

## Das mikrurgische Verfahren.

Von Tibor Péterfi, Berlin-Dahlem.

Seit der allgemeinen Verwendung des Mikroskops haben fast alle Mikroskopiker schon versucht, im mikroskopischen Sehfeld zu präparieren, zu operieren oder verschiedene Versuche anzustellen. Mancher Begründer der heutigen Cytologie, Embryologie und Histologie (*K. E. von Baer, H. von Mohl, Joh. Müller, Dujardin, Ehrenberg, M. Schultze, Bütschli* u. a.) hat infolge besonderer persönlicher Begabung auch aus freier Hand Eingriffe vorgenommen, die in ihrer Art selbst mit den jetzigen mechanischen Einrichtungen nicht besser hätten ausgeführt werden können. Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts hat man (*H. D. Schmidt, Herlitzka, Chambry* und *Kopsch, Mc. Clendon, Tschachotin*) auch Apparate hergestellt, die mit feinen Schrauben oder sonstigen sinnreichen mechanischen Mitteln eine genauere Führung der Instrumente ermöglichen, als bei Benutzung nur der freien Hand. Die Anwendbarkeit all dieser Geräte war aber immer nur auf einen engen Kreis, meist nur auf bestimmte Probleme beschränkt. Sie wurden hauptsächlich zur genaueren Ausföhrung entwicklungsmechanischer Operationen erbaut, z. B. um bestimmte Eibezirke oder Blastomeren zu beeinflussen. Die Gegenstände solcher Operationen sind aber auch mit stärkerer Lupenvergrößerung schon sichtbar. Die Eingriffe konnten also aus freier Hand mit der nötigen Übung rascher, leichter und ebenso sicher erfolgen, als mit Apparaten. Es ist daher leicht erklärlich, daß die Operationstechnik der Entwicklungsmechanik auch ohne kompliziertere Geräte zu einer großen Vollkommenheit gelangen konnte (*Roux, Braus, O. Schultze, Zoya, Wilson, Morgan, Barfurth, Spemann*), da bei der großen Brennweite der schwachen Linsen richtig ausgewählte Objekte mit Feininstrumenten auch aus freier Hand behandelt werden konnten. Dort aber, wo die mikroskopischen Gegenstände nur bei starken Vergrößerungen sichtbar werden, ist ein solches Verfahren außerordentlich mühsam oder ganz unmöglich, nicht nur des geringen Objektabstandes halber, sondern auch deshalb, weil man aus freier Hand in einem so winzigen Sehfeld die Instrumente weder halten noch führen kann.

Alle rein mikroskopischen Wissenschaften wie die Zytologie, Histologie und Bakteriologie, die meist mit starken Vergrößerungen arbeiten, mußten sich also damit zufrieden stellen, ihre Untersuchungsgegenstände bis in ihre feinsten

Einzelheiten hinein sichtbar zu machen, sie morphologisch restlos zu durchforschen und aus den morphologischen Tatsachen Schlüsse auf die funktionelle Bedeutung der Strukturen zu ziehen. Es dürfte wohl allgemein bekannt sein, daß auch bei dieser Lage der Dinge das Experimentieren im mikroskopischen Bilde vielfach möglich war. Man hat thermische und elektrische Reize zu dem auf dem Tragglass liegenden Gegenstand geleitet oder zwischen Deck- und Tragglass verschiedene Lösungen hindurchströmen lassen usw. Neben diesen unmittelbar am Mikroskopisch angestellten Versuchen hat man in großer Anzahl und in mannigfaltigster Form auch Versuche ausgeführt, bei denen das Versuchstier als Ganzes bestimmten experimentellen Bedingungen ausgesetzt war und die erzielte Wirkung auf die Gewebe bzw. Zellen erst nachträglich mit dem Mikroskop festgestellt wurde. Alle diese Versuche, so viel Neues und Wertvolles sie auch der Biologie brachten, konnten die Zytologen nicht restlos zufriedenstellen. Man hat die Zelle mit starken Apochromaten und mit einer immer feineren Mikrotechnik bis in ihre feinsten Bestandteile durchforscht, man hat allgemein verbreitete Zellorganellen: Elementarfibrillen, Mitochondrien, Binnennetze usw. entdeckt, aber selbst die schönsten Präparate und die schärfsten Bilder davon konnten über die biologische Bedeutung dieser Gebilde keinen sicheren Aufschluß geben. Es wird wohl kaum einen Mikroskopiker geben, der nicht schon den Wunsch gespürt hätte, sein Objekt, das er so klar und nahe unter der Linse vor sich sah, auch berühren, bewegen, herauspräparieren oder sonstwie direkt angreifen zu können. Wie viele auch heute noch offene Streitfragen hätten schon längst ihre Lösung gefunden, wenn man nur mit einer entsprechend feinen Nadel hätte untersuchen können, ob ein Gebilde in oder auf der Zelle, unterhalb oder oberhalb des Sarkolemmas, innerhalb oder außerhalb des Neurit liegt!

Am meisten war der Mangel eines mikroskopisch verfolgbaren, direkten Versuchsvorgangens bei den physikochemischen Zellforschungen fühlbar. Selbst die einfachsten Vorstellungen über die physikalischen Eigenschaften der Zelle konnten nur mit komplizierten Methoden, oft nur auf indirektem spekulativen Wege gewonnen werden. Es ist bezeichnend, daß solche scheinbar elementare Fragen, wie der Zustand des Protoplasmas — flüssig oder starr — auch heute noch heiß umstritten werden. Das kann im ersten Augenblick um so mehr überraschen, als bekanntlich — wie die Beispiele von *Pfeffer*

und *Bütschli* zeigen — am Anfang der physikochemischen Ära die physikalische Chemie eng mit der Biologie verknüpft war. Je mehr sich aber die zwei Wissenschaften in ihrem eigenen Gebiet weiterentwickelt haben, um so schwieriger wurde es, mangels einer direkten Versuchstechnik, die Errungenschaften der Physikochemie auf die Zelle anzuwenden, und umgekehrt, die sichtbar gewordenen, teils lebenden, meist aber fixierten und gefärbten Zellgebilde physikochemisch zu

Form könnte aber die physikalische Chemie der Zelle gefördert werden, wenn man über eine Technik verfügte, mit der man die Versuche unmittelbar an der Zelle, und zwar bei beliebig starken Vergrößerungen ausführen kann.

Diese Möglichkeit bietet nun, sowohl für die physikalisch-chemische Forschungsrichtung wie überhaupt für die ganze Zell- und Mikrobiologie das *mikrurgische Verfahren*. Es wurde zuerst von dem holländischen Bak-

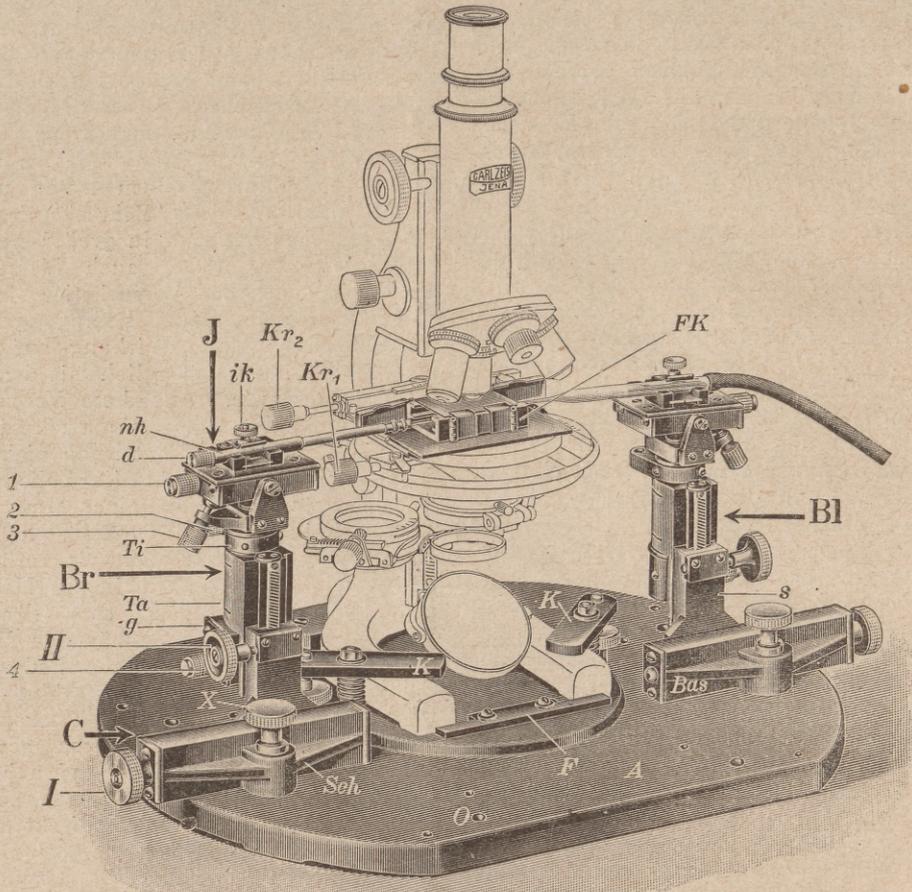


Fig. 1. Mikromanipulator nach *Janse* und *Péterfi*. *Br*: rechtes, *Bl*: linkes Operationsstativ, *O*: Gewinde für die vorderen Operationsstative, *A*: Grundplatte, *F*: Anschlagleiste, *K*: Fußklemme, *J*: Instrumententisch, *ik*: Instrumentenklemme, *nh*: Nadelhalter, *d*: Drehknopf des Nadelhalters, *Ti*, *Ta*, *C*, *Sch*, *g*, *X*: Bestandteile der Operationsstative, *I*: grobe Perlateralschraube, *II*: grobe Vertikalschraube, *1*: feine Perlateralschraube, *2*: feine Sagittalschraube, *3*: Diagonalschraube, *4*: feine Vertikalschraube, *Kr*<sub>1</sub>, *Kr*<sub>2</sub>: Kreuztischschrauben, *FK*: Feuchtkammer.

prüfen. Es erübrigt sich hier, auf die große Bedeutung eines innigeren Zusammenwirkens der Zytologie mit der Physikochemie hinzuweisen. Zahlreiche Forscher (*Hoerber*, *Bechold*, *Warburg*, *Lillie*, *Spek* und viele andere) haben schon in dieser Richtung bahnbrechend gewirkt und für die Auffassung, daß erst auf physikochemischer Grundlage eine exaktere Deutung der lebenden Substanz und der Zellfunktion zu erlangen ist, wertvolles Beweismaterial geliefert. In noch verstärkterem Maße und in noch mannigfaltigerer

tertiologen *S. L. Schouten* im Jahre 1899 erfunden und von ihm fast ausschließlich zur Isolierung einzelner Bakterien verwandt. *Schouten* hat neben dem Mikroskop — und mit diesem fest verbunden — einen Apparat erbaut, der in allen drei Richtungen des Raumes mikroskopisch kleine und gleichmäßige Bewegungen gestattet. An diesem Apparat befestigte er eine feine Glasöse und führte sie in eine auf den Mikroskopisch gestellte Feuchtkammer, die zur Einführung der Ösen auf beiden Seiten offen stand. Die Feucht-

kammer war mit einem Deckglas bedeckt; dieses trug auf seiner unteren Fläche in einem Hängetropfen die Bakterien, aus denen eins dann mit der Öse abgefangen wurde. Unabhängig von ihm erfand einige Jahre später (1904) der Amerikaner *M. A. Barber* seinen sog. Pipettenhalter, der, wenngleich in einer anderen Ausführung, dieselbe Leistungsfähigkeit besaß wie der Isolierapparat von *Schouten*. Auch *Barber* hat seinen Apparat vorwiegend für bakteriologische Einzelkulturen verwendet. Er gebrauchte aber keine Glasösen dazu, sondern äußerst feine Glaspipetten (Mikropipetten), die er dann auch für zytologische Zwecke verwendete. *Barber* war auch der erste, der die für die zytologischen Untersuchungen am besten geeigneten Feingeräte, die Mikronadeln, erfand. Auf einer winzigen Gasflamme hat er Glaskapillaren in so feine Nadeln ausgezogen, daß diese eine nur 30—40  $\mu$  lange und höchstens 1  $\mu$  dicke Spitze hatten. Mit diesen Nadeln konnte er einige einfache Zelloperationen, das Anstechen oder -schneiden der Zellen ausführen, wobei er ebenso in einer gläsernen, auf der einen Seite offenen feuchten Kammer und im hängenden Tropfen operierte, wie *Schouten*. *Barber* hat also zuerst den Weg gezeigt, wie das Verfahren nicht nur bei bakteriologischen, sondern auch bei zytologischen Fragen angewendet werden kann. Auf Grund seiner Anweisungen und mit seinem Apparat haben dann *Kite* und *Chambers* die Methode für eine ganze Reihe von zytologischen Fragen benutzt und den zytologischen Anforderungen entsprechend ausgestaltet. Die systematische Einführung der Methode in die Biologie ist ohne Zweifel an den Namen von *Chambers* geknüpft. Er hat auch selbst in letzter Zeit einen neuen Apparat an Stelle des Barberschen Pipettenhalters erfunden, der diesem gegenüber den großen Vorteil hat, daß man gleichzeitig mit zwei Instrumenten arbeiten kann, was bei dem Barberschen Apparat recht umständlich ist. Auch der tote Gang der Feinschrauben, ein häufiges Übel beim Gebrauch des Barberschen Pipettenhalters, ist hier gänzlich ausgeschaltet.

