“ eigentümlich ist, so haben, speziell für die seltenen Erden, Baur und Marc (1901) den definitiven Nachweis erbracht, daß bei diesen die Erscheinung nur dann auftritt, wenn eine feste Lösung geringer Mengen einer gefärbten in einer farblosen Erde vorliegt. Dieser Umstand beeinträchtigt natürlich den diagnostischen Wert der „Kathodolumineszenzspektren“ in hohem Maße, abgesehen davon, daß deren Bau in empfindlichster Weise mit geringfügigen Abänderungen in der Zusammensetzung des leuchtenden Erdgemisches variiert. Trotzdem benutzt neuerdings Crookes die Lumineszenzspektren wiederum zur Charakterisierung einiger neuer Erden, deren Anwesenheit in gewissen Erdgemischen durch kein anderes, sichereres Kriterium gestützt wird. Wenn hiermit auch nicht behauptet werden soll, daß die bisher nicht isolierten, aber von Crookes angekündigten Elemente Ionium und Incognitum nichts anderes als Phantasiegebilde

seien, so wird man diesen „Entdeckungen“ doch mit berechtigter Skepsis gegenüberstehen müssen und dies um so mehr, als die Existenz des von Crookes im Jahre 1899 angekündigten Victoriums, welches ebenfalls nur durch sein Lumineszenzspektrum charakterisiert wurde, nach Beobachtungen von Urbain, dem wir die neuesten interessantesten Beiträge zur Lumineszenzfrage verdanken, bezweifelt werden muß<sup>1)</sup>.

#### Die Scheidung der seltenen Erden.

Die üblichen analytischen Methoden, deren sich die qualitative und quantitative Analyse bei der Trennung der Stoffe bedient, versagen bei ihrer Anwendung auf die Scheidung der seltenen Erden vollständig, da wir im allgemeinen spezifische Reagenzien für die einzelnen Glieder der Cerit- und Yttererden-Gruppe nicht kennen, und prinzipielle Unterschiede in ihrem Verhalten gegen Fällungsmittel kaum vorhanden sind. Hieraus ergibt sich, daß es im allgemeinen nicht möglich ist, eine Erde von der anderen durch eine einmalige oder auch doppelt ausgeführte Operation zu scheiden. Die analytischen Verfahren, die auf die Ausnutzung der geringen Differenzen der physikalischen und chemischen Eigenschaften der seltenen Erden hinzielen, sind vielfach zu wiederholen, bis man zu einer annähernden Trennung gelangt. Die Methoden, die hierfür in Frage kommen, beruhen entweder auf Differenzierung nach der Basizität oder nach der Löslichkeit. Die erstere Gruppe von Verfahren sucht die Erdlösungen durch fraktionierte Fällung mit Basen von verschiedener Stärke, wie Ätzalkalien, Ammoniak, Magnesia, organische Basen usw., oder durch fraktionierte Zersetzung der festen Nitrats in eine Reihe von Fraktionen verschiedener Basizität zu zerlegen, während die letztere auf der fraktionierten Kristallisation von Salzen oder Doppelsalzen beruht. Eine besondere Stellung in analytischer Beziehung nimmt nur das Cer ein. Es ist das einzige Element, welches eine höhere, stabile Salze bildende Oxydationsstufe aufweist. Um es von den anderen Erden zu trennen, führt man es durch Oxydation in den vierwertigen Zustand über, in welchem es individuelle Reaktionen zeigt, mittels deren eine Trennung verhältnismäßig leicht zu bewerkstelligen ist. Die moderne Entwicklung dieses analytischen Spezialgebietes hat nun, wie zunächst hervorgehoben werden muß, die Überlegenheit der Kristallisationsmethoden über die „basischen“ Methoden erwiesen. Letztere sind, sowohl in bezug auf die Technik der Ausführung, als auch auf ihre Wirksamkeit gröber als jene. Aus diesem Grunde sind die Verfahren, die auf der fraktionierten Kristallisation beruhen, in unserer Zeit durch vielfache sinnreiche Verbesserungen und Verfeinerungen in hohem Maße vervollkommen worden, während wesentliche Fortschritte in der Technik der „basischen“ Verfahren nicht zu verzeichnen sind. Immerhin wird die Anwendbarkeit des einen oder des anderen Scheidungs-

prinzips im gegebenen Falle durch die Natur des vorliegenden Erdgemisches mitbestimmt. Während die Ceriterden im allgemeinen gut kristallisierende und beständige Salze bilden, deren Löslichkeitsverhältnisse der Anwendung der fraktionierten Kristallisation günstig sind, verschieben sich diese Verhältnisse immer mehr zuungunsten dieser Methode, je weiter man in der oben angeführten Löslichkeitsreihe in der Gruppe der Yttererden fortschreitet. Dementsprechend dominieren bei der Scheidung der letzteren auch heute noch basische Methoden, insbesondere die fraktionierte Schmelzung der Nitrats, doch sind auch auf diesem Gebiete neuerdings mit der Anwendung sinnreich modifizierter Kristallisationsverfahren Erfolge erzielt worden. Zum Zwecke der fraktionierten Kristallisation eignen sich eine größere Reihe von Salzen. Die wichtigsten, die zur Scheidung der seltenen Erden Verwendung gefunden haben, sind die Sulfate, Doppelsulfate, Nitrats, Doppelnitrats, Chromats, Oxalats, Formiate, Äthylsulfate, Acetylacetonate. Da die entsprechenden Salze der in einer Untergruppe zusammen vorkommenden Erden stets in strengem Sinne isomorph sind, so besteht das Problem bei dieser Art der Scheidung in der Trennung isomorpher Gemische durch fraktionierte Kristallisation. Eine exakt wissenschaftliche Durchführung dieser Aufgabe würde zunächst die Kenntnis der Löslichkeit der Einzelsalze voraussetzen, an der es uns in den meisten Fällen noch fehlt, weil die reinen Salze in den für Löslichkeitsbestimmungen erforderlichen Mengen nur selten zu beschaffen sind. Andererseits ist es auch praktisch unmöglich, in einer Serie von Fraktionen die Änderungen in der Zusammensetzung der Bodenkörper und der Mutterlaugen analytisch zu verfolgen, da es uns an quantitativen Bestimmungsmethoden für die seltenen Erden meist fehlt. In der Mehrzahl der Fälle ist die Aufgabe aber rein empirisch lösbar, wenn auch ihre Durchführung ein hohes Maß von Zeit, Geduld und Übung erfordert. Man gelangt nämlich bei geschickter Führung der Fraktionierung, falls genügende Mengen Ausgangsmaterial zu Gebote stehen, in den meisten Fällen zu zwei Endfraktionen, in deren einer der schwerst lösliche, in deren anderer der leichtest lösliche Anteil in mehr oder weniger reinem Zustande konzentriert ist. Außer diesen extremen Fraktionen erhält man eine Reihe von Mittelfraktionen, die aus mehr oder weniger komplizierten Gemischen bestehen und praktisch nicht weiter trennbar sind. Ihre Einschränkung auf eine möglichst geringe Anzahl ist im Interesse einer möglichst hohen Ausbeute an reinen Stoffen ein Hauptziel der Fraktionierungskunst. Nach den praktischen Erfahrungen liegt nun bei den Mischungsreihen, die die seltenen Erden mit einander bilden, der Fall fast stets derart, daß die Kurve, die die Zusammensetzung der einzelnen Fraktionen als Funktion ihrer Löslichkeit repräsentiert, eine gerade Linie ist; in diesem Falle ist eine vollständige Entmischung möglich; doch sind theoretisch auch Fälle vorzusehen, in denen die Löslichkeitskurve ein Maximum oder Minimum be-

<sup>1)</sup> Vgl. Marc, Ber. der deutsch. chem. Ges. 1906, S. 1392.

sitzt; es scheidet sich dann von einem bestimmten Punkte an ein nicht weiter trennbares Gemisch ab. Dieser Fall tritt tatsächlich praktisch vereinzelt auf, d. h. man gelangt dann bei der Fraktionierung zu Endfraktionen, die ihre Zusammensetzung nicht mehr ändern und infolgedessen das Vorliegen eines einheitlichen Stoffes vortäuschen. Solche Komplikationen haben früher in mehreren Fällen zu der Proklamierung von neuen Elementen geführt; das „Philippium“ von Delafontaine und das „Lucium“ von Barrière verdanken solchen Irrtümern ihre Scheinexistenz. Es ist das Verdienst von G. Urbain, auf diese Verhältnisse nachdrücklich hingewiesen zu haben.