Zu mikrurgischen Zwecken, d. h. zur Ausführung verschiedener Zelloperationen oder noch allgemeiner ausgedrückt, zu den Mikromanipulationen wurde nun im vorigen Jahr unter der Leitung von Prof. *H. Siedentopf* und nach meinen Angaben der *Zeißsche Mikromanipulator* erbaut (Fig. 1). Er stellt einen von den amerikanischen grundsätzlich abweichenden Typus dar, indem er nicht wie diese an dem Mikroskoptisch befestigt, sondern wie bei *Schouten* auf einer Grundplatte mit dem Mikroskop verbunden ist. In der Mitte dieser Grundplatte befestigt man das Mikroskop, und beiderseits stellt man die eigentlichen mechanischen Einrichtungen, die Operationsstative, auf. Meist genügen zwei solche, eins rechts und eins links. Man kann aber noch zwei weitere

vor dem Mikroskop aufstellen und nötigenfalls mit vier Operationsstativen arbeiten. Jedes von ihnen trägt an seinem oberen Ende den Instrumententisch, in dessen Klammern die Feingeräte (Mikroinstrumente) eingeklemmt werden. Ein Teil der Instrumente (alle Pipetten und ähnliche aus dickeren Glasröhren angefertigte Werkzeuge) liegt unmittelbar in der Klammer drinn, die anderen, z. B. alle aus Kapillaren hergestellten Feinnadeln, Messerchen u. ähnl., müssen zuerst in besondere Nadelhalter eingefügt werden. Die Nadelhalter kommen als einfache und als doppelte Nadelhalter in Gebrauch (Fig. 2). Der einfache

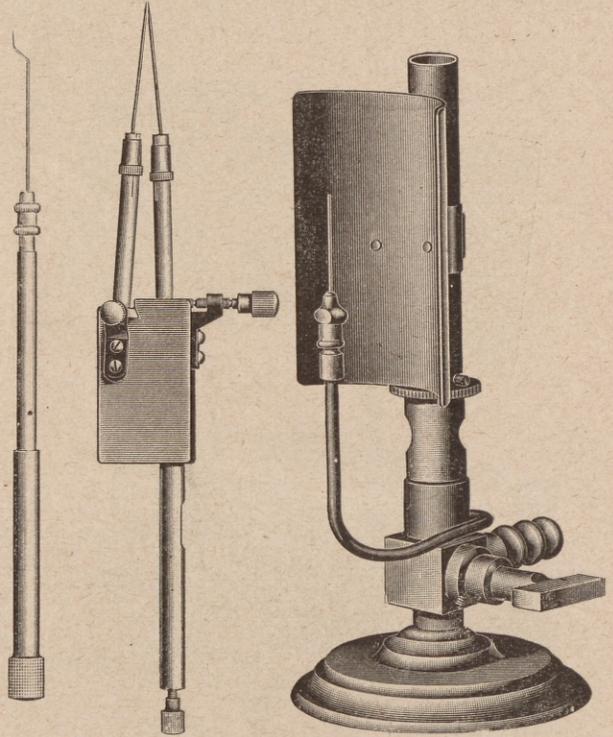


Fig. 2. Der einfache und doppelte Nadelhalter.

Fig. 4. Der mikrurgische Brenner.

dient lediglich zum Festhalten einzelner Feingeräte. Der Doppelnadelhalter wird dagegen hauptsächlich bei der Herstellung der Mikropinzette verwendet, mit der man unter der Linse die Objekte festhalten kann. Sie wird einfach so hergestellt, daß man in die zwei gegeneinander geneigten und durch die eine Feinschraube bewegbaren Arme zwei gleichgeformte fein zugespitzte Glasnadeln befestigt, sie mit den beiden andern Schrauben auf gleiche Höhe und gleiche Länge bringt und nun mit der schon erwähnten Schraube *A* einander nähert, bis die Nadelspitzen sich berühren. Dreht man die Schraube zurück, so öffnet sich die Pinzette; dreht man sie vor, so schließen sich die Nadelspitzen zusammen und fassen das dort liegende Objekt.

Sowohl die Operationsstative wie die Instrumente werden durch gröbere und feinere Schrau-

ben in allen drei Richtungen des Raumes, also vertikal, sagittal und perilateral bewegt. Die durch die groben Schrauben erzielten Bewegungen sind schon mit freiem Auge sichtbar und dienen zum raschen Führen der ganzen Operationsstative, was besonders zum Einstellen der Instrumente nötig ist. Die feinen Schrauben führen dieselben Bewegungen in einer bloß mit dem Mikroskop sichtbaren Feinheit aus und wirken auf die Instrumente allein. Alle Bewegungen verlaufen zwangsläufig, gleichmäßig und genau. Das grundsätzlich Neue in dieser Konstruktion ist die doppelte Verteilung der Bewegungen auf gröbere und feinere Schrauben, wodurch die Tätigkeit der feinen Schrauben für die Operation selbst aufgespart bleibt, während

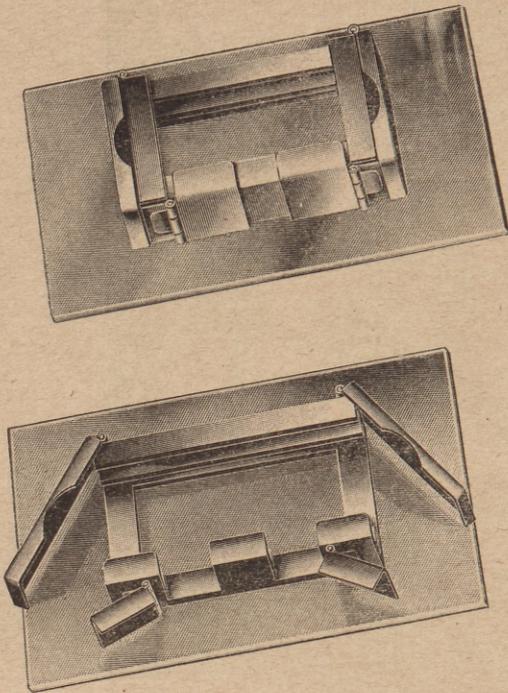


Fig. 3. Die Feuchtkammer.

die Einführung, Einstellung und das Wechseln der Instrumente durch die groben Schrauben viel rascher und bequemer erfolgen kann, als es bisher bei anderen Apparaten möglich war. Auch die Anwendung besonderer Nadelhalter gestaltet die Handhabung des Apparates einfacher und leichter. Es ist also zu hoffen, daß mit diesem Apparat die Methode eine allgemeinere Anwendung und Verbreitung erlangen wird, wobei die gleichzeitige Verwendung mehrerer Operationsstative auch für kompliziertere Eingriffe neue Möglichkeiten schafft.

Die einzelnen Manipulationen werden auch mit diesem Apparat im großen und ganzen nach den von *Barber* und *Chambers* vorgezeichneten Grundzügen ausgeführt. Man operiert unter dem Mikroskop in einem Hängetropfen, der am Deckglas einer Feuchtkammer hängt. Dem speziellen

Bau des Manipulators mußte aber natürlich auch die ganze weitere Technik angepaßt werden, wobei manche Neuerungen und Verbesserungen eintreten konnten. So ist z. B. meine Feuchtkammer (Fig. 3) nicht nur beiderseits, sondern auch vorne mit kleinen Türen versehen, die zur Einführung der Instrumente geöffnet und nach der Operation wieder geschlossen werden. Als Geräte verwende ich vorwiegend aus Hartglas erzeugte Feinnadeln und Feinpipetten. Alle diese Instrumente lassen sich von einem jeden, der eine gewisse Übung darin erlangt hat, ohne besondere Schwierigkeiten herstellen. Man bedient sich dazu eines mikrurgischen Brenners, wie ich ihn aus einem etwas abgeänderten Gasbrenner hergestellt habe (Fig. 4). Man kann bei diesem auf die Leitung der Sparflamme die feine Hohnadel einer Rekordspritze aufsetzen und erzeugt auf dieser die zur Herstellung der  $1\mu$  dicken Nadelspitze nötige 1–2 mm hohe Flamme. In der Hauptflamme des Brenners zieht man  $1\frac{1}{2}$  bis 2 mm dicke Glaskapillaren aus, zerschneidet sie in 10 bis 12 cm lange Stücke und zieht dann in der Flamme selbst die Kapillare in einen dünnen Faden aus, um schließlich diesen oberhalb der Flamme in zwei Stücke zu teilen.

Die Pipetten werden auf ähnliche Weise angefertigt; man stellt zunächst eine Glasnadel her und bricht dann unter dem Mikroskop ihre Spitze ab, wodurch die feine, einige Mikra weite Mündung frei wird. Bis zu einer gewissen unteren Grenze (20 bis  $30\mu$ ) lassen sich die Mikropipetten durch den Mund betätigen (Mundpipetten mit Gummischlauch). Die Pipetten mit einer feineren Mündung (Zellpipetten) erfordern jedoch besondere Kräfte. *Barber* hat z. B. eine mit Quecksilber gefüllte Pipette gebraucht, die er mit dem hinteren Ende in eine Kältemischung eingetaucht und dann herausgehoben hat. Auf die Kälte Wirkung zog sich das Quecksilber zurück, es entstand ein Vakuum in der Pipette, das saugend wirkte. Beim Herausheben dehnte sich das Quecksilber wieder aus und förderte den eingesogenen Inhalt hinaus. *Chambers* bedient sich einer Injektionseinrichtung, die im wesentlichen aus einer mit Quecksilber gefüllten und mit einem Stöpsel ausgerüsteten Metallspritze und feinen an die Spitze anlegbaren Glaskanülen besteht. Durch Verschieben und Zurückziehen des Stöpsels wird die Pipette in Tätigkeit gesetzt. Ich verwende eine elektrisch heizbare Mikropipette (Fig. 5), die dieselbe Wirkung hat wie die Barber'sche, mit dem Unterschied, daß die Temperaturschwankungen nicht durch eine Kältemischung, sondern mit einer elektrisch glühbaren und in das hintere Ende der Pipette eingeschmolzenen Platinschlinge hervorgerufen werden. Befestigt man luftdicht eine feine Glaskanüle an dem vorderen Ende der so ausgerüsteten Pipette und schaltet einen schwachen elektrischen Strom (2 Volt) ein, so glüht die Platinschlinge auf und die erwärmte Luft drückt die Flüssigkeit aus der

Kanüle heraus. Unterbricht man den Strom, so kühlt sich die Pipette ab und wirkt saugend. Neben diesen üblichsten Feingeräten kann man auch noch aus geeigneten tierischen und pflanzlichen Bestandteilen, aus Haaren, Borsten, Schuppen, Mandibeln usw. Mikroinstrumente herstellen. Aus Schmetterlingsschuppen und einer Glasnadel wird z. B. der Mikrospatel so hergestellt, daß man unter der Linse die mit Canadabalsam bedeckte Nadelspitze auf eine am Deckglas liegende Schuppe aufdrückt. Der Spatel dient dann zur Überführung oder zum flachen Andrücken einzelner Zellen. Auch elektrische Mikroinstrumente wurden aus mit Leitungsdrähten ausgerüsteten Glasröhren hergestellt, wobei der wirksame Teil des Werkzeugs in einem  $1\frac{1}{2}$   $\mu$  dicken Wollastondraht besteht. Da die Operationen fast immer im Hängetropfen von unten nach oben ausgeführt werden, müssen sämtliche Instrumente so geformt sein, daß ihr wirksamer Teil, d. h. die Spitze der Nadel, die

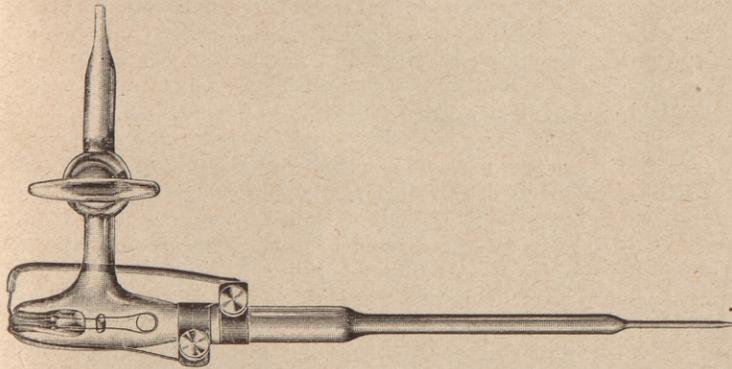


Fig. 5. Die elektrisch heizbare Feinpipette.