An dem Beispiele der fraktionierten Kristallisation der Doppelnitrate sei schließlich kurz die Entwicklung einer der wichtigsten und wirksamsten Methoden zur Scheidung der seltenen Erden geschildert. Auer von Welsbach wendete im Jahre 1885 zuerst die fraktionierte Kristallisation der Ammoniumdoppelnitrate in schwach salpetersaurer Lösung auf die Scheidung der Cererden an, nachdem 1873 schon Mendelejeff auf diese Methode hingewiesen hatte. Dieselbe bedeutete insofern einen bedeutenden technischen Fortschritt, als die leichte Löslichkeit der Doppelnitrate den Gang der Fraktionierung außerordentlich vereinfachte, indem sie die kontinuierliche Wiederauflösung der einzelnen Fraktionen erleichterte und bei Verarbeitung großer Mengen von Material doch das Volumen der Laugen stark einzuschränken gestattete. Der Erfolg der erschöpfenden Anwendung dieser Trennungsmethode bestand darin, daß es Auer von Welsbach gelang, Lanthan leicht vollständig von Didym zu trennen und die Spaltbarkeit des letzteren, für die bereits eine Reihe von Andeutungen vorlag, durch die Isolierung des Praseodyms und Neodyms endgültig zu beweisen. Daß die absolute Reindarstellung der drei genannten Elemente nach diesem Verfahren gelingt, falls man sehr große Mengen der Doppelnitrate in fabrikatorischem Betriebe verarbeitet, läßt sich nach neueren Mitteilungen Auers nicht bezweifeln. Einen entschiedenen Fortschritt bedeutete dann die Anwendung der Magnesium- statt der Ammoniumdoppelnitrate durch Demarcay. Indem er jene aus stark salpetersaurer Lösung fraktionierte, gelangte er zu einer viel schnelleren und vollständigeren Trennung der Didymkomponenten und konnte außerdem die Fraktionierung auf die Reindarstellung des Samariums und des Gadoliniums ausdehnen. Das praktische Resultat dieses Verfahrens wurde den Besuchern der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1900 vor Augen geführt. Die Firma Chenal, Douilhet et Cie. stellte große Quantitäten schön kristallisierender Salze der seltenen Erden zur Schau, die allgemeine Bewunderung erregten. 1902 zeigte ferner Drossbach, daß man die Fraktionierung der Magnesiumdoppelnitrate mit ausgezeichnetem Erfolge auch in rein wässriger, nicht saurer Lösung ausführen könne. Weitere Verbesserung erfuhr die Methode im Jahre 1903 durch Lacombe, der die Mangandoppelnitrate insbesondere für eine schnelle

Scheidung von Praseodym, Neodym und Samarium empfahl. Auch die Nickeldoppelnitrate wurden mit Erfolg verwendet. Tatsächlich läßt sich heute durch geschickte Kombination dieser verschiedenen Modifikationen die vollständige Scheidung der Cererden mit wenig Aufwand von Material in relativ kurzer Zeit durchführen. Allerdings ist nach wie vor eine gewisse technische Routine, die man durch einige Übung erreicht, unerlässlich, um das Verfahren so wirksam wie möglich durchführen zu können. Die sinnreichste Vervollkommnung erfuhr jedoch die Doppelnitratmethode durch Urbain und Lacombe in ihrer Anwendung auf die Scheidung der analytisch am schwierigsten zu behandelnden Terbinerden. Ausgehend von der Beobachtung Bodmans, daß Wismutnitrat mit den Nitraten der seltenen Erden isomorph kristallisiert, setzten sie den Magnesiumdoppelnitrat eine gewisse Quantität Magnesiumwismutnitrat zu. Letzteres schiebt sich bei der Fraktionierung zwischen die Doppelnitrate des Samariums und des Europiums ein, so daß deren sonst außerordentlich schwierige Scheidung verhältnismäßig leicht und quantitativ gelingt. In ähnlicher Weise vermochte Urbain Gadolinium und Terbium ohne wesentliche Substanzverluste zu isolieren. Die Reindarstellung des Europiums und des Terbiums, zweier Elemente, die zu den aller-seltensten der ganzen Gruppe gehören, bedeutet einen Triumph der geschickten Anwendung einer bis aufs äußerste verfeinerten Methode. Das Prinzip, zwei durch fraktionierte Kristallisation für sich nicht vollständig trennbare, äußerst nahe verwandte Erden durch Zwischenschiebung eines dritten, in der betreffenden Verbindungsform mit ihnen isomorphen Elementes gewissermaßen auseinanderzudrängen, hat sich noch in verschiedenen anderen Fällen, als den erwähnten, bewährt und wird voraussichtlich noch weitere Früchte tragen. (Schluß folgt.)

**Rykatchew:** Vorläufige Mitteilung über die Temperatur-Inversionen nach den mittels Drachen in Pavlovsk 1904 gemachten Beobachtungen. (Hann-Band der Meteorologischen Zeitschrift 1906, S. 174—179.)

Seit dem Januar 1904 werden in Pavlovsk täglich Drachenaufstiege veranstaltet, wenn der Wind weder zu schwach noch zu stark ist. An den 289 Tagen des Jahres, an denen diese Aufstiege glückten, wurden 124 mal in den vom Drachen durchsetzten Luftschichten Temperaturumkehrungen (Steigen der Temperatur mit zunehmender Höhe) beobachtet. Die Verteilung dieser Fälle auf die einzelnen Monate zeigt, daß im Laufe des Jahres zwei Maxima, im Frühjahr und Herbst, und zwei Minima, im Sommer und Winter, sich bemerklich machen; die häufigsten Inversionen treten im März und im September oder Oktober auf. Im März sind die Inversionen die Regel (81 %), und ihr Fehlen ist die Ausnahme. Ein sehr ausgesprochenes Minimum (3 Fälle unter 29) wurde im Juni beobachtet und ein sekundäres (7 unter 21) im Januar. Wahrscheinlich wäre der jährliche Gang ausgesprochener, wenn die Höhen der Aufstiege im Winter ebenso groß wären als im Sommer. Es muß ferner bei dieser Statistik beachtet werden, daß fast alle Beobachtungen im Laufe des Tages gemacht sind.

Wie die Höhe der Umkehrschichten von den Tagesstunden und den Jahreszeiten abhängt, zeigt eine Zu-

sammenstellung der Beobachtungen in zwei Gruppen, die eine enthält die beobachteten Höhen vor 3 Uhr nachmittags, die andere die nach 3 Uhr nach dem Mittel der Jahreszeiten und im Jahresmittel. Aus der kleinen Tabelle ersieht man, daß die Inversionsschicht am Vormittage höher ist als am Nachmittage in jeder Jahreszeit; im Mittel ist sie fast zweimal so groß am Morgen als am Abend. Im Durchschnitt aller Beobachtungen ist die Höhe der Umkehrschicht im Sommer mehr als zweimal so groß als im Winter.

Von den 38 am Abend beobachteten Umkehrungen haben 24 bereits an der Erdoberfläche begonnen, während unter den 88 am Morgen beobachteten nur 7 derartige Fälle vorgekommen sind. Dies spricht dafür, daß die meisten Temperaturumkehrungen des Abends von dem täglichen Gang der Temperatur an der Erdoberfläche herrühren, d. h. von ihrer Temperaturabnahme am Abend. Damit stimmt auch die Tatsache, daß von den 31 Fällen, in denen die Umkehr bereits am Boden anfang, 24 auf den Abend und 7 auf den Morgen fallen, und daß unter den ersteren 22 Fälle von schneller Abkühlung beobachtet sind, in denen das Temperaturmaximum sich in geringer Höhe, im Mittel 153 m über der Erde, befand. Trennt man die Abendbeobachtungen in die zwischen 5 und 7 $\frac{1}{2}$  h und die später ausgeführten, so findet man das Temperaturmaximum zwischen 5 und 7 $\frac{1}{2}$  in 122 m und in den späteren Stunden in 184 m Höhe; die erwärmte Schicht scheint also in dieser Tageszeit in die Höhe zu steigen. Gleichzeitige Beobachtungen, die im August 1905 um 9 Uhr abends in 3 $\frac{1}{2}$  m und in 44 m an 20 Tagen gemacht sind, haben gleichfalls oben höhere Temperaturen ergeben als unten, nur einmal, und zwar bei bewölktem Himmel am Tage, war es oben 0,2° kälter als unten. Die Inversion um 9 h. p. ist somit eine allgemeine Regel, wenigstens für die Tage, wenn der Himmel nicht ganz bedeckt ist.