Schneide des Messerchens, die Mündung der Pipette usw. nach oben schaut. Dementsprechend biegt man das Endstück des Instruments oberhalb der Mikroflamme mit einer Metallnadel nach oben (Fig. 6).

Der allgemeine Gang einer Manipulation ist der folgende. Man legt feuchte Wattestreifen an die Wände der Feuchtkammer, füllt ihren Wasserbehälter mit der entsprechenden physiologischen Flüssigkeit und stellt sie auf den Kreuztisch des schon auf der Grundplatte befestigten Mikroskops. Man befestigt dann die nötigen Instrumente auf ihren Operationsstativen und führt sie mit diesen unter die Linse. Bei schwacher und starker Vergrößerung stellt man sie genau in die Mitte des Sehfeldes ein und senkt sie dann in dieser Lage möglichst tief in die Feuchtkammer hinein. Jetzt erst wird die Kammer mit dem Deckglas bedeckt, d. h. der Operationsgegenstand auf die Instrumente gestellt. Man sucht zunächst mit der Lupe den Gegenstand aus, entweder aus einer Reinkultur oder bei Gewebszellen aus einem Zupfpräparat und bringt ihn mit einer Pipette in

einem kleinen Tropfen auf das Deckglas. Auch Deckglaskulturen sind für das Verfahren gut geeignet. Das so vorbereitete Deckglas wird dann mit dem Objekt nach unten auf den oberen Rand der Feuchtkammer gelegt und dort mit einem bißchen Vaseline festgehalten. Mit dem Kreuztisch führt man das Objekt nun unter die Linse, stellt es scharf ein und hebt mit der entsprechenden Schraube das Instrument, bis es im Sehfeld erscheint. Jetzt kann man mit den übrigen Schrauben die Nadelspitze oder die Mündung der Pipette genauer zum Gegenstand führen, sie in die gewünschte Lage bringen und den vorgenommenen Eingriff ausführen. Bei der genauen Durchführung einer Manipulation ist es

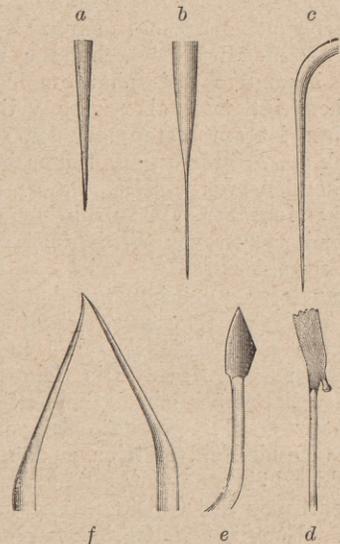


Fig. 6. Der wirksame Teil einiger Feingeräte nach Mikrophotographien bei etwa 100facher Vergrößerung. a: Spitze einer Stechnadel, b: Schneidenadel, c: stärkere Glasnadel, d: der Mikrospatel, e: Messerchen, f: Feinpinzette.

eine selbstverständliche Bedingung, daß das Objekt unbeweglich ist. Alle Objekte, auch solche, die keine Eigenbewegung haben, sind im Hängetropfen schwebend und weichen, falls sie nicht in entsprechender Weise festgehalten werden, den Instrumenten aus. Bei den meisten Manipulationen fixiert man den Gegenstand durch Adhäsion an das Deckglas, indem man mit einer Mundpipette vom Hängetropfen so viel absaugt, daß die Zelle mit der Deckglasfläche in Berührung kommt und an dieser haftet. Die äußerst dünne Flüssigkeitsschicht aber, die eben noch ausreicht, die Zelle zu decken, kann selbst in der Feuchtkammer rasch austrocknen. Man muß daher bei dieser Versuchsanordnung die Operation möglichst schnell zu Ende führen, was oft kaum durchführbar ist. Um eine bequemere Arbeitsmöglichkeit zu schaffen, verfährt man also lieber so, daß man die Zelle zunächst durch Adhäsion immobilisiert, dann mit der Mikrospinzette fixiert

und gleich darauf mit der Mikropipette wieder einen Tropfen Flüssigkeit auf die Zelle bläst. Jetzt kann die Manipulation in diesem Tropfen bequem vor sich gehen, ohne das Austrocknen des Objektes befürchten zu müssen. Wie schon mehrmals erwähnt, lassen sich die Manipulationen bei jeder sonst gebräuchlichen Vergrößerung und auch mit den ganz starken apochromatischen Immersionslinsen ausführen. Nur die entsprechende Beleuchtung erfordert besondere Einrichtungen, da der Gegenstand etwa 10 mm höher liegt (so hoch ist die Feuchtkammer) als bei den üblichen mikroskopischen Untersuchungen und daher der gewöhnliche Kondensator nicht voll ausgenutzt werden kann. Bei schwachen und mittelstarken Vergrößerungen erhält man allerdings auch so, und selbst ohne Kondensator, allein mit dem Hohlspiegel noch Licht genug. Zu stärkeren Vergrößerungen, zu Untersuchungen im Dunkelfeld und besonders bei photographischen Aufnahmen benötigt man aber eine volle Beleuchtung. Diese ist am besten mit den neuen, eben zum Zweck der Mikromanipulationen hergestellten Präparierkondensoren von Zeiß zu erreichen. Die Präparierkondensoren, die nach dem Typ der Wechselkondensoren von *Siedetopf* gebaut sind und sich sowohl zur Hell- wie zur Dunkelfeldbeleuchtung eignen, zeichnen sich durch ihre große, 10 mm oder  $4\frac{1}{2}$  mm Schnittweite aus. Sie konzentrieren also das Licht eben in der Höhe, wo der Gegenstand liegt. Die Schnittweite von  $4\frac{1}{2}$  mm ist hauptsächlich dafür bestimmt, auch bei den ganz starken Vergrößerungen ein einwandfreies Dunkelfeld erzielen zu können. Auch im Hellfeld erhält man aber schärfere und hellere Bilder, wenn man das Objekt näher zum Kondensator stellt. Das läßt sich bei meiner Feuchtkammer, wo in  $4\frac{1}{2}$  mm Höhe aus der Wand der Kammer ein paar Leisten herausragen, auch ohne Schwierigkeit bewerkstelligen. Stellt man das Deckglas, statt auf den oberen Rand, auf diese Leisten, so kann man sowohl im Hell- wie im Dunkelfeld auch bei den stärksten Apochromaten ein einwandfrei beleuchtetes Bild erhalten.

Mit dem hier geschilderten Verfahren sind schon eine ganze Reihe wissenschaftlicher Untersuchungen vorgenommen worden. Die Bahnbrecher *Schouten* und *Barber* haben aus einzelnen Mikroorganismen Reinkulturen hergestellt. *Barber* hat auf diesem Wege den Vererbungsmechanismus bei Mikroorganismen verfolgt und den Teilungsrythmus bei verschiedenen Temperaturen, sowie das Verhalten einzelner in die Zelle eingimpfter Bakterien untersucht. *Kite* hat hauptsächlich die Permeabilität der Zellhäute mit diesen mikrurgischen Mitteln studiert. Er und *Chambers* waren die ersten, die mit Mikronadeln in die Zelle während der Teilung eingedrungen sind und an Chromosomen operiert haben. *Chambers* hat die Untersuchungen allein weitergeführt und hat mit seiner Nadel die Kon-

sistenz der einzelnen Zellbezirke bestimmt, wobei er dann für die Entstehung der Strahlung während der Zellteilung eine physikochemische Erklärung gefunden hat. So wie bei diesen Versuchen hat *Chambers* bei seinen meisten Untersuchungen die physikochemischen Eigenschaften des Protoplasmas festzustellen gesucht. So konnte er z. B. nachweisen, daß das Protoplasma der Amöben und verschiedener mariner Eizellen sowohl auf mechanische Reize wie auf Einwirkung von Alkalien hin einen mehr flüssigen Charakter annimmt, während Säureeinwirkung das Protoplasma eher erstarren läßt. *Seifriz* verwandte ebenfalls die Mikrurgie in physikochemischer Richtung, um die Viskosität des Protoplasmas und ihre Gesetzmäßigkeiten zu bestimmen. Wenn auch all diese Fragestellungen auf den ersten Blick vielleicht etwas bescheiden erscheinen, da sie ganz elementare kolloidchemische Erscheinungen in den Zellen behandeln, so muß man doch eben bedenken, daß man gerade diese elementaren Erscheinungen in den Zellen nie unmittelbar und systematisch geprüft hat und daß gerade diese elementaren kolloidchemischen Erscheinungen, wie die Viskosität und Elastizität des Protoplasmas, zunächst systematisch verfolgt und exakt definiert werden müssen, um der Zellbiologie statt rein hypothetischer und spekulativer Theorien exakt naturwissenschaftliche Grundlagen zu schaffen. In dieser Hinsicht bedeuten schon die bisherigen Arbeiten von *Chambers* und von *Seifriz* unzweifelhaft einen vielversprechenden Anfang. Auffallend spärlich sind dagegen die Untersuchungen über die Wirkung von Operationen auf die Zellen als Ganze. Der einzige Vertreter dieser Richtung ist bisher *Ch. V. Taylor*, der bei dem hypotrichen Infusor *Euplotes* den neuromotorischen Apparat mit Mikronadeln in verschiedener Richtung und Ausdehnung durchgeschnitten hat, um die darauf auftretenden Bewegungsstörungen festzustellen.

Ich selbst habe möglichst viele verschiedene Fragen mit meiner Technik untersucht, um ihre Leistungsfähigkeit zu prüfen. Es wurden *Stylo-nychien* und *Paramäcien* in bestimmten Richtungen durchgeschnitten, um die regulativen Vorgänge in der Zelle und die Beteiligung des Ekto- und Endoplasmas dabei festzustellen. Ein anderer Versuch, das Anstechen der roten Blutzellen, hat einerseits zu einer Versuchsordnung geführt, bei der auch kleinste Zellen operativen Eingriffen zugänglich werden, andererseits aber hat er den eindeutigen Beweis gebracht, daß die Erythrozyten eine ganz feine Membran ohne Verstärkungsreifen und einen flüssigen Inhalt haben. Es wurde auch die Viskosität und Elastizität von Amöben und Epithelzellen untersucht sowie kleinste Mengen von Indikatoren und Vitalfarbstoffen direkt in die Zelle eingeführt. Um das Verfahren auch bei einer entwicklungsmechanischen Frage anzuwenden, wurden Versuche durchgeführt, bei denen der weibliche Vorkern aus dem befruchteten

Axolotlei herauspipettiert wurde. Es ist uns auch gelungen, all diese Mikromanipulationen mit Prof. *Siedentopf* zusammen mikrokineatographisch abzubilden, wodurch die Ergebnisse einer größeren Öffentlichkeit einwandfrei vorgeführt werden können (Fig. 7).



Fig. 7. Herauspräparieren eines kristallinen Einschlusses aus einer Epithelzelle der Axolotllarve. Mikrokineatographische Aufnahme, Vergrößerung etwa 1000fach. A: Einstellung der Feinpinzette (links) und der Feinnadel (rechts) auf den Kristall. Die Feinnadel ist noch unscharf eingestellt und wirft daher einen doppelten Schatten. B: Entfernen des Kristalls mit der Nadelspitze aus der Zelle.

Wieweit ein neues technisches Verfahren zu neuen Erkenntnissen und zur weiteren Entwicklung der Wissenschaften helfen kann, ist schwer vorauszusagen. Jede brauchbare technische oder methodologische Neuerung kann allgemein in dreierlei Weise wirken. Bei einer Gruppe von Fragen wird sie vielleicht nur eine bequemere und raschere Arbeitsmöglichkeit bedeuten, ohne wesentlich neue Resultate zu bieten. Bei anderen, schon oft und vergeblich in Angriff genommenen Problemen kann sie eine Lösung herbeiführen, die mit den bisherigen Methoden nicht zu erzielen war. Drittens aber kann sie zu ganz neuen Fragestellungen führen, ganz neue Forschungsrichtungen schaffen und die allgemeine Auffassung über Naturerscheinungen in ganz neue Bahnen lenken. Auch die Mikirurgie, falls sie allgemeinere Verwendung findet, kann je nach den Fragen, auf die sie angewendet wird, entweder in dieser oder jener Weise wirken. Bei entwicklungsmechanischen Fragen wird sie sicherlich oft bloß als ein bequemeres Hilfsmittel in Betracht kommen. In der Zytologie und Histologie wie auch in der Bakteriologie und Serologie könnten wiederum mit ihrer Hilfe Fragen gelöst werden, die mit dem optischen Bilde allein nicht zu lösen sind. Je mehr man aber durch direktes Berühren und durch die unmittelbare Beeinflussung die lebende Zelle in ihren physikochemischen Eigenschaften kennen lernt, um so zahlreicher tauchen dann neue Gesichtspunkte, neue Fragestellungen auf, die sicherlich in mancher Beziehung zu ganz neuen Vorstellungen über die in der Zelle und auf die Zelle wirkenden Kräfte, über die Bedeutung der an fixierten und gefärbten Präparaten entdeckten Zellstrukturen und über den ganzen Mechanismus des Zellebens führen werden.

## Der Einfluß der Erdrotation auf die tektonischen Bewegungen der Erdkruste.

Von Otto Baschin, Berlin.

Bei der Betrachtung von tektonischen Bewegungen der festen Erdkruste, die sich in Spaltenbildungen, Senkungen, Hebungen, Aufwölbungen, Faltungen, Überschiebungen und sonstigen Änderungen des Reliefs der Erdoberfläche äußern, haben die Geologen und Geographen es für angezeigt gehalten, die gewaltige Energie, welche der Drehbewegung des Erdkörpers um seine Achse innewohnt, völlig zu vernachlässigen. Eine mündliche Bemerkung des Barons *R. von Eötvös* in der dritten Sitzung der 17. Allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung am 21. September 1912 ist acht Jahre lang unbeachtet geblieben. Wie aus der nachher zu besprechenden Arbeit von *Wladimir Köppen* hervorgeht, hat erst *Ernst Kohlschütter* auf diese, an versteckter Stelle veröffentlichte Notiz aufmerksam gemacht. Es handelte sich damals um eine Erörterung der Hypothese von *Alfred Wegener* über die Verschiebung der Kontinente, welche von diesem als leichtere Schollen der Erdkruste aufgefaßt werden, die auf dem schwereren Magma der Tiefe schwimmen und daher Verschiebungen gegeneinander erleiden können. Bei dem Meinungs-austausch über die Frage, welche Kräfte imstande seien, systematische Bewegungen der Erdkruste hervorzubringen, erinnerte *v. Eötvös* daran, „daß die Richtung der Vertikale in der Meridianebene gekrümmt ist, die konkave Seite dem Pol zugewendet, und daß der Schwerpunkt eines schwimmenden Körpers höher liegt als der Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeitsmasse. Hieraus geht hervor, daß der schwimmende Körper der Wirkung zweier, in verschiedener Richtung wirkender Kräfte unterworfen ist, deren Resultante vom Pol nach dem Äquator gerichtet ist. Bei den Kontinenten würde also eine Neigung vorherrschen, sich nach dem Äquator hin zu bewegen“<sup>1)</sup>. Diese Bemerkung des hervorragenden ungarischen Geophysikers stellt meines Wissens den ersten Versuch dar, die als Folge der Erdrotation auftretende Zentrifugalkraft bei der Bewegung von Teilen der festen Erdkruste zu berücksichtigen. Im Jahre 1921 hat dann *W. Köppen* beim Forschen nach den Ursachen der Kontinentverschiebungen diese, von ihm so genannte „Polflucht“ der Kontinentalschollen näher untersucht und erläutert<sup>2)</sup>. Sein Gedankengang ist der folgende:

Die Schwere, die wir in Wirklichkeit an der

<sup>1)</sup> Verhandlungen der vom 17. bis zum 27. September 1912 in Hamburg abgehaltenen siebzehnten Allgemeinen Konferenz der Internationalen Erdmessung, Berlin 1913, I. Teil, S. 111.

<sup>2)</sup> Ursachen und Wirkungen der Kontinentverschiebungen und Polwanderungen. Von *Wladimir Köppen*. Petermanns Mitteilungen, Gotha 1921, 67. Jahrg., S. 145—149, 191—194.

Erdoberfläche beobachten, und die der direkten Messung zugänglich ist, stellt die Resultierende zweier Kräfte von verschiedener Richtung dar, nämlich der nach dem Erdmittelpunkte gerichteten Anziehung der Erdmasse und der Zentrifugalkraft der Erdrotation, welche letztere senkrecht zur Erdachse nach außen gerichtet ist und jene bekannte Anschwellung des Erdkörpers am Äquator, beziehungsweise in niederen Breiten bewirkt, die ihrerseits eine Abplattung an den Polen zur notwendigen Folge hat. Die Abplattung muß demnach um so größer sein, je größer die Zentrifugalkraft im Verhältnis zur Anziehungskraft ist. In den äußeren Teilen der Erdkruste nimmt nun die Anziehung mit der Tiefe zu, die Zentrifugalkraft jedoch ab, da diese ja mit der Annäherung an die Rotationsachse naturgemäß geringer werden muß. Die Abplattung der Niveauflächen (d. h. der Flächen gleichen Schwerepotentials, welche überall senkrecht zur Richtung der Schwerkraft verlaufen) nimmt demnach mit der Tiefe ab, nach oben hin jedoch zu. Dies bedeutet nun, daß die Niveauflächen nicht parallel zueinander liegen, wie es bei einer ruhenden kugelförmigen Erde der Fall sein würde, sondern daß sie eine geringe Neigung gegeneinander besitzen müssen, da der Abstand solcher Äquipotentialflächen beim Äquator am größten, bei den Polen dagegen am kleinsten ist.

„Nun liegt ja der Angriffspunkt des Auftriebes eines schwimmenden Körpers im Schwerpunkt des verdrängten Mediums, der seines Gewichts dagegen in seinem eigenen Schwerpunkt, und die Richtung beider Kräfte ist rechtwinklig zur Niveaufläche des betreffenden Punktes; ihre Richtungen sind also nicht entgegengesetzt, sondern geben eine kleine Resultierende, die, wenn der Auftriebspunkt unter dem Schwerpunkt liegt, zum Äquator gerichtet ist. Beide Kräfte sind, da auch der Schwerpunkt der Scholle weit unter der Oberfläche der Scholle liegt, nicht senkrecht zum Horizont ihrer Oberfläche, sondern etwas in dieser Richtung geneigt, der Auftrieb aber mehr als das Gewicht der Scholle. Diese Sätze müssen für jeden Schwimmkörper gelten, dessen Schwerpunkt über dem Auftriebspunkt liegt, und ebenso müssen die Kräfte eine Resultierende zum Pol hin haben, wenn dessen Schwerpunkt unter dem Auftriebspunkt liegt; das Archimedische Prinzip ist auf der rotierenden Erde nur dann strenge richtig, wenn beide Punkte zusammenfallen....“

Die geschilderten Unterschiede in der Abplattung der Niveauflächen wirken gleichmäßig und fortdauernd auf die ganzen Kontinentalblöcke und ihre Teile, in mittleren Breiten am stärksten. Eine Berechnung ihrer Wirkung ist wohl noch nicht möglich, namentlich weil wir den Betrag der Reibung nicht kennen, der der Bewegung entgegensteht. Tritt aber auch nur die langsamste Bewegung ein, so bekommen, da die Kraft dauernd wirkt und die bewegten Massen ungeheuer groß sind, diese eine Wucht, gegen die

alle Vorgänge der Gebirgsbildung Kleinigkeiten sind. Wir erhalten also eine zum Äquator treibende Kraft, die wir der Kürze wegen als *Polflucht* der Kontinentalsschollen bezeichnen wollen.“

Alle jene Überlegungen beziehen sich jedoch, wie aus den angeführten Stellen hervorgeht, ausschließlich auf schwimmende Körper und haben zur Voraussetzung, daß für Teile der festen Erdkruste der Zustand des hydrostatischen Schwimmens besteht.

Aber auch wenn man von dieser Annahme absieht, läßt sich leicht nachweisen, daß noch andere Verhältnisse denkbar sind, unter denen die Erdrotation tektonische Bewegungen beeinflussen muß. *Mit jeder Hebung oder Senkung in vertikaler Richtung ist nämlich eine Veränderung der absoluten Rotationsgeschwindigkeit verbunden, die bisher meines Wissens in der Geotektonik nie berücksichtigt worden ist.* Jede Hebung bringt naturgemäß die betreffende Erdscholle in eine Region, die eine größere Umdrehungsgeschwindigkeit besitzt, als diejenige war, welche der Scholle bis dahin inne wohnte. Letztere muß daher zunächst, bis sie ihre Geschwindigkeit der höheren Lage angepaßt hat, eine ostwärts gerichtete Beschleunigung erfahren, auf ihre neue Umgebung demnach einen nach Westen gerichteten Druck ausüben. Umgekehrt gelangt eine sinkende Scholle in eine Umgebung von geringerer Rotationsgeschwindigkeit, wird daher eine Verzögerung ihrer Ostwärtsbewegung erleiden und daher einen Druck nach Osten auf die Nachbarteile ausüben. Allerdings dürfte es sich im allgemeinen nur um geringfügige Änderungen der Geschwindigkeiten handeln. Da jedoch die Massen sehr groß sind und die Kräfte mindestens während der ganzen Dauer der Dislokationsbewegung wirksam sind, so scheint es mir nicht statthaft zu sein, die aus der Geschwindigkeitsänderung resultierende Wirkung ganz zu vernachlässigen.

Diese Wirkungen können sich auch noch in anderer Art äußern und in verschiedenster Weise kombinieren. Eine ruhende Scholle z. B., die zwischen einer östlichen Hebungsscholle und einer westlichen Senkungsscholle gelegen ist, wird in ost-westlicher Richtung zusammengepreßt werden, während bei östlicher Lage des Senkungsgebietes und westlicher des Hebungsgebietes eine Raumerweiterung erfolgen wird. Im ersteren Falle kann es zur Auffaltung, im letzteren zur Bruchbildung kommen.