Von den Inversionen, die nicht am Boden unmittelbar beginnen, hat der Verf. diejenigen untersucht, welche große und schnelle Änderungen der Temperatur und der Feuchtigkeit aufweisen. Ihre Zahl war 1904 nur gering, so daß auch Beobachtungen anderer Jahre herangezogen wurden. Die Fälle bedeutender Inversionen kamen fast ausschließlich während der kalten Jahreszeit vor. Die kalte untere und warme obere Luftschicht waren nicht notwendig durch Wolken getrennt. Die großen Inversionen kamen meist in Antizyklonengebieten vor, und in vielen Fällen konnte festgestellt werden, daß die Inversion von der hohen Temperatur der Gegend herrührt, aus welcher der Wind weht, oder davon, daß der untere Wind aus einer kälteren Gegend strömt. Interessant sind besonders die Fälle, in denen starke Inversion am Tage erst in einer größeren Höhe angetroffen wird und abends bereits an der Erdoberfläche beginnt; oder auch die, in welchen man die Inversion in die Höhe steigen sieht.

**Albert Hoerbürger:** Der elektrische Kohlelichtbogen im Vakuum. (Greifswalder Inaugural-Dissertation.)

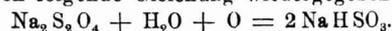
Die Arbeit ist der Frage gewidmet, wie sich der Spannungsverlust beim Kohlelichtbogen mit abnehmendem Druck bei konstantem Strom mit konstanter Elektrodentfernung ändert. Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung sind folgende: Bei abnehmendem Druck ändert sich das charakteristische Aussehen des Kohlelichtbogens, indem nach einander drei verschiedene Formen auftreten. Nach längerer Brenndauer in völlig abgeschlossenem Raume verschwindet die in freier Luft beobachtbare, grünlich leuchtende Aureole, d. h. die Verbrennungs- und Oxydationszone des Kohlendampfes, welche, durch eine dunkle Zone getrennt, den leuchtenden, hellblauen Kern des Bogens umgibt. Diese Form des Lichtbogens bleibt bei abnehmendem Druck bis gegen einen Druck von 6 mm Hg erhalten. Das Intervall von 6 mm Hg bis etwa 0,5 mm ist charakterisiert durch

das Auftreten einer kleinen, die Aureole bedeckenden blauen Haube. Unterhalb 0,5 mm Hg bis 0,006 mm Hg tritt von dem leuchtenden Fleck der Kathode ein helles Lichtbüschel aus, das mit der Anode keine direkte Berührung hat, während von der an der Spitze nur schwach glühenden Anode keinerlei Lichterscheinung ausgeht. Die Spannung am Lichtbogen nimmt jedoch mit abnehmendem Druck der umgebenden Gase ununterbrochen ab und erreicht bei etwa 0,1 mm einen konstanten Wert von etwa 19 Volt. Zwischen Spannung und Bogenlänge besteht bei jedem Druck eine lineare Beziehung. Das konstante Glied derselben sinkt mit abnehmendem Druck von 48 bis 19 Volt, der Faktor des variablen Gliedes, welcher den Spannungsabfall pro Millimeter innerhalb des Lichtbogens bedeutet, beträgt bei höheren Drucken 4 Volt/Millimeter und nimmt, wenn man zu niedrigeren Drucken fortschreitet, bis zu unmerklichen Werten ab.

Lampa.

**Hartwig Franzen:** Über die Verwendung des Natriumhydrosulfits in der Gasanalyse. (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1906, Jahrg. 39, S. 2069.)

Verf. empfiehlt als praktisches Absorptionsmittel für Sauerstoff das billig zugängliche Natriumhydrosulfit. Durch eigene Versuche hat er sich von der Verwendbarkeit dieser Substanz in der Gasanalyse überzeugt. Sie bietet gegenüber den gebräuchlichen Sauerstoffabsorptionsmitteln mancherlei Vorzüge. So kann vor allem ohne jeden Nachteil bei niedriger Temperatur gearbeitet werden. Auch bei 0° ist bei 5 Minuten langem Stehenlassen mit Sauerstoff derselbe vollständig absorbiert. Von der dunkel gefärbten alkalischen Pyrogallollösung unterscheidet sich dies Mittel vorteilhaft durch seine schwächere Alkalität. Verglichen mit dem häufig zur Sauerstoffabsorption verwendeten Kupferoxydulammoniak erscheint Natriumhydrosulfit deshalb geeigneter, weil es nicht wie jenes beigemengtes Kohlenoxyd absorbiert, sondern eine Trennung von Sauerstoff und Kohlenoxyd möglich macht. Die Reaktion der empfohlenen Substanz mit Sauerstoff wird durch folgende Gleichung wiedergegeben:



D. S.

**J. J. Jahn:** Über die erloschenen Vulkane bei Freudental in Schlesien. (Verhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanstalt Wien 1906, Nr. 4, S. 113—124.)

Au der mährisch-schlesischen Grenze erheben sich die schon durch die Untersuchungen von A. Makowsky bekannten einstigen Vulkane des Köhlerbergs, Venusbergs und des Großen Raudenbergs. Ihre Hänge zeigen mächtige Anhäufungen von Lapilli und Lavabomben, und alle entsenden deutliche Basaltströme mit vielfach schon säulenförmiger Absonderung. In allen Fällen enthalten die Lavabomben zahlreiche rotgebrannte Toneinschlüsse, deren ursprüngliches Material ein fast dichter Grauwackenschiefer der Kulmformation gewesen sein mag. Die Form dieser Bomben ist recht wechselnd; neben symmetrischen Bomben mit deutlicher Rand- oder Knicknaht (vgl. die Untersuchungen von Berwerth in seiner Arbeit „Über vulkanische Bomben von den Kanarischen Inseln nebst Betrachtungen über deren Entstehung, Annalen d. k. k. naturhist. Hofmuseums in Wien, 9. Oktbr. 1894), Rotations- und geflügelten, wie Hohlbomben finden sich auch zahlreiche unregelmäßige Formen mannigfachster Art.

Wenn auch diese einstigen Vulkanberge selbständige Eruptionspunkte darstellen, so fehlt ihnen doch allen jede Spur einer Kraterbildung. Das massenhafte Auftreten jener Bomben aber, zusammen mit Lapilli und vulkanischen Sanden und Aschen und das gleichzeitige Hervortreten mächtiger Lavaströme spricht für die Deutung dieser Berge als echte erloschene Tuffvulkane. Nach dem, was wir über die Bildungsweise der Bomben, Lapilli, Sande und Aschen wissen, ist auch der Schluß

zwingend, daß hier einst echte Krater vorhanden waren, die nach der Massenhaftigkeit der Anhäufungen, nach ihren Lagerungsverhältnissen und nach der Existenz des großen vulkanischen Schlammstromes von Raase und Karlsberg relativ lange existiert und für längere Zeit hindurch einen offenen Schlot besessen haben müssen. Bedeutsam für die Erklärung ihrer heutigen Vernichtung und Abtragung ist der Umstand, daß die obersten Kuppen dieser Vulkanberge nicht aus festem Basalt, sondern aus Schlacken und losen Auswürflingen bestehen. Auch lassen die Tuffschichten einen deutlichen antiklinalen Aufbau erkennen.

Die schon erwähnten Tuffe von Raase und Karlsberg sind eine typische Basalttuffbreccie, die dem Großen Raudenberg entstammt. Sie sind jedoch nicht ein Wasserabsetz, wie Makowsky annimmt, sondern, worauf auch die eingeschlossenen eckigen Bruchstücke der Kulm- und kristallinen Gesteine hinweisen, die Überreste eines großen vulkanischen Schlammstromes. Die erwähnten Kulm- und archaischen Gesteinsfragmente sind bei der Eruption mit aus der Tiefe emporgerissen worden. Die Bildung dieses Schlammstromes erklärt sich Verf. dahin, daß bei der Eruption große Dampfmassen sich über dem Vulkan zu schweren Wolken verdichteten, die dann in wolkenbruchartigen Ergüssen sich über den Berg und seine Umgebung entluden und die losen Auswurfsmassen in mächtigen Schlammströmen gegen Raase und Karlsberg hin ablagerten. A. Klautzsch.

**H. D. King:** Die Wirkungen des Zusammenrückens auf die Reifung und frühe Entwicklung der Eier von *Asterias forbesii*. (Arch. f. Entwicklungsmechanik 1906, Bd. 21, S. 97—110.)

In einigen Fällen natürlicher Parthenogenese ist beobachtet worden, daß statt der normalen zwei Richtungskörper nur deren einer aus dem Ei ausgestoßen wird, während der andere in demselben verbleibt. Verf. stellte sich nun die Aufgabe, zu ermitteln, ob es möglich sei, durch Druck auf das reife Ei die Ausstoßung von Richtungskörpern zu verhindern und hierdurch zwangsweise eine Parthenogenese hervorzurufen. Weiterhin sollten die Fragen geprüft werden, ob ein solches Ei, das nur einen oder gar keinen Richtungskörper ausgestoßen hat, einer Befruchtung fähig sei, und wie sich in diesem Falle die Entwicklung gestalte.

Als Versuchsobjekt dienten die Eier der im Titel genannten Seeigelart, welche — nachdem durch Abspülen des Seeigels mit süßem Wasser alle dem Tiere etwa äußerlich anhaftenden Spermatozoen getötet waren — der Leibeshöhle entnommen, mittels einer Pinzette auf den Objektträger übertragen und mit einem durch Papierstreifen gestützten Deckglas bedeckt wurden. Durch Absaugen von Wasser mittels Fließpapiers wurde nun der Deckglasdruck gesteigert und dieser Druck verschieden lange (von 10 Minuten bis zu mehreren Stunden dauernd) fortgesetzt; eine Anzahl der Eier wurde später wieder in ein Uhrschälchen mit Seewasser übertragen und hier mit Spermatozoen zusammengebracht, während einer Reihe anderer Eier die Spermatozoen bereits unter dem drückenden Deckglase beigegeben wurden. Jedesmal wurde die Beobachtung durch eine Kontrollbeobachtung an Eiern ergänzt, welche unter normalen Verhältnissen in Seewasser gezüchtet wurden.

Die Ergebnisse waren folgende:

Durch die Kompression der Eier wurde die Ausstoßung beider Richtungskörper in der Regel verhindert; zuweilen kam es zur Ausstoßung des ersten — es scheint, daß hierbei die Lage der ersten Richtungsspindel von wesentlichem Einfluß war —, niemals aber zu der des zweiten. Die Vermutung, daß durch die Zurückhaltung des zweiten Richtungskörpers und seines Chromatins eine parthenogenetische Entwicklung veranlaßt werden würde, erwies sich als unrichtig. Vielmehr vereinigten

sich die durch die zweite Reifungsteilung gebildeten Kerne — in der Regel, wie beim normalen Verlauf, zwei, doch kamen auch mehr zur Beobachtung — zu einem großen und chromatinreichen Eikern, dessen Größe übrigens nicht immer der Chromosomenzahl proportional war.

Bei der Befruchtung — mochte dieselbe unter dem Deckglase oder nach Aufhören des Deckglasdruckes vorgenommen werden — drangen sehr häufig mehrere — bis zu 18 — Spermatozoen in ein Ei ein. Mehrfach beobachtete Verf., daß mehrere derselben (zwei bis drei) mit dem Eikern verschmolzen und dadurch abnorme Teilungsspindeln hervorriefen. In einigen Fällen führte die Furchung des komprimierten Eies bis zum Blastulastadium, niemals aber über dies Stadium hinaus. In allen Fällen vollzog sich die Entwicklung wesentlich langsamer als bei den unter normalen Bedingungen gezüchteten Individuen. Auch kamen bei den Teilungen mancherlei Abnormitäten vor; häufig teilten sich Eier auf einmal in drei, vier oder mehrere Zellen.

In einer Anzahl von Kontrollversuchen stellte Verf. fest, daß für diese Abnormitäten nicht etwa der Sauerstoffmangel des unter dem Deckglas gehaltenen Eies schuld sei. In kleinen Fläschchen mit ausgekochtem Wasser vollzogen sich Befruchtung und Furchung ganz normal, nur langsamer als bei den unter natürlichen Verhältnissen gehaltenen Eiern. Es blieb demnach nur übrig, die Abweichungen vom normalen Entwicklungsverlauf auf Rechnung der durch den Druck bedingten Formänderung, sowie der abnorm großen Chromatinmenge zu setzen, die durch das Zurückhalten der Richtungskörper bedingt war. R. v. Hanstein.

**Paul Becquerel:** Über die Langlebigkeit der Samen. (Compt. rend. 1906, 142, 1547—1551.)

Diese neue Untersuchung über ein viel behandeltes Thema schließt sich an die Versuche an, die Alphonse de Candolle im Jahre 1846 ausgeführt hat. Er säete 368 Samenarten, die er selbst gesammelt und in Säckchen, in denen sie vor Feuchtigkeit und Licht geschützt waren, 14 Jahre lang aufbewahrt hatte. Es ergab sich, daß von diesen 368 Arten nur 17 ihre Keimfähigkeit (in sehr abgeschwächtem Grade) bewahrt hatten. Sie gehörten drei Familien an, den Malvaceen (5 unter 10 Arten), den Leguminosen (9 unter 45 Arten) und den Labiaten (1 unter 30 Arten).

Die neuen Versuche wurden mit Samen von 550 Arten angestellt; diese gehörten zu 30 der wichtigsten Familien der Monokotylen und Dikotylen, und das Alter der Samen betrug zwischen 25 und 135 Jahren. Die Samen jeder Art, im allgemeinen mindestens 10, wurden sorgfältig in sterilisiertem Wasser abgewaschen und dann, falls ihre Schale zu undurchlässig schien, teilweise entrinde. Sodann wurden sie auf feuchter, sterilisierter Watte in einer Schale, die mit einer Glasplatte bedeckt war, bei 28° zum Keimen ausgelegt.

Unter diesen Umständen keimten von 90 Leguminosen 18 Arten, und unter diesen hatten die Samen von zwei Arten, nämlich der *Cassia bicaularis* (von 1819) und des *Cytisus biflorus* (von 1822) ihre Keimkraft länger als 80 Jahre bewahrt. Von bekannteren Pflanzen gingen ferner auf: *Trifolium arvense* von 1838, *Ervum Lens* von 1841, *Melilotus officinalis* von 1851; ferner Arten von *Acacia* und *Mimosa* von 1853 und andere mehr. Aus der Familie der Nymphaeaceen keimten drei Nelumbiumarten; die Samen der einen Art stammten aus dem Jahre 1850, die einer zweiten aus dem Jahre 1858. Endlich ging noch eine Malvacee (unter 15 Arten) auf, nämlich *Lavatera pseudo-Olbia* von 1842, sowie eine Labiate (unter 14 Arten), *Stachys nepetaefolia*, von 1829.

Von den übrigen Familien keimte kein einziger Same. Unter den Pflanzen, die nicht aufgingen und deren Samen 30 bis 60 Jahr alt waren, befindet sich eine ganze Reihe solcher, die nach den Angaben von Michalet,

Sirodot, Boisduval, Heldreich, Peter, Bureau, J. Poisson und P. Fliche viele Jahre und selbst Jahrhunderte lang im Erdboden ihre Keimkraft bewahren können. Verf. hält dies um so weniger für möglich, als die in Säckchen aufbewahrten alten Samen der betreffenden Arten vor den schädlichen Einflüssen des Lichtes, des Wassers, der Kälte und der Schimmelpilze bewahrt waren, was nicht oft in der Natur geschieht.

Die Erhaltung der Keimkraft bei den anderen Samen erklärt sich nach Verf. daraus, daß nur diese eine dichte Samenschale haben und wenig oxydierbare Reservestoffe enthalten. Dank der Undurchlässigkeit der Samenschale hat der Gasaustausch zwischen diesen Samen und der Atmosphäre zum Teil über 80 Jahre lang fast völlig geruht (vgl. auch die Resultate früherer Arbeiten des Verf., Rdsch. 1905, XX, 359 und 480). „Wenn der in seiner Schale hermetisch eingeschlossene Embryo jemals geatmet hat, so hat er dies nur in unmerklicher Weise auf Kosten einer äußerst kleinen Gasmenge getan, da er bis zum Ende dieses langen Zeitraumes noch nicht alles hat aufbrauchen können, was an Sauerstoff im Inneren seiner Zellen vorhanden gewesen sein muß.“ F. M.

### Literarisches.

**N. Lockyer:** Astronomie. Deutsche Ausgabe von A. Winnecke, durchgesehen von E. Becker. 7. Auflage. 143 S. 8°, mit Abbildungen. (Straßburg und Berlin 1906, Karl J. Trübner.)