Eine andere Variation würde eintreten, wenn eine einzige zusammenhängende Scholle schräggestellt wird. Hebt sich der Ostflügel, während der Westflügel der gleichen Scholle sich senkt, so tritt am Ostflügel eine Beschleunigung nach Osten, am Westflügel eine solche nach Westen hinzu, was bedeutet, daß die Scholle eine Zerrung in west-östlicher Richtung erleidet. Als Folgeerscheinung darf man Bruchbildung annehmen,

doch ist es auch denkbar, daß die Zerrung eine Rückkehr in die ursprüngliche horizontale Lage bewirkt. Erfolgt jedoch die Kippbewegung in entgegengesetzter Richtung, indem der Ostflügel sich senkt und der Westflügel sich hebt, so erhält der erstere eine westwärts, der letztere eine ostwärts gerichtete Beschleunigung, es tritt also ein von beiden Seiten her wirkender Schub auf. Dieser kann eine Auffaltung, aber auch eine weitere Zunahme der Schrägstellung bis zur völligen vertikalen Aufrichtung der Scholle zur Folge haben.

Erfolgt die Kippbewegung in nord-südlicher Richtung, so wird nunmehr eine Drehbewegung resultieren, da wiederum der gehobene Flügel eine Beschleunigung nach Osten, der gesunkene eine solche nach Westen erfährt. Manche Torsionswirkungen in der Erdkruste könnten sich vielleicht auf diese Weise erklären lassen.

Selbstverständlich sind noch andere Kombinationen und Übergänge möglich, die jedoch im einzelnen nicht beschrieben zu werden brauchen, da nach den obigen Ausführungen jeder selbst leicht imstande sein wird, sie aufzustellen und ihre Wirkungen abzuleiten. Jedenfalls gibt eine Berücksichtigung der Erdrotation die Möglichkeit, wohl die meisten Dislokationsvorgänge der Erdkruste in einem neuen Lichte erscheinen zu lassen.

Die Größe der hier auftretenden Kräfte zu berechnen dürfte eine dankbare Aufgabe für Geophysiker sein, und der geologischen und geomorphologischen Einzelforschung wird es obliegen, festzustellen, ob die zweifellos auftretenden Wirkungen sich an zugänglichen Teilen der Erdkruste nachweisen lassen.

### Eine Niederschrift des Chemikers J. W. Döbereiner für Goethe und die Großherzogin Maria Paulowna.

Von Julius Schiff, Breslau.

Als Schöpfer des modernen chemischen Hochschulunterrichts ist *Justus von Liebig* anerkannt. Aber er steht nicht in einsamer Größe da, sondern in gleichem Sinne und unabhängig von ihm waren verschiedene seiner Zeitgenossen tätig, unter ihnen *Döbereiner*, von 1810—1849 Professor der Chemie in Jena, ein von begeisterter Liebe für seine Wissenschaft erfüllter Forscher, gleichzeitig ein Mensch von idealer Gesinnung, der es als das höchste Glück seines Lebens betrachtet hat, daß er den großen Männern von Weimar, vor allem *Goethe* und *Karl August*, nahetreten durfte<sup>1)</sup>. Zwar litt er zeit- lebens schwer unter den ungünstigen Gehaltsverhältnissen der kleinstaatlichen Universität, aber

<sup>1)</sup> Vgl. über ihn die Einleitung zu „Briefwechsel zwischen Goethe und J. W. Döbereiner, herausgegeben und erläutert von Julius Schiff, Weimar 1914“, und „Briefe des Großherzogs Carl August und Goethes an Döbereiner, herausgegeben von Oskar Schade, Weimar 1856“.

dennoch lehnte er fünf vorteilhafte Berufungen ab, um den beiden hochverehrten Männern, die ihm die wissenschaftliche Laufbahn eröffnet hatten, die Treue zu wahren. Mehr noch als die persönliche Not bedrückte ihn der Mangel an Mitteln für seine Forschungen und für seinen Unterricht. Wohl suchte Goethe, der als Chef der „Oberaufsicht“ sein unmittelbarer Vorgesetzter war, auf alle Art zu helfen, aber er war nicht immer hierzu imstande. Auch *Karl August* versagte trotz des besten Willens oft, und noch viel mehr war dies bei den anderen „Nutritoren“ der Hochschule der Fall. Immerhin erreichte es *Döbereiner*, daß ihm 1816 ein schöner „Experimentiersaal“ als Privatlaboratorium erbaut wurde, aber für seine Unterrichtszwecke mußte er nach wie vor einige kleine und ungeeignete Räume im großherzoglichen Schlosse benützen. Besonders dringend empfand er diesen Mangel sowie das Fehlen der nötigen Geräte, als sich zu Beginn des Wintersemesters 1828/29 für seine praktischen Übungen, die damals nur an wenigen Universitäten ihresgleichen hatten, eine verhältnismäßig große Zahl von Studierenden, nämlich zwanzig, anmeldeten. *Goethe*, der, wie immer, hilfsbereit war, wandte sich, da *Karl August* seit kurzem nicht mehr unter den Lebenden weilte, an seine hohe Gönnerin, die nunmehr „regierende Frau Großherzogin“ *Maria Paulowna*. Diese, die als russische Großfürstin über bedeutende Mittel verfügte, hatte schon früher *Döbereiner* mehrfach freigebig — beispielsweise mit Material für seine berühmten Platinuntersuchungen — unterstützt. Auch dieses Mal war sie rasch bereit, und nach wenigen Tagen meldete *Goethe* dem Forscher, daß „Ihre Kaiserliche Hoheit . . . 200 Taler zugunsten der chemischen Anstalt zu Jena gnädigst bestimmt haben“. Rasch wurde nun, wie die noch vorhandene Abrechnung ergibt, das Inventar des „Großherzoglich chemischen Laboratoriums“ durch Anschaffung von Experimentiertischen, Stühlen, Glasgeräten, Schmelztiiegeln usw. ergänzt, und die Studierenden konnten allenfalls arbeiten. Aber so dankbar *Döbereiner* dies auch empfand, im Interesse der Sache blieb er bei seinem „ceterum censeo“, daß der Neubau eines Laboratoriums für reine wie technische Chemie notwendig sei. So legte er in einem kurzen „Vortrag“ zugleich mit seinem Dank seine Wünsche sachlicher und persönlicher Art noch einmal dar und übergab diesen am 6. Februar 1829 *Goethe* zur Übermittlung an die hohe Frau. Die Niederschrift ist im *Goethe- und Schiller-Archiv* zu Weimar verwahrt und ist sowohl für die Persönlichkeit des ausgezeichneten Forschers wie für seine Beziehungen zu seinem „Chef“ und zum Weimarer Fürstenhaus in hohem Maße charakteristisch. Sie soll daher aus dem Dunkel der „Separat-Akten, Unterstützung der chemischen Studien“ ans Tageslicht gezogen und — wozu die Direktion des Archivs gütigerweise die Genehmigung erteilt hat — im folgenden veröffentlicht werden. Sie lautet:

„So wie man sich früher des Compasses und des Schießpulvers, der würdigsten Repräsentanten der Mechanik und der Chemie jener Zeit, bediente, um entfernte Länder zu entdecken, zu erobern und, nach gewonnenem Besitze, zu behaupten, so wendet man jetzt diese beiden Wissenschaften in ihrem ganzen Umfange an, um überall, in der alten wie in der neuen Welt, die Natur näher zu erforschen, die noch unbenutzten materiellen Gegenstände derselben für das physische Leben der Menschen brauchbar und nützlich zu machen, die technische Thätigkeit zu vermehren, die bestehenden Künste und Gewerbe zu verbessern und auf dem ganzen Erdenrunde ein reges und heiteres Leben, physisches, moralisches und politisches Wohl zu verbreiten.

Dieser allgemeinen Tendenz entsprechend ist jetzt das Wirken des wahrhaft humanen Chemikers. Derselbe beschränkt sich nicht mehr einzig auf speculative Betrachtungen der Natur und ihrer Einzelheiten oder, wenn er Docent ist, auf bloße Befriedigung des nach höherer Ausbildung strebenden Geistes seiner Zuhörer, sondern er ist bemüht, die auf wissenschaftlichem Wege gewonnenen Erfahrungen allgemein nützlich zu machen, die Resultate seiner Forschungen zu popularisiren und seine Zuhörer oder Schüler mit den Methoden bekannt zu machen, welche zur Entdeckung der chemischen Wahrheiten geführt haben und bei fortgesetzten oder neuen Untersuchungen zu befolgen sind. Ich strebe nach dem Ruhme eines solchen Chemikers — aber nicht aus Eitelkeit —, sondern weil mir das Wohl aller Menschen am Herzen liegt. Und ich bin dieses Streben noch den Manen des unvergeßlichen Fürsten schuldig, dem ich 18 Jahre lang anzugehören das Glück hatte. Möge daher die allverehrte, von jedem getreuen Unterthan angebetete Fürstin, die regierende durchlauchtigste Frau Großherzogin, allergnädigst geruhen, von mir die heilige Versicherung anzunehmen, daß ich jegliche der huldvollen Gaben, die Sie der chemischen Anstalt zu verleihen geneigt seyn möchte, dem Leben und der Wissenschaft widmen wolle.

Die von Kaiserlich-Königlicher Hoheit jüngst allergnädigst verliehenen 200 Rth. sind theils zu Wiederherstellung dessen, was durch langen Gebrauch in Abgang gekommen, theils zur Anschaffung von Geräthen und Gegenständen verwendet worden, welche in einem dem praktischen Studio der Chemie gewidmeten Laboratorium nicht fehlen dürfen. Es konnte aber damit erst für die nothwendigsten und kleinsten Bedürfnisse gesorgt werden. Das größte Bedürfnis für eine Universität wie Jena ist: ein mit einem geräumigen Auditorium, 2 kleinen Zimmern und einem Keller versehenes Laboratorium in einem besonderen isolirt stehenden Gebäude, wofür die Landstände mit ihren pekuniären Mitteln sorgen sollten. Die Einrichtung eines für das Studium *aller Zweige* der Chemie geeigneten Laboratoriums könnte von der Art seyn, wie solche das Laboratorium der Royal-Institution in London hat und welche in der anliegenden Kupfertafel dargestellt und in den beigefügten Blättern beschrieben ist<sup>2)</sup>.

Ich habe noch andere Wünsche, doch wage ich nicht, sie auszusprechen, weil ich fürchte, daß ich unbescheiden erscheinen möchte: nur einen derselben kann ich nicht unausgesprochen lassen, nämlich den, daß mir bei meiner lehrämtlichen und anderweitigen wissenschaftlichen Thätigkeit eine etwas sorgenfreiere Lage gegönnt seyn möchte. Ich glaube, daß ein Mann, der 24 Jahre lang nicht ohne Erfolg für die Wissenschaft thätig gewesen und dem, bei dieser Thätigkeit, der Tod so oft ins Auge gesehen, diese verdient. Doch möchte ich diesen Wunsch nicht vor den Allerhöchsten Herrschaften in Weimar — denn diese haben mir bereits mehr Wohlthaten erzeigt, als ich je um Sie verdient — sondern nur vor den Durchlauchtesten Conutritoren der Universität laut werden lassen, und ich vertraue ihm dem allgefeierten großen Manne an, den ich meinen Chef, meinen Gönner, meinen Wohlthäter nennen zu dürfen das Glück habe.

J. W. Döbereiner.

Ein Nachwort zu diesem Schriftstück, das man wohl als Seitenstück zu *Justus von Liebig's* berühmten Reden über den Zustand der Chemie in Deutschland bezeichnen könnte, erübrigt sich wohl. Es sei nur hinzugefügt, daß *Goethe* seither diese „bedeutende Angelegenheit“ noch kräftiger als früher — sogar durch Anfertigung von „Riß und Anschlag“ für den Neubau (vgl. seinen Brief an *Döbereiner* vom 4. März 1829) — förderte. Dank diesen Bemühungen und der weiteren Unterstützung durch die verständnisvolle Fürstin konnte *Döbereiner* tatsächlich etwa drei Jahre später, kurz nach dem Heimgang seines großen Chefs, in das neue, zweckmäßig ausgestattete Laboratorium mit seinen Schülern einziehen.

## Besprechungen.

**Paschen, F., und R. Götze, Seriensetze der Linienspektren.** Berlin, Julius Springer, 1922. IV, 154 S. Geb. Grundzahl 11.