In leichtfaßlicher Weise werden in diesem Büchlein (Nr. 3 der „Sammlung Naturwissenschaftlicher Elementarbücher“) die Bewegungen der Erde und der Gestirne beschrieben und durch Abbildungen und einfache, bequem anzustellende Versuche veranschaulicht. Auch werden, mit Berücksichtigung der neuesten Forschungsergebnisse, kurze Beschreibungen des Aussehens der wichtigsten Himmelskörper, des Mondes, der großen Planeten, der Kometen, der Sonne und der Sterne gegeben. Ferner werden die Bestimmung der Sternörter und ihre Benutzung zu Orts- und Zeitbestimmungen auf der Erde, sowie das Schweregesetz kurz behandelt. Man kann nur wünschen, daß dieses Büchlein durch seine klare Darstellung dazu beitrage, daß die Hauptsätze der Astronomie schon von der Jugend „als Wahrheiten mit dem Verstande erkannt“ werden möchten, während sie gegenwärtig nur wenigen bekannt sind und von diesen auf die Worte des Lehrers hin eigentlich bloß geglaubt werden. A. Berberich.

**Rudolf Schenck:** Kristallinische Flüssigkeiten und flüssige Kristalle. VIII u. 159 S. (Leipzig 1905, Wilhelm Engelmann.)

In O. Lehmanns groß angelegter Monographie „Flüssige Kristalle“ werden in erster Linie die eigenen Forschungen des Verf. berücksichtigt. Als Ergänzung dieses Werkes ist nun die vorliegende kleinere Schrift gedacht, die alle Seiten des immer noch streitigen Problems der flüssigen Kristalle berücksichtigt. Es ist nicht nur die vorhandene Literatur gründlich und übersichtlich verarbeitet, sondern es werden auch wesentliche neue Untersuchungen des Verf. und seiner Schüler mitgeteilt. Zur gründlichen Orientierung über das jetzt schon recht umfangreiche Gebiet der flüssigen Kristalle ist das Werk vorzüglich geeignet. Koppel.

**C. Matzdorff:** Ökologisch-ethologische Wandtafeln zur Zoologie. Tafel 1 und 2. (Eßlingen und München, J. F. Schreiber.) Jede Tafel 4 M., aufgez. mit Stäben 6 M., lackiert 6,50 M.

Das Tafelwerk, dessen erste Lieferung vorliegt, will eine Ergänzung zu dem bisher vorhandenen Material zoologischer Anschauungsbilder liefern. Während es an Tafeln, die die äußere Erscheinung und den anatomischen Bau der Tiere in verschiedenster Weise und für die Bedürfnisse der verschiedensten Lehr- und Unterrichts-

anstalten darstellen, nicht fehlt, stellt sich das vorliegende Unternehmen die Aufgabe, Tiere verschiedenster Gruppen ohne Rücksicht auf die systematische Verwandtschaft nach bionomischen oder, wie man gegenwärtig vielfach zu sagen pflegt, ethologischen Gesichtspunkten geordnet darzustellen. Die beiden ersten Tafeln führen eine Reihe besonders charakteristischer Insekten vor, welche in Gestalt und Farbe ihrer Umgebung angepaßt sind. Auf der ersten Tafel handelt es sich um Form- und Farbenanpassung an Blätter, Rinde und Früchte. Von blattähnlichen Schmetterlingen ist neben unserer *Vanessa c-album* die japanische *Kallima inachis*, als Beispiel für Rindenanpassung *Calocampa vetusta*, als Beispiel für Fruchtähnlichkeit die Puppe von *Cionus scrophulariae* gewählt. Die zweite Tafel behandelt die Anpassung an Flechten; hier finden wir den Falter von *Moma orion*, die Raupe von *Boarmia lichenaria* und neben diesen einheimischen Beispielen *Epeira parvula* sowie die beiden der Kameruner Fauna angehörigen Spezies *Ancylonathus tribulus* (Bockkäfer) und *Palophus centaurus* (Stabheuschrecke). Alle auf beiden Tafeln abgebildeten Insekten sind doppelt dargestellt: einmal für sich, so daß Form und Färbung deutlich erkennbar sind, und ein zweites Mal in der sie schützenden Umgebung. Die Abbildungen sind selbstverständlich stark vergrößert; die natürliche Größe ist durch eine daneben gesetzte, auch in einiger Entfernung sichtbare rote Linie angedeutet.

In Herrn Matzdorff hat dieses Tafelwerk einen sachkundigen und sorgfältigen Bearbeiter gefunden. Die Figuren treten klar hervor und sind in Form und Färbung naturgetreu. Daß natürlich die in den Früchten, den Blättern u. dgl. sitzenden Tiere vermöge ihrer Schutzfärbung aus einiger Entfernung nicht mehr deutlich erkennbar sind, ist selbstverständlich, das aber soll ja gerade gezeigt werden.

Das Tafelwerk, dessen weiterem Fortschreiten man mit Interesse entgegensehen darf, wird nicht nur im Unterricht der höheren Schulen, sondern darüber hinaus auch im akademischen Unterricht vielfache Verwendung finden können.

Man wird den beiden hier besprochenen Tafeln gegenüber vielleicht einwenden, daß viele der hier dargestellten Fälle von Schutzähnlichkeit bereits von den Lehrmittelhandlungen in Form von Präparaten natürlicher Tiere und Pflanzen angeboten werden, und daß die Betrachtung solcher Präparate der der besten Tafeln vorzuziehen sei. Sind doch Einwände ähnlicher Art in letzter Zeit vielfach gegen die dem biologischen Unterricht dienenden Tafelwerke erhoben worden. Demgegenüber ist immer von neuem hervorzuheben, daß Tafeln und Abbildungen natürlich stets nur ein Notbehelf bleiben und der Ergänzung durch Modelle, natürliche Präparate, vor allem aber durch eigene Beobachtung im Freien bedürfen, daß sie aber schon deswegen nicht entbehrt werden können, weil sie es ermöglichen, auch kleine Objekte in solcher Größe dem Schüler vorzuführen, daß sie allen gleichzeitig deutlich sichtbar sind.

So sei denn dem verdientlichen Unternehmen guter Fortgang und reicher Erfolg gewünscht.

R. v. Hanstein.

**Carl Küchler:** Unter der Mitternachtssonne durch die Vulkan- und Gletscherwelt Islands. 174 S. Mit zahlreichen Illustrationen und einer Karte von Island. (Leipzig 1906, Abel u. Müller.)

In interessanter, feuilletonistischer Weise, aber mit zahlreichen historischen und literarischen Einfügungen, bietet Verf., ein großer Freund und genauer Kenner Islands und des dortwohnenden germanischen Brudervolkes, eine hübsche Schilderung der Vulkan- und Gletscherwelt jener nordischen Insel. Überall erkennt man das warme Bestreben, den Leser für jenes ferne Gebiet und seine Leute zu interessieren, und manch guter Wink und praktischer Ratschlag bietet sich dem, der das Land

selbst kennen zu lernen beabsichtigt. Zahlreiche Abbildungen, meist nach Selbstaufnahmen des Verf. schmücken das Buch und dienen zur Erläuterung seiner Reisebeschreibungen nach Island, seines Aufenthalts in der Hauptstadt des Landes und seiner Wanderungen durch die südliche Gletscherwelt und nach dem Hekla, zu den heißen Springquellen von Haukadalur und zur historischen Ebene von Thingvellir wie durch das Wüstengebiet nordwärts bis zum Borgar-Fjord und seiner Rückreise nach Reykjavik.  
A. Klautzsch.

### Ludwig Boltzmann †.

(Gestorben am 5. September 1906.)

#### Nachruf.

Boltzmann wurde geboren in Wien am 20. Februar 1844. In dieser Stadt vollendete er auch seine Studien und begann hier seine wissenschaftliche Laufbahn als Assistent am physikalischen Institut. Mit 25 Jahren kam er als Professor der theoretischen Physik nach Graz, das er nach vier Jahren verließ, um eine Professur der Mathematik an der Wiener Universität zu übernehmen. Er vertauschte sie im Jahre 1876 mit dem Ordinariat der Experimentalphysik in Graz, das er durch 13 Jahre bekleidete. Hierauf verbrachte er fünf Jahre als Professor der theoretischen Physik in München, von wo er nach Wien in gleicher Eigenschaft als Nachfolger Stefans übersiedelte. Hier blieb er zunächst sechs Jahre. Es folgte ein kurzes Intermezzo von zwei Jahren in Leipzig, von wo er wieder nach Wien zurückkehrte, mit der ausgesprochenen Absicht, nun dauernd hier zu bleiben. In den letzten zwei Jahren las er neben der theoretischen Physik über Naturphilosophie als Erbe der Lehrkanzel für Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften, die für Ernst Mach geschaffen worden war.