Wohl selten ist das Erscheinen eines Buches so dringend gewünscht und so freudig begrüßt worden, wie es bei dem oben bezeichneten der Fall ist. Allerdings ist der Kreis derer, die diesen Wunsch empfanden, und für die dieses Buch nun einen notwendigen Bestandteil ihrer Arbeitsbibliothek bilden wird, ein eng umgrenzter, nämlich der Kreis der Forscher, die sich streng wissenschaftlich mit spektroskopischen Fragen beschäftigen. Wenn wir trotzdem das Buch, welches nicht einmal ein Buch zum Lesen ist — es besteht nämlich zu beinahe 90 % aus Zahlentabellen —, in dieser Zeitschrift besprechen, so geschieht es aus dem Grunde, weil alle spektroskopischen Fragen gleichzeitig Fragen des Atombaus sind und damit heutzutage nicht nur in den Vordergrund des rein physikalischen, sondern auch des allgemein naturwissenschaftlichen Interesses gerückt sind.

*Sommerfeld* hat in dem Vorwort zu seinem bekannten Buche „*Atombau und Spektrallinien*“ die Spektren die Sprache der Atome genannt. Wenn es gestattet ist, diesen Vergleich etwas zu spezialisieren, so wird man das Buch von *Paschen* und *Götze* etwa die Syntax der Atomsprache nennen können. So wie sich die Syntax mit dem Satzbau einer Sprache beschäftigt, so geben die Seriensetze an, wie die einzelnen Spektrallinien — den Worten der Sprache vergleichbar — sich zu verschiedenen Sätzen zusammenfügen, wobei gerade die Gesetzmäßigkeiten zum Ausdruck kommen, die erst den Sinn der Atomsprache zu erfassen gestatten. Der bisherige Zustand war nur der, daß es zwar eine zusammenfassende Darstellung dieser Atomsyntax gab, aber erstens stammte dieselbe aus dem Jahre 1911 und enthielt infolgedessen nur das Material, das bis dahin bekannt war, zweitens aber, und darin lag ein viel größerer Übelstand, war das Büchlein, das diese wichtige Weisheit enthielt, seit einer Reihe von Jahren vollständig vergriffen. Die Schrift, von der wir reden, ist die unter Anleitung von *Paschen* erschienene Dissertation von *Berthold Dunz*. Im Kreise der Physiker wird manche lustige Geschichte erzählt von der mehr oder weniger erfolgreichen Jagd nach dem „*Dunz*“, und wer glücklich in den Besitz dieses kostbaren Buches gekommen war, der hütete es sorgsam wie seinen Augapfel. Diesem Übelstande ist nun durch das Erscheinen des Buches von *Paschen* und *Götze* abgeholfen, und zwar so radikal, daß alle Wünsche befriedigt sein dürften. Das gesamte über die Serien-

<sup>2)</sup> Tafel und Blätter sind noch vorhanden.

gesetzte der Linienspektren bisher bekannte Tatsachen- und Zahlenmaterial liegt nunmehr kritisch bearbeitet und übersichtlich geordnet vor, fertig zum Gebrauch sowohl für den praktischen Spektroskopiker wie auch für den Theoretiker. Alle diejenigen, denen damit ein langjähriger Wunsch erfüllt ist, werden Herrn *Paschen* und seinen Mitarbeitern, von denen außer *R. Götze* noch *F. Frommel* zu nennen ist, Dank wissen, daß sie sich der Mühe unterzogen haben, das gewaltige Zahlenmaterial zu bearbeiten und zusammenzustellen.

Ein Beweis dafür, daß auch im Auslande der Mangel einer solchen zusammenfassenden Bearbeitung der Seriengesetze stark empfunden wurde, ist die Tatsache, daß vor kurzer Zeit auch in England zwei Bücher erschienen sind, die sich mit den Seriengesetzen beschäftigen. Das erste ist: Report on series in line spectra von *F. Fowler*, das zweite: Treatise on the analysis of spectra von *W. M. Hicks*. Von diesen beiden Büchern ist nur das erste dem Referenten zugänglich. Es ist in Inhalt und Form durchaus äquivalent dem Buche von *Paschen* und *Götze*, übertrifft dasselbe aber an Umfang erheblich, was in der Hauptsache eine Folge der viel ausgedehnteren Einleitung, teilweise auch des umfangreicheren Materials ist. *Paschen* selbst möchte sein Buch diesem ausführlicheren gegenüber nur als kurzes Kompendium aufgefaßt wissen, was aber wohl eine zu bescheidene Auffassung der Sachlage bedeutet. Das deutsche Buch kann sich durchaus neben seinem englischen Bruder sehen lassen. Wenn letzteres etwas mehr bringt an Material über die Serien, das, in ausländischen Zeitschriften niedergelegt, *Paschen* nicht zugänglich war, so findet sich andererseits in dem deutschen Buche das hochinteressante Material über die Liniengruppen, deren quantentheoretische Deutung gelungen ist im engsten Zusammenhange mit der speziell von *Paschen* und seinen Mitarbeitern wesentlich geförderten Untersuchung des Zeemaneffektes. Überhaupt ist der Zusammenhang mit den Ergebnissen der Quantentheorie bei *Paschen* ein viel engerer als bei *Fowler*.

Wenn wir weiter auf den Inhalt des Paschenschen Buches etwas näher eingehen, so ist zunächst die von *Paschen* selbst verfaßte kurze Einleitung von etwa 20 Druckseiten zu erwähnen. Sie enthält eine Einführung in die Terminologie der Seriengesetze, in die Praxis der Serienberechnung und in die Deutung der Seriengesetze vom Standpunkt der Bohrschen Atomtheorie. Mit dieser Einleitung ist *Paschen* einem mehrfach geäußerten Wunsche nachgekommen. Sie ist besonders zu begrüßen, weil hier die Paschensche Terminologie der Seriengesetze eine klare Darstellung erfährt. Auf dem Gebiete der Terminologie hat nämlich zeitweilig eine heillose Verwirrung geherrscht, dadurch verursacht, daß es vor etwa 10—20 Jahren jeder Spektroskopiker, der sich mit den Seriengesetzen beschäftigte, für nötig fand, seine eigene Terminologie einzuführen. Diese Terminologien waren teilweise so „symbolisch“, daß der weniger Eingeweihte meinen konnte, es mit einer besonderen Geheimsprache zu tun zu haben. Man lese nur die entsprechenden Kapitel aus dem Buche von *Konen* „Das Leuchten der Gase und Dämpfe“, um sich ein Bild von der Fülle der im Brauch befindlichen Zeichen zu machen. Erfreulicherweise haben sich im Laufe des letzten Jahrzehnts die von *Paschen* eingeführten Bezeichnungen auch international mit geringfügigen Abweichungen immer mehr eingebürgert, so daß die Gefahr einer babylonischen Sprachverwirrung heute als überwunden gelten kann. Auf Einzelfragen der Terminologie hier einzugehen, würde

zu weit führen. *Paschen* hat sich in einigen Punkten, z. B. in der Bezeichnung der Bergmansterme, dem englisch-amerikanischen Brauch angeschlossen. Als leitenden Gesichtspunkt in allen Fragen der reinen Terminologie wird man die Einheitlichkeit der Bezeichnung betrachten müssen und deshalb eine einmal üblich gewordene Bezeichnung beibehalten, auch wenn sie nicht völlig ideal ist. Bei der Terminologie der Seriengesetze liegt die Sache so, daß auch die jetzt übliche Bezeichnung in nicht allzuferner Zeit wird ersetzt werden müssen durch eine solche, die durch die quantentheoretische Deutung dieser Gesetze zwangsweise vorgeschrieben ist. Man wird aber mit der Einführung dieser neuen Terminologie, deren Notwendigkeit schon jetzt stark in Erscheinung tritt, zweckmäßig so lange warten, bis die quantentheoretische Deutung der Seriengesetze, speziell die Zuordnung der Quantenzahlen zu den Termen, so sicher geworden ist, daß weitere Änderungen nicht mehr zu befürchten sind.

Der Einleitung folgen dann die Tabellen mit Angabe der Wellenlängen und Wellenzahlen der Serienlinien sowie der Werte der aus den Serien berechneten Terme für die einzelnen Elemente. Diese sind dabei geordnet nach den durch das periodische System gegebenen Gesichtspunkten. Für jedes Element ist die Literatur besonders angegeben. Die Reihenfolge der Serien ist im allgemeinen: Hauptserien, Nebenserien, Bergmannserien; zum Schluß folgen die Kombinationen. Dort, wo in den Funkenspektren Serien bekannt sind, werden sie hinter den Bogenspektren mitgeteilt. Die Wellenlängen sind im allgemeinen noch in *Rowlands* Einheiten angegeben und nur dort in internationalen Einheiten, wo genügend neue Messungen vorlagen. Dies ist ein Punkt, in dem man dem *Fowlerschen* Buche entschieden eine gewisse Überlegenheit zuerkennen muß, da dort sämtliche Wellenlängen einheitlich in internationalen Einheiten angegeben sind. Was nun die Serien selbst betrifft, so ist erfreulicherweise eine weitgehende Übereinstimmung in den Angaben von *Fowler* und *Paschen* festzustellen. Dieselbe ist natürlich vollständig dort, wo sich beide Autoren auf dasselbe Material stützen. Dort, wo verschiedene Berechnungen zugrunde liegen, übersteigen die Abweichungen der Terme selten zwei bis drei Einheiten der vierten Dezimale. Diese Übereinstimmung kann als sehr gut bezeichnet werden und bildet eine feste Stütze für die Richtigkeit der Serienbeziehungen. Am Schluß des Paschenschen Buches sind die sämtlichen Terme und die Differenzen aufeinanderfolgender Terme der Größe nach in übersichtlichen Tabellen geordnet, nochmals zusammengestellt, dann folgt eine Tabelle, die bei der Praxis der Serienberechnung mit Nutzen zu verwenden ist, und zum Schluß kommt eine von *E. F. Back* gesammelte Tabelle der experimentell festgelegten Zeemanaufspaltungen der Serienlinien. In dieser Tabelle kommt der enge Zusammenhang zum Ausdruck, der zwischen der Serieneinordnung einer Linie und ihrem Zeemaneffekt besteht. Das von *Paschen* und *Back* gesammelte experimentelle Material über den Zeemaneffekt hat bekanntlich *Landé* die Unterlage gegeben zur Aufstellung seiner Regeln über die Aufspaltung der Serienlinien im Magnetfeld, Regeln, die es gestatten, für jede Serienlinie, sobald ihre Einordnung in das Serienschema bekannt ist, den Zeemaneffekt vorauszusagen. Der bei einer Linie beobachtete Zeemaneffekt ist also andererseits auch ein zwingendes Kriterium für die richtige oder falsche Einordnung einer Linie in das Seriensystem. Man sieht hieraus, wie eng Serieneinordnung und Zeemaneffekt

einer Linie miteinander verknüpft sind. Man darf erwarten, daß bei der Erforschung bisher unbekannter Serienbeziehungen dieser Zusammenhang weiterhin eine wichtige Rolle spielen wird.

Für den Theoretiker bildet das in dem Paschenschen Buche niedergelegte Material die Grundlage für alle Berechnungen, die sich mit dem Bau der Atome beschäftigen. Sämtliche dort angegebenen Terme sind ja die Energien von Elektronenbahnen, die berechnet sein wollen. Da wir die Form dieser Bahnen bisher nur beim Wasserstoff und bei ionisiertem Helium wirklich kennen und berechnen können, so erhellt daraus, welche Fülle von Arbeit von theoretischer Seite noch zu leisten ist, um dies Material wirklich atomtheoretisch zu verarbeiten. Bedenken wir schließlich, daß die in *Paschens* Buche enthaltenen Seriengesetze nur einen kleinen Teil dessen bilden, was in den gesamten Spektren enthalten ist, und daß gerade die äußerst linienreichen Spektren heutzutage noch fast völlig unentwirrt sind, so hat man das beruhigende Gefühl, daß hier noch für Generationen Arbeitsstoff vorhanden ist.