Die verschiedenen Professuren — theoretische und experimentelle Physik, Mathematik und Philosophie — die Boltzmann bekleidete, sind der äußere Ausdruck für den Kreis der wissenschaftlichen Interessen, welche seinem Denken und Arbeiten Richtung und Inhalt gaben. Was er auf dem Gebiete der Physik, in theoretischer und experimenteller Hinsicht, leistete, sichert seinem Namen Unsterblichkeit.

Durch seine Lehrer und Freunde, Loschmidt und Stefan, wurde seine Aufmerksamkeit auf zwei Gebiete hingelenkt: die kinetische Gastheorie und die Theorie der elektrischen Erscheinungen Maxwells. Er hat es selbst erzählt, daß ihm Stefan auf die Frage, was er studieren solle, um in die Elektrizitätslehre einzudringen, eine englische Grammatik in die Hand gab, die ihm den Zugang zu Maxwell eröffnen sollte. Von Maxwell hat er die tiefsten Anregungen empfangen, der erkenntnistheoretische Standpunkt, den Maxwell in der theoretischen Physik einnahm, hat in Boltzmanns philosophischen Überlegungen, ähnlich wie bei Hertz, eine große Rolle gespielt.

Seine ersten großen Experimentalarbeiten betrafen die Maxwellsche elektromagnetische Lichttheorie. Aus den Maxwellschen Gleichungen ergibt sich eine Beziehung zwischen dem Brechungsexponenten, der Dielektrizitätskonstante und der magnetischen Permeabilität der Isolatoren: der Brechungsexponent ist gleich der Quadratwurzel aus dem Produkt der beiden letztgenannten Größen oder, da die Permeabilität aller Isolatoren nur sehr wenig von Eins verschieden ist, der Quadratwurzel aus der Dielektrizitätskonstante. Boltzmann prüfte und bestätigte diese Beziehung an einer Reihe von Gasen.

Die großen experimentellen Schwierigkeiten, welche hierbei zu überwinden waren, legen ein glänzendes Zeugnis für die experimentelle Begabung Boltzmanns ab. Wendet man diese Beziehung auf Kristalle an, so folgt aus derselben eine Verschiedenheit der Dielektrizitätskonstanten eines doppelbrechenden Kristalls nach ver-

schiedenen Richtungen. Boltzmann war es, der als erster diese Konsequenz zog und sie zugleich in einer außerordentlich subtilen Experimentaluntersuchung am rhombischen Schwefel bestätigte. So gab Boltzmann die ersten experimentellen Belege für die Maxwellsche Theorie. Als dann viele Jahre später Hertz den gleichen Boden betrat und durch seine Arbeiten ein neues Gebiet erschloß, kehrte Boltzmann als Experimentator zu der Maxwellschen Theorie zurück, gab eine Methode zur Beobachtung elektromagnetischer Strahlen und verwendete sie für elektrooptische Versuche. Die durchaus originale Art, in welcher Boltzmann dem Maxwellschen Gedankenkreis gegenübertrat, erhellt am klarsten aus seinen Vorlesungen über die Maxwellsche Theorie, die er in Buchform selbst herausgegeben hat. Wenn Boltzmann in seiner Rede auf Kirchhoff den Begriff der Schönheit auf theoretisch-physikalische Untersuchungen angewendet und mit unvergleichlichem künstlerischen Pathos an Beispielen illustriert hat, so dürften diese Vorlesungen Boltzmanns über die Maxwellsche Theorie als eines der glänzendsten Beispiele für die Berechtigung jenes Wortes genannt werden.

Das Gebiet, dem er sein ganzes Leben ununterbrochene Arbeit zugewendet, auf welchem er seine höchste Leistung vollbracht hat, ist die mechanische Theorie der Wärme in dem strengen Sinne, welche die Wärme als eine Art der Bewegung betrachtet. Es ist das Verdienst Boltzmanns, wenn der auf die Gase bezügliche Teil dieser Theorie heute als ein imposantes Gebäude vor uns steht. Die Grundauffassung der mechanischen Wärmetheorie läßt den ersten Hauptsatz der Thermodynamik als den Ausdruck des Prinzips der Erhaltung der Energie erscheinen. Der Mechanik den zweiten Hauptsatz einzuordnen gelang Boltzmann, indem er in dem speziellen Falle der Gase eine Funktion  $H$  definierte, welche mit der Entropie in einfachem Zusammenhange steht. Es braucht auf diese Hauptleistung Boltzmanns hier nicht näher eingegangen zu werden; sie ist vor kurzem in dieser Zeitschrift (Nr. 27, Jahrgang XXI, 1906) von Dr. J. Nabl in einem Aufsatz: „Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik und der Satz von der Entropie im Lichte des Boltzmannschen  $H$ -Theorems der Gastheorie“ ausführlich dargestellt worden. Dagegen mag es gestattet sein, hier eine Vorlesungsreminiszenz festzuhalten. In seinem letzten Kolleg über Wärmelehre (Wintersemester 1904/05) machte Boltzmann gelegentlich der Besprechung des Begriffes der Entropie folgende Bemerkung: „Jetzt ist eine Auffassung modern geworden, welche man als Energetik bezeichnet. Ihr Hauptvertreter hat seine Villa »Villa Energie« genannt. Nun, ich habe mich sehr viel mit der Entropie abgegeben. Und da habe ich mir öfters gedacht, daß ich mein Haus eigentlich »Villa Entropie« nennen könnte.“ Dieser Ausspruch zeigt, daß Boltzmann diese seine Arbeiten als die für sein Lebenswerk charakteristischsten angesehen hat. Auch seine letzte, noch vor seinem Tode zum Druck beförderte, in Gemeinschaft mit J. Nabl verfaßte Schrift behandelt die Gastheorie; es ist ein für die Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften verfaßter Artikel „über die kinetische Theorie der Materie“. Im Zusammenhange behandelt Boltzmann die Gastheorie in seinen „Vorlesungen über Gastheorie“, die in zwei Bänden erschienen sind.

Von den übrigen Arbeiten Boltzmanns seien erwähnt seine in Gemeinschaft mit Töpler ausgeführte Experimentaluntersuchung „über die Luftschwingungen in Pfeifen“, seine Weiterführung der Helmholtzschen Studien über Wirbelbewegung, seine Untersuchungen über elastische Nachwirkung, die durch prinzipielle Gesichtspunkte bemerkenswerte Untersuchung über das Hall-Phänomen und seine theoretische Begründung des von Stefan aus den Beobachtungen von Dulong, Petit, de la Provostaye und Desains abgeleiteten Gesetzes, daß die Gesamtstrahlung eines Körpers proportional ist der vierten Potenz seiner absoluten Tempe-

ratur. Das Stefan-Boltzmannsche Strahlungsgesetz ist eine der Grundlagen der nun bereits weit ausgebildeten Lehre von der Strahlung.

Außer den bereits genannten zusammenfassenden Darstellungen hat Boltzmann noch Vorlesungen über die Prinzipie der Mechanik (zwei Bände) veröffentlicht, nicht gehaltene Vorlesungen, wie er bemerkt. Eine widerspruchsfreie Darstellung der klassischen Mechanik ist es, die er hier versucht, in Betätigung eines sehr gesunden, von ihm wiederholt betonten Konservativismus.

Neben diesen fachwissenschaftlichen Arbeiten hat Boltzmann wiederholt und gern das Wort an einen größeren Kreis gerichtet; diese Vorträge hat er erst kürzlich in einem Bande „Populäre Schriften“ zusammengefaßt. Hier finden wir seine Akademierede über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, einen meisterhaften populären Vortrag über die Maxwell'sche Theorie, Antrittsvorlesungen (über Mechanik), verschiedene Aufsätze über die Stellung und den Charakter der Theorie in der Physik und vieles andere. Dieses — freilich stellenweise gar nicht populäre — Buch gibt überhaupt ein übersichtliches Bild über Boltzmanns Denken und Forschen und läßt dabei auch die Persönlichkeit Boltzmanns vor dem geistigen Auge des Lesers erstehen. In diesem Buche finden wir seine Polemik gegen die Energetik, seine „einzige“ philosophische Abhandlung, einen Vortrag über Schopenhauer und eine eigenartige Darstellung seiner Reiseeindrücke in Amerika, wo er wiederholt Vorlesungen gehalten hat. Das alte „Le style c'est l'homme“ darf auf diese Darstellung mit voller Berechtigung angewendet werden.