Fortschritte sind, wie gerade die Entwicklung in der letzten Zeit gezeigt hat, nur zu erwarten bei engster Zusammenarbeit zwischen den experimentellen Spektroskopikern und den theoretischen Physikern. Auch in diesem Sinne ist das Buch von *Paschen* und *Götze* seiner ganzen Anlage nach vorbildlich.

Zum Schluß möchten wir nicht unerwähnt lassen, daß der Verlag von J. Springer dem Buche eine vornehme und gediegene Ausstattung gegeben hat.

W. Grotrian, Berlin-Potsdam.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 20. November hielt Dr. *Friedrich Leyden* (Berlin) einen Vortrag über **Die Siedelungen Flanderns**, wobei er nicht den historischen Begriff, die alte Grafschaft Flandern, im Auge hat, sondern das Land der Flamen, d. h. den nördlichen Teil Belgiens sowie einen Teil Nordfrankreichs in der Gegend von Dünkirchen. Das Gebiet hat etwa die Größe von Baden, dagegen eine Einwohnerzahl, die derjenigen von Baden und Württemberg gleichkommt, so daß sich eine hohe Volksdichte von weit über 300 Menschen auf das Quadratkilometer ergibt. Das Gebiet ist größtenteils Tiefland und bildet den südlichen Teil der eigentlichen Niederlande. Es wird durch Flüsse gegliedert, die fächerförmig dem Scheldeknäuel oberhalb Antwerpens zustreben. Im Norden, wo Aufschüttungen von Flüssen einen sandigen und kiesigen Untergrund gebildet haben, ist das Land weniger fruchtbar und besiedelbar als im Süden, wo ältere tertiäre Schichten in weitgehendem Maße mit Löß bedeckt sind. Zu den fruchtbarsten Teilen gehört der Hasbengau (Hesbaye) auf dem linken Maasufer, westlich von Lüttich. Das Küstengebiet des Westens ist durch künstliche Eindeichungen während des Mittelalters dem Meere abgewonnen worden. Östlich der unteren Schelde breitet sich auf dem sandigen Boden der Kempen (Campine) ein großes Waldgebiet aus. Auch sonst finden sich noch zusammenhängende Wälder, z. B. auf den Kalkhöhen des Südostens sowie zwischen Gent und Brügge. Oft begegnet man der Ansicht, daß das Gebiet lange Zeit von Urwald eingenommen gewesen sei, doch ist schon zur Zeit der Völkerwanderung in der Mitte ein großes waldfreies Gebiet vorhanden gewesen.

Der Vortragende erläuterte dann an der Hand zahlreicher Karten die Lage der Siedelungen und belegte seine

Ausführungen durch besonders bezeichnende Beispiele. So erklärt sich die Beschränkung der Lage von Antwerpen auf das rechte Scheldeufer durch den Verlauf der Grenze des Reiches gegen das französische Lehen. Die Ortsnamenendung „heim“ kann geradezu als Leitfossil für die Verbreitung der Germanen in dem fruchtbaren Gebiet betrachtet werden. Die Sprachgrenze schließt sich in ihrem Verlauf auf eine weite Erstreckung ziemlich genau der 100-m-Höhenlinie an. Sie verläuft in ost-westlicher Richtung südlich der Linie Löwen—Brüssel—Kortrijk—Ypern, biegt aber zuletzt nach Norden um und endet an der Küste östlich von Dünkirchen, weil hier das national geschlossene Franzosentum einen festen Wall bildet. Auch Boulogne-surmer ist niemals flämisch gewesen, sondern stellt eine alte keltische Siedelung dar. Trotz großer Verschiebungen der politischen Grenzen ist die Sprachgrenze seit 700 Jahren stabil geblieben.

Die Dichte der Siedelungen ist meist groß. Es wimmelt von alten, an Bedeutung herabgekommenen Städten. Die durchschnittliche Entfernung der Städte voneinander beträgt nur 15 km. Dagegen findet sich zwischen Gent und Brügge wegen des alten Waldgebietes auf 40 km Erstreckung keine Stadt, und im Nordosten, zwischen Turnhout und Brée, beträgt die stadtlose Strecke sogar 60 km. Solche städtefreien Gebiete deuten auf heutige oder frühere Waldgebiete.

Die Siedlungsformen, Einzelhöfe im Westen, Marschhufendörfer, Zeilendörfer, geschlossene Dörfer sind vielfach, u. a. von *Meitzen*, auf verschiedene Völker zurückgeführt worden. Im Gegensatz zu dieser Auffassung betrachtet der Vortragende die Dorfformen als Anpassungsformen an die natürlichen Bedingtheiten des Landes. Die platzartige Verbreiterung der Dorfstraße ist ausschließlich auf flämisches Gebiet beschränkt.

Die Hauptstraßen sind nicht, wie oft angenommen wird, alte Römerstraßen, die z. T. jetzt mit den Gemeindegrenzen zusammenfallen, sondern alte Handelsstraßen, auf denen die Handelsprodukte des Orients, vor allem die Seide, von den Mittelmeerhäfen nach Nordwest-Europa gelangten.

Windmühlen, Schlösser und Klöster findet man überall im Tiefland. Flandern ist eines der schlösser- und klösterreichsten Länder, in dem stellenweise auf je 3000 Einwohner ein Kloster kommt. Es gibt etwa 11 000 Nonnenklöster. Die hohen Kirchtürme (Liebfrauenkirche in Brügge 123 m hoch) und die, oft 100 m überragenden Belfriede der flandrischen Städte spielten im Flachlande eine wichtige Rolle als Landmarken. Die für frühere Zeiten überlieferten gewaltigen Einwohnerzahlen mancher flandrischer Städte, wie Brügge, Ypern usw., hält der Vortragende für märchenhafte Übertreibungen. Die Lage der Städte ist überwiegend an schiffbare Gewässer geknüpft. Die größeren Orte liegen zumeist an der Einmündung von Nebenflüssen oder am Anfang der Schiffbarkeit. Ausnahmen bilden gewisse Schutzlagen auf Bergeshöhen oder auf den Wasserscheiden sumpfiger Niederungen. Meist handelt es sich um uralte Siedelungen, an die sich das Straßennetz später angepaßt hat.

In der Sitzung am 2. Dezember 1922 gab zunächst der Vorsitzende, Geheimrat *E. Kohlschütter* (Potsdam) einen Bericht über die **Aufzeichnungen des chilenischen Erdbebens vom 11. November im Potsdamer Geodätischen Institut**.

Der Wiechertsche Seismograph, der in dem doppelwandigen Erdbebenhäuschen des Geodätischen Instituts auf dem Telegraphenberg bei Potsdam untergebracht

ist, besteht aus einem 1000 kg schweren Eisenkörper, der in labilem Gleichgewicht aufgestellt und durch eine Feder am Umkippen verhindert wird. Bei plötzlichen Erschütterungen des Bodens bewegt sich zwar die Unterlage des Apparates und die Trommel der Registrier- vorrichtung, während der schwere Eisenkörper wegen seiner großen Trägheit zunächst in Ruhe verharrt und erst später den Bewegungen folgt. Die Differenz der Bewegungen wird durch eine Schreibvorrichtung mit 200 facher Vergrößerung auf eine berußte Fläche aufgezeichnet.

Am 11. November machten sich von 5<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> a. m. die ersten Wellenbewegungen auf der bis dahin geradlinigen Registrierung bemerkbar. Es waren dies die sogenannten ersten Vorläufer, longitudinale Schwingungen, die in der Richtung des Fortschreitens der Bewegung das Erdinnere mit großer Geschwindigkeit von mehreren Kilometern in der Sekunde durchziehen. Die Bahn, welche diese Wellen zurücklegen, ist konkav gegen die Erdoberfläche gekrümmt, so daß bei der großen Entfernung des Erdbebenherdes, die hier ca. 12 000 km betrug, die Stoßstrahlen mit ziemlich steilem Emergenzwinkel aus dem Erdinnern an die Oberfläche gelangen. Da der Apparat nur die horizontale Komponente aufzeichnet, so kommt diese Erschütterung nicht mit ihrer ganzen Wucht zur Darstellung. Gegen 6<sup>h</sup> stellten sich auch die zweiten Vorläufer ein, Wellenzüge, die ebenfalls durch den Erdkörper verlaufen, aber transversal, senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung schwingen. Ihre Geschwindigkeit ist nur etwas mehr als halb so groß wie diejenige der ersten Vorläufer, und aus der Differenz des Eintreffens beider kann man daher die Entfernung des Erdbebenherdes berechnen. Nach 6½ Uhr trafen dann die dritten Wellenzüge ein, die Oberflächenwellen, welche längs der Erdoberfläche verlaufen und die größte Amplitude aufweisen. Sie brachten noch in Potsdam Bodenbewegungen von 5 mm Amplitude und 18 Sekunden Schwingungsperiode zustande. Von den späteren Nachbebenwellen sind besonders beachtenswert die gegen 8½ Uhr aufgetretenen Antipodenwellen, welche die Erde in entgegengesetzter Richtung umkreist haben, also über unseren Antipodenpunkt, der in der Gegend von Neuseeland liegt, und dann über Ostasien und Sibirien zu uns gekommen sind. Sie ergänzen demnach den Weg der direkten Oberflächenwellen zu einem Vollkreis. Nach 9½ Uhr ließ sich noch ein zweites Eintreffen der Hauptwellen feststellen, die seit ihrem ersten Auftreten in Potsdam die Erde einmal umkreist hatten. Vier Stunden lang ist also durch dieses chilenische Erdbeben der ganze Erdball in zitternde Bewegung versetzt worden. Das Schema des Apparats und die Registrierkurven wurden in Lichtbildern vorgeführt.

Den zweiten Vortrag hielt Prof. *Haenisch* (Berlin) über **Ost-Tibet auf Grund eigener Reisen**. Der Vortragende, der viele Jahre in China als Lehrer tätig war, schilderte an der Hand von Lichtbildern seine Reise im Jahre 1910 auf den durch Schlamm dunkel-

braun gefärbten Fluten des Jang-tzse, an dessen Unterlauf die Wälle alter zerstörter Städte mit modernen Hafenanlagen abwechseln. Am vierten Tage der Stromfahrt wurde das 1000 km von der Küste gelegene Hankou erreicht, eine mächtige Handelsstadt, die zusammen mit der Nachbarstadt Han-jiang und der gegenüber, auf dem anderen Flußufer liegenden Provinzialhauptstadt Wu-tschung eine gewaltige Menschenmenge beherbergt. Bis I-tschung konnte man weiter flußaufwärts mit Dampfzügen gelangen. Von da ab mußten Dschunken benutzt werden. Tschung-king, oberhalb der Stromschnellen, ist der wesentlichste, dem Fremdenverkehr geöffnete Hafen. Weiter ging es den Min-ho und dann dessen Nebenfluß, den Tung-ho aufwärts, bis Ta-tzien-lu (30° Nord), das, in 2700 m Höhe gelegen, den Grenzverkehr mit Tibet vermittelt, obgleich es noch weit bis zur Grenze Tibets ist, dessen Hauptstadt, Lhasa, etwa 2000 km entfernt liegt. Der Ort hat Bedeutung als Handelsplatz. Große Karawanen von Yachsen bringen Ausfuhrgegenstände aller Art, kostbare Arzneistoffe, vor allem Moschus, sowie Wolle und Felle.

Der Vortragende verbreitete sich dann eingehend über das Problem der tibetischen Ortsnamenschreibung. Die phonetische Wiedergabe ist schwierig, und die Schreibung auf den Karten sehr willkürlich. Oft kann man aus der Ortsnamenschreibung den Weg eines bestimmten Reisenden rekonstruieren bzw. feststellen, wo er seinen Dolmetscher gewechselt hat. Tibet, das Land des lamaistischen Kirchenstaates, war zu seiner Glanzzeit, die vom 7. bis 11. Jahrhundert währte, ein Königreich. 1577 belehnte der König einen Abt mit dem Titel Dalai Lama, aber erst 1643 wurde der letzte König beseitigt und der Dalai Lama gewann auch die politische Macht.