Boltzmann war ein Forscher von hoher Originalität und scharf umrissenem eigenartigen Typus. Die Resultate, die er erreicht hat, gehören der Wissenschaft, jeder Jünger derselben kann sich sie aneignen. Boltzmanns Forschungsmethode gehört ihm allein. Sein mathematisches Genie in Verbindung mit einer seltenen plastischen Vorstellungskraft, die er dem künstlerischen Einschlag in seiner Persönlichkeit verdankte, gibt seiner Methode den Charakter. Er geht geraden Weges auf das Problem los. Eine Fülle, die andere verwirrt, ordnet er mit Leichtigkeit, das mathematische Dickicht, das ihr entspringt, durchschlägt er. Und dazu kommt die beispiellose Durchdringung des Tatsachenmaterials, die ihn in jeder Frage zu raschem Urteil befähigte.

Auch in seinen Vorlesungen, als Lehrer, bewährte er diese Eigenart. Er entwickelt die Voraussetzungen in einfacher Art, gewissermaßen wie sie sich natürlich darbieten. In den Grundlagen für die Darstellung eines Problems tritt keine durch die späteren Entwicklungen bedingte und sie vielleicht erleichternde Wendung auf. Das gab eine kristallene Klarheit. Die Durchführung selbst mochte dann alle Hilfsmittel der Analysis erfordern — Boltzmann war der Mann dazu, sie zu handhaben und auch ein großes Auditorium von mannigfaltigen Graden der Begabung und Vorbildung ans Ziel zu führen. Freilich hat ihn das, zumindest in seinem Wiener Auditorium, immer Schweiß gekostet; im buchstäblichen Sinne des Wortes, denn der enge, unzulängliche Hörsaal war so dicht gefüllt, daß ihm selbst knapp Raum blieb, um die Länge der Tafel abzureiten zu können.

Der Antrag, nach dem Abgange Machs über Naturphilosophie zu lesen, kam seinen philosophischen Neigungen entgegen. Diese stammten bei ihm aus zwei Wurzeln: der idealistischen Denkrichtung, die allen großen Forschern eigen ist, und dem Drange nach Klarheit, welcher bei der Beschäftigung mit prinzipiellen Fragen des Faches zwangsläufig zu erkenntnistheoretischen Überlegungen führt. Wiewohl Boltzmann gelegentlich Kant als einen Esel erklärte und Schopenhauer mit der Grobheit Schopenhauers behandelte, die idealistische Grundstimmung verband ihn der idealistischen Philosophie näher, als er es Wort haben mochte. Diese philosophische Stimmung ließ ihn, auch die von Max-

well als fruchtbares Forschungsmittel in die theoretische Physik eingeführte Methode der dynamischen Illustration zu einem allgemeinen Erkenntnisprinzip erweitern. Im Grunde seines Herzens aber war er ein Vertreter der mechanischen Naturansicht und speziell der Atomistik, deren Wert für die Naturwissenschaften er in scharfsinniger und überzeugender Weise wiederholt dargelegt hat. Auch die Analysis hat nach Boltzmann atomistischen Charakter. Eine wichtige Rolle maß er dem Entwicklungsgedanken bei. Das Maxwell'sche Prinzip schien ihm aber die Möglichkeit zu geben, die mechanische Auffassung mit dem Idealismus zu vereinigen. So blieb er denn von dem Phänomenalismus Machs durch eine unüberbrückbare Kluft getrennt, die seine wechselnde Stellung gegen diesen größten dem Boden der Naturwissenschaften entsprossenen Erkenntnistheoretiker verständlich macht. Wie sehr Boltzmann von philosophischen Fragen bewegt wurde, konnte man in den letzten Jahren wiederholt beobachten. Die Sitzungen der philosophischen Gesellschaft besuchte er häufiger als die der physikalischen, und auch im Privatgespräch betrat er mit Vorliebe das philosophische Gebiet. Auch hier trat Boltzmanns Originalität, manchmal in paradoxer Weise, zutage. Der Titel seines letzten in der philosophischen Gesellschaft gehaltenen Vortrages: „Erklärung der Entropie und der Liebe aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung“ mag diese Behauptung illustrieren.

Boltzmann war sogar ein wenig Pessimist. In humoristischer Weise hat er dies gelegentlich der Feier seines sechzigsten Geburtstages in seiner Tischrede erklärt, in welcher er erzählte, daß er um Mitternacht zwischen Faschingsdienstag und Aschermittwoch in einem Hause, das ein großes Vergnügungsort beherbergte, unter den verhallenden Klängen der Fastnachtsmusik zur Welt gekommen sei. Von da stamme sein halb lustiges, halb trauriges Gesicht. Das gleiche Bild zeigt Boltzmanns Geschick: ein Leben von glücklichster Arbeit, reich an äußeren Erfolgen und innerem Glück, gesegnet mit allen Ehren, getragen von der Liebe der Seinen, der Verehrung der ganzen wissenschaftlichen Welt — und nun dies tragische Ende. Wir möchten an dieser Bahre mit der Natur rechten, daß sie diesem kostbaren Organismus nicht festere Nerven von größerer Spannkraft verliehen, die ihn den Anforderungen, welche die wissenschaftliche Arbeit heute stellt, siegreich hätte widerstehen lassen. Und doch — wäre dies gerecht? Es will uns scheinen, daß die Organisation der wissenschaftlichen Arbeit eine Abänderung erheischt, die solche Katastrophen unmöglich macht. Möchte es an den beiden Opfern, welche die physikalische Wissenschaft in diesem Jahre zu bringen hatte, genug sein.

Prof. Anton Lampa (Wien).

### Akademien und gelehrte Gesellschaften.

Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig. Sitzung vom 18. Juni. Herr Hölder legt zum Abdruck in den Berichten eine Arbeit von Herrn Kowalewski vor: „Über den Cauchy-Coursatschen Satz.“ — Herr Rohn trägt vor: „Beiträge zur Theorie der ebenen Kurven 3. Ordnung.“ — Herr Flechsig berichtet über die Vorkonferenz der Internationalen Assoziation in Wien.

Sitzung vom 23. Juli. Herr Scheibner trägt vor: „Über Möbius' Kreisverwandtschaft der Transformation durch reziproke Radien.“ — Herr Mayer legt zum Abdruck in den Berichten eine Arbeit von Herrn Kowalewski vor: „Eine charakteristische Eigenschaft der projektiven Gruppe des Nullsystems.“ — Herr Hölder legt zum Abdruck in den Berichten eine Arbeit von Herrn Bernstein vor: „Über eine Funktionalgleichung und eine erweiterte Begründung des Gauss'schen Fehlergesetzes.“

Académie des sciences de Paris. Séance du 17 septembre. G. Bigourdan: Le Congrès international pour l'étude des régions polaires. — R. Bourgeois: Sur les déviations de la verticale dans la région du Sahel d'Alger. — Paul Lebeau: Sur l'action du fluor sur le

chlore et sur un nouveau mode de formation de l'acide hypochloreux. — L. J. Simon et Ch. Mauguin: Synthèses dans le groupe quinoléique: acide phénylnaphtoquinoléine dicarbone et ses dérivés. — Constantin Béis: Action des composés organomagnésiens mixtes sur les imides (III). — Paul Carnot et M<sup>lle</sup> Cl. Deflandre: Sur l'activité hémopoïétique des différents organes au cours de la régénération du sang. — L. Cazalhou: Expériences d'infection de trypanosomiase par des Glossina palpalis infectées naturellement. — Marcel Brillouin: Mouvement du pôle à la surface de la Terre.

### Vermischtes.

Über den Stoß des Wassers gegen eine beruhte Fläche beschreibt Herr H. Olivier einige leicht zu wiederholende Versuche: Aus einer nicht benetzten Öffnung in einer beruhten Wand läßt man einen kleinen Wassertropfen  $G$  (höchstens von 8 mg, gewöhnlich unter 5 oder 6 mg) aus der Höhe  $z$  (höchstens 8 cm) auf eine beruhte feste Fläche fallen. Der Tropfen plattet sich ab und wird durch die Oberflächenspannung wieder zur Kugel zurückgeführt. Ein Tröpfchen  $G'$  löst sich ab und wird mit beträchtlicher Geschwindigkeit senkrecht fortgeschleudert. Sein von  $z$  abhängiger Durchmesser kann ein Drittel desjenigen von  $G$  übertreffen; es steigt bis zum Niveau  $z'$ , das oft viel größer ist als das der Ausflußöffnung; so gab z. B. ein Tropfen von 7,5 mg für  $z' = 30$  cm bei einer Fallhöhe  $z$  von 18 cm. Es empfiehlt sich, die getroffene Wand schräg zu halten, damit  $G'$  eine Parabel beschreibt. Wenn beliebig viel Tropfen auf denselben Punkt fallen, so geben sie stets Tröpfchen in denselben Bahnen. Diese ändern sich auch nicht, mag die Fläche mit Ruß, mit Arsenpulver oder Lycopodium bestäubt sein. Wenn  $z$  kleiner ist als 2 cm, teilt sich der Tropfen nicht; bei größerem  $z$  erfolgt das regelmäßige Zurückprallen. Das fortgeschleuderte Tröpfchen  $G'$  ist anfangs sehr klein und steigt sehr hoch; es wird größer mit zunehmendem  $z$ ; die Änderung der Höhe  $z'$  als Funktion der Fallhöhe  $z$  kann eine sehr schnelle sein. Die Meßeinrichtungen müssen sehr genaue und  $z$  muß bis auf  $10 \mu$  bekannt sein. Man überzeugt sich dann, daß die Höhe des Abprallens  $z'$  durch eine Reihe von Maxima und Minima geht; das Intervall, welches das Abfallen zweier sich folgender Tropfen trennt, muß größer sein als 3 oder 4 Sekunden. Das regelmäßige Zurückprallen wird durch eine Änderung der Oberflächenspannung stark beeinflusst; so reduzierte eine Spur von Seife, die dem Wasser zugesetzt wurde,  $z'$  von 6 auf 1 cm. (Compt. rend. 1906, t. 142, p. 1267.)

Aus Javabohnen, den Samen von Phaseolus lunatus (vgl. Rdsch. XX, 309, 1906.) hat Herr Kohn-Abrest neuerdings zwei Glukoside, das eine in feinen, baumförmigen Nadeln, das andere in langen, tafelförmigen Kristallen, erhalten, die beide durch Schwefelsäure und durch Salzsäure in Glukose und Cyanwasserstoff gespalten werden. Sie sind ferner spaltbar bei Gegenwart von Wasser unter dem Einfluß eines Enzyms, das sich leicht aus den Javabohnen ausziehen läßt. Die Spaltung erfolgt nicht mehr, wenn die wässrige Lösung des Enzyms einige Minuten lang gekocht worden war. Trockene Hitze ( $78^\circ$ — $122^\circ$ ), die zwei Stunden lang auf das Enzym einwirkt, vermindert nur, unterdrückt aber nicht die Spaltung der Glukoside. Die Analyse der letzteren führte zu den Formeln  $C_{10}H_{19}NO_6$  und  $C_9H_{26}NO_6$ . Die kryoskopisch bestimmten Molekulargewichte wichen aber beträchtlich von den berechneten ab. Dunstan und Henry fanden für das aus Phaseolus lunatus der Insel Mauritius gewonnene Glukosid (vgl. Rdsch. XIX, 23, 1904) die Formel  $C_{10}H_{17}NO_6$ . Verf. schließt aus diesen Abweichungen, daß die durch fraktionierte Kristallisation in Essigäther erhaltenen Körper in Wirklichkeit Gemische cyanwasserstoffbildender Verbindungen seien, die sich nach Zusammensetzung und Eigenschaften sehr nahe stehen. Wahrscheinlich gibt es ebenso viele solcher Glukoside wie Rassen der sogenannten Javabohnen. (Compt. rend. 1906, t. 143, p. 182—184.)

Bekannt ist, daß die Milch leicht einen fremden Geruch, der mehr oder weniger unangenehm sein kann, annimmt. Um die Schnelligkeit, mit der die Milch

riechende Stoffe absorbiert, experimentell festzustellen, wählten die Herren F. Bordas und Toutplain einen Stoff, der niemals in der Milch enthalten und in sehr kleinen Quantitäten leicht nachweisbar ist, nämlich den Formaldehyd. Sie verglichen stets zwei Portionen Milch, von denen die eine in einem abgeschlossenen Raume neben Formaldehyd hingestellt, die andere gegen seine Einwirkung geschützt war, und konstatierten, daß bereits nach einer Minute die erstere merkliche Mengen von Aldehyd absorbiert hatte; in einer Atmosphäre, die  $\frac{1}{100000}$  Formaldehyd enthielt, gab die Milch nach einigen Minuten Exposition bereits deutlich Formaldehyd-Reaktion. Die Absorption des Aldehyds schien um so schneller zu erfolgen, je frischer die Milch war. Diese Absorption ist eine so schnelle, daß man, nach den Verff., daran denken könnte, die Milch zum Entdecken von Spuren Formaldehyd in der Luft zu verwenden. (Compt. rend. 1906, t. 142, p. 1204.)

### Personalien.

Ernannt: Hofrat Prof. Dr. Zdenko Skraup in Graz zum ordentl. Professor der Chemie an der Universität Wien als Nachfolger des in den Ruhestand tretenden Hofrat Lieben; — Prof. Lebeau zum Professor der anorganischen Chemie und G. Urbain zum Professor der analytischen Chemie an der Universität Paris als die Nachfolger des in den Ruhestand tretenden Prof. Ribeau; — Forstmeister Fricke in Beutnitz zum Professor der Forstwissenschaft an der Forstakademie in Eberswalde; — außerordentl. Professor der Pflanzenphysiologie Dr. F. E. Clemens an der Universität von Nebraska zum ordentlichen Professor; — Prof. Dr. Ludwig Wedekind in Karlsruhe zum Geheimen Hofrat.

Habilitiert: Assistent Dr. H. Bluntschli für Anatomie und Entwicklungsgeschichte an der Universität Zürich; — Dr. Sigmund für landwirtschaftliche Chemie an der Technischen Hochschule in Prag; — Dr. Franz Köhler für Geodäsie an der Technischen Hochschule in Prag; — Dr. Adalbert Prey für Astronomie und Geodäsie an der Technischen Hochschule in Wien; — Dr. A. Bestmeyer für Physik an der Universität Göttingen.

Prof. W. Wien in Würzburg hat den Ruf an die Universität Berlin abgelehnt.

### Astronomische Mitteilungen.

Die in Rdsch. XXI, 480 ausgesprochene Vermutung, daß der neue Komet Kopff 1906e eine kurze Umlaufzeit besitzen könnte, wird durch eine neue Bahnbestimmung des Herrn M. Ebell in Kiel bestätigt; die Rechnung ergab eine Periode von 6,617 Jahren. Im Perihel befand sich der Komet Anfang Mai 1906, wobei er in nicht gerade ungünstiger Stellung in der Gegend des Wassermanns und Steinbocks langsam nach Osten gelaufen sein sollte. Das systematische Suchen nach Kometen ist in neuerer Zeit aus der Mode gekommen; anderenfalls wäre der Komet im Frühjahr nicht unbemerkt geblieben. Einige Positionen des Kometen Kopff für die nächste Zeit lauten:

|          |                  |                           |
|----------|------------------|---------------------------|
| 10. Okt. | AR = 22 h 26,4 m | Dekl. = + 5° 40' H = 0,45 |
| 18. "    | 22 27,9          | + 4 58 0,37               |
| 26. "    | 22 31,0          | + 4 26 0,31               |

Folgende hellere Veränderliche vom Miratypus werden im November 1906 ihr Maximum erreichen:

| Tag     | Stern           | M  | m   | AR         | Dekl.    | Periode  |
|---------|-----------------|----|-----|------------|----------|----------|
| 2. Nov. | R Cancri . .    | 7. | 14. | 8 h 11,1 m | + 12° 2' | 360 Tage |
| 3. "    | RA Aurigae . .  | 7. | 13. | 5 9,2      | + 53 28  | 461 "    |
| 7. "    | R Draconis . .  | 7. | 13. | 16 32,4    | + 66 58  | 246 "    |
| 12. "   | R Trianguli . . | 6. | 12. | 2 31,0     | + 33 50  | 306 "    |
| 13. "   | S Ursae maj.    | 7. | 11. | 12 39,6    | + 61 38  | 226 "    |
| 24. "   | U Ceti . . .    | 7. | 10. | 2 28,9     | - 13 35  | 236 "    |

Sternbedeckungen durch den Mond, sichtbar für Berlin:

|          |                  |                  |                   |
|----------|------------------|------------------|-------------------|
| 25. Okt. | E. d. = 7 h 52 m | A. h. = 8 h 32 m | Capricorni 4. Gr. |
| 5. Nov.  | E. h. = 12 35    | A. d. = 13 53    | Geminorum 5. "    |
|          |                  |                  | A. Berberich.     |

Für die Redaktion verantwortlich  
Prof. Dr. W. Sklarek, Berlin W., Landgrafenstraße 7.