Ost-Tibet hat eine ganz andere Natur als die Hochfläche Inner-Tibets und auch eine eigene Geschichte. Die jetzige Bevölkerung ist durch Vermischung mit den Ureinwohnern entstanden. Ende Juli drang der Vortragende über einen 4000 m hohen Paß auf schwierigen Bergpfaden, die hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Pferde und Maultiere stellten, nach Ost-Tibet vor. Die Flüsse wurden auf hängenden Ketten- oder Seilbrücken, die beim Passieren seitwärts schwingen, oder auf primitiven Holzbrücken, die auf und nieder schwingen, passiert. Eine Gefahr für fremde Reisende sind die Hunde in den Dörfern. Als Beförderungsmittel auf den Flüssen dienen runde Körbe aus Weidengeflecht, die mit geeeterter Ochsenhaut überspannt sind. Ein Wahrzeichen Ost-Tibets bilden die schornsteinähnlichen Kriegstürme, die innen Treppen haben und in manchen Tälern zu Dutzenden vorkommen. Sie haben in den Kolonialkriegen Chinas gegen Tibet den chinesischen Truppen viel zu schaffen gemacht. Die Sprache unterscheidet sich stark von der hochtibetischen. Auch die Kultur ist anders. Die Gebirgsvölker sind nicht Anhänger des gelben Lamaismus (man unterscheidet gelbe, rote und schwarze Lamas), sondern verharren noch in der alten Bongreligion.

O. B.

## Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften. 1922.

### 12. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Planck*.

Herr *Beckmann* sprach über die *Neigung der Hydrat-Aminverbindungen zu Umlagerungen*. (Ersch. später.) Es wird mitgeteilt, wie in qualitativer und

quantitativer Hinsicht die Existenzbedingungen beeinflusst werden können.

Herr *Correns* legte vor eine Arbeit von Herrn Prof. Dr. *F. Bernstein* und Herrn Dr. *P. Schläper* aus dem Institut für mathematische Statistik an der Universität Göttingen: „Über die Tonlage der menschlichen Singstimme.“ (Ein Beitrag zur Statistik der sekun-

dären Geschlechtsmerkmale beim Menschen.) (Ersch. später.) Die Verfasser haben statistische Untersuchungen über die Singstimme von je mehr als 1000 Männern und Frauen (nach der Mutation) angestellt. Geprüft wurde Umfang und Lage der Stimme. Die Masse sowohl der Männer- als der Frauenstimmen zerfällt in zwei deutlich getrennte Gruppen, die nach dem Sprachgebrauch als Baß und Tenor bzw. Sopran und Alt bezeichnet werden können. Sie haben für sich genommen jede sowohl nach mittlerer Stimmhöhe als nach stimmlichem Umfang nahezu *Gauß*-Charakter; sind also im wesentlichen natürliche Gruppen. Das Zahlenverhältnis ist sowohl für Baß : Tenor wie für Sopran : Alt auf fallend genau 5 : 1.

## 2. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Correns sprach über: „Vererbungsversuche mit buntblättrigen Stippen, VI und VIII.“ (Ersch. später.) VI. Einige neue Fälle von Albomaculatio. Es werden die Vererbungsverhältnisse des weißbunten Zustandes für *Stellaria media*, *Hieracium Auricula*, *Senecio vulgaris* und *Taraxacum officinale* besprochen. Bei den letzten beiden wurde auch die Verteilung der Früchtchen mit den verschiedenartigen (weißen, bunten, grünen) Embryonen über den Fruchtboden festgestellt. Es handelt sich um den zuerst für *Mirabilis Jalapa* beschriebenen *status albomaculatus*. Im Anschluß daran wird das Zustandekommen der bunten Sämlinge erörtert. — VII. Über die *peraura*-Sippe. Für diese bisher nur im heterozygotischen Zustand bekannte, gelbgrüne Sippe der *Urtica urens* ließen sich die *peraura*-Homozygoten nachweisen, die fast immer schon als junge Embryonen absterben; nur ganz einzelne (eine auf mehr als tausend) bringen es bis zur Keimfähigkeit.

Hr. Einstein legte eine Mitteilung vor: *Zur Theorie der Lichtfortpflanzung in dispergierenden Medien*. Es wird gezeigt, daß — entgegen dem Ergebnis einer früher vom Verfasser angegebenen elementaren Überlegung — das von bewegten Kanalstrahl-Teilchen emittierte Licht in dispergierenden Medien auch nach der Undulationstheorie keine Krümmung erleidet.

## 19. Januar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Lüders.

Hr. Einstein sprach über ein *Experiment betreffend die Gültigkeitsgrenze der Undulationstheorie*. (Ersch. später.) Nachdem die Quantentheorie, welche mit der Undulationstheorie im Widerspruch ist, große Erfolge erzielt hat, ist es von großem Interesse, die Gültigkeitsgrenze der klassischen Optik kennenzulernen. Es wird ein an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt von den H.H. Geiger und Bothe ausgeführtes, von E. vorgeschlagenes Experiment mit Rücksicht auf diese Frage diskutiert.

Hr. Haberlandt legte eine Arbeit vor: „Die Entwicklungserregung der parthenogenetischen Eizellen von *Marsilia Drummondii* A. Br.“ Es wird gezeigt, daß bei *Marsilia Drummondii* die absterbenden, aber nicht verschleimenden Hals- und Bauchkanalzellen als die Nekrohormonlieferanten anzusehen sind, die die Teilung der Eizelle auslösen. Häufig ist zwischen Bauchkanal- und Eizelle eine verdickte Zellwand ausgespannt, die in der Mitte ein großes Loch aufweist, durch das das absterbende Protoplasma der Bauchkanalzelle mit dem Eiplasma in direkte Verbindung tritt. Von dieser Plasmabrücke aus durchsetzt zuweilen ein radial sich ausbreitendes Fibrillensystem den oberen Teil der Eizelle.

## 9. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Lüders.

Hr. Schuchhardt legte vor eine Arbeit von Hrn. M. Hilzheimer über *Die Tierknochen aus den Gruben des Lossower Ringwalls bei Frankfurt a. O.* (Abh.)

Unter den Lossower Tierknochen, die nach Art der Erhaltung keine Speisereste sein können und fast nur Haustiere enthalten, überwiegt das Rind bei weitem. Es gehört 2 Rassen an, dem *Bos taurus longifrons* und *B. t. primigenius*. Letzterer zeigt sowohl Beziehungen zum wilden Ur Norddeutschlands als auch zu anderem Niederungsvieh, das somit hier autochthon ist. Auch das Pferd ist in 2 Rassen vertreten, dem kleinen breitstirnigen Bronzezeitpferd (*Equus Caballus robustus*) und dem kleinen schmalstirnigen Pferd (*E. C. celticus*), das für Mitteleuropa neu ist. Schaf und Ziege sind in geringer Menge, das Schwein kaum, der Hund gar nicht vertreten.

## 16. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Haber sprach über *Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen*. Die Einwirkung von Chlorgas auf ein Gemisch von Stickstoff und Natriumdampf liefert bei gewöhnlichem Druck eine Flamme, die bei passender Wahl der Mengenverhältnisse mit Sicherheit unter der Temperatur bleibt, bei der der schwarze Körper sichtbare Strahlung liefert. Diese Flamme zeigt die D-Linien. Chlor kann durch Brom, Jod und Sauerstoff ersetzt werden. Bei Ersatz des Natriums durch Quecksilber erscheint nur ein Banden, kein Linienspektrum. Bei tiefem Druck liefert die verwandte Einwirkung von Kaliumdampf auf Sauerstoff kein Leuchten, aber erhebliches Leitvermögen im Reaktionsraum. Die Lichterregung wird durch den Stoß von Reaktionsprodukten auf erregbare Elementarteilchen gedeutet.

## 2. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Hellmann überreichte eine Abhandlung „*Neue Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Deutschland*“, 3. Mitteilung: *Der Jahresverlauf*. Die im Laufe des Jahres eintretenden Veränderungen in der Verteilung der Niederschläge (Menge und Häufigkeit) in Deutschland werden untersucht. Die Gebiete größten Niederschlags verlagern sich vom Winter zum Sommer von Westen nach Osten, was dafür spricht, daß der von lokaler Verdunstung herrührende Wasserdampf bei den sommerlichen Regenfällen eine größere Rolle spielt.

## 9. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Lüders.

Hr. Planck überreichte eine Mitteilung: „*Über die freie Energie von Gasmolekülen mit beliebiger Geschwindigkeitsverteilung*.“ Es wird die Frage erörtert, ob die freie Energie einer Mischung von gleichartigen Gasmolekülen, deren Geschwindigkeiten beliebig gegeben sind, während ihre inneren Energien die der Temperatur entsprechende stationäre Verteilung aufweisen, sich additiv zusammensetzt aus den freien Energien der einzelnen Geschwindigkeitsgruppen. Da die Antwort bejahend lautet, so wird weiter gefolgert, daß bei der Diffusion zweier mit verschiedenen Geschwindigkeiten behafteter, im übrigen gleichartiger Molekülsysteme die Verminderung der freien Energie unabhängig ist von der Differenz der Geschwindigkeiten, und im Anschluß daran gezeigt, wie sich für diesen Fall das sogenannte *Gibbs'sche Paradoxon* aufklärt, trotzdem die Geschwindigkeit eine stetig veränderliche Größe ist.

## 16. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Kükenthal sprach über den *Ursprung der Wale*. Es wird nachgewiesen, daß eine monophyletische Abstammung von Zahn- und Bartenwalen mit den Tatsachen der Entwicklungsgeschichte unvereinbar ist.

**23. März. Gesamtsitzung.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Lüders.

Hr. Fick sprach über die Maßverhältnisse der Hand mit Angaben über die Hand W. v. Waldeyer-Hartz' †. (Ersch. später.) Zuerst berichtete er über die Messung der Fingerlänge, die Schiefstellung der Finger bei der „Arbeitshand“ (R. Fick), über die Breit- und Schmalform („Pachy-„Leptodaktylie“) sowie Rund- und Spitzform der Nagelglieder („Bolo-„Oxydaktylie“). Dann schildert er die Form und Maße der Hand W. v. Waldeyer-Hartz' †.

**30. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Haber sprach über „Amorphe Niederschläge und kristallisierte Sole“. Bei der Überschreitung der Löslichkeitsgrenze tritt die Häufigungsgeschwindigkeit mit der Ordnungsgeschwindigkeit in Konkurrenz. Beim Aluminiumhydroxyd, das den idealen Fall zu verwirklichen erlaubt, ist das Sol schön kristallisiert, der kalt aus Salzlösungen mit Ammoniak gefällte Niederschlag amorph. Als Merkmal des kristallisierten und amorphen Zustandes dienen die Röntgeninterferenzen. Bei Verbindungen mit ausgeprägtem Dipolcharakter sind die amorphen Niederschläge wegen hoher Ordnungsgeschwindigkeit oft nicht zu erhalten. Bei Verbindungen mit Vielfachpolcharakter ist umgekehrt die gut kristallisierte Beschaffenheit oft schwer zu erreichen. Diese Überlegungen machen einerseits das Entstehen der Gläser verständlich und führen andererseits zu dem bevorzugt kristallisierten Zustand der Gebilde der organisierten Welt.

Hr. Rubner legte eine Abhandlung von Dr. Stefanie Lichtenstein in Berlin über die Agglutination bei Algen, Hefen und Flagellaten vor. (Ersch. später.) Die serologische Methodik wurde zum Studium der einzelnen Organismen angewandt, sie erwies sich namentlich auch zur Feststellung der Verwandtschaftsbeziehungen bei Flagellaten als sehr bedeutungsvoll.

**6. April. Gesamtsitzung.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Lüders.

Hr. Zimmermann legte eine Arbeit vor über „die Lagerungen bei Knickversuchen und ihre Fehlerquellen“. Es werden darin die Gesichtspunkte besprochen, nach denen die Versuche einzurichten sind, um störende Zufälligkeiten soweit wie möglich auszuschließen. Sodann wird an dem Beispiel des Schneidenlagers und des Walzenlagers gezeigt, in welcher Weise die Reibung und nicht genau achsrechte Belastung einzeln oder vereinigt Störungen erzeugen, und wie deren Größe aus besonderen Messungen an den Versuchsstäben berechnet werden kann. Für das Walzenlager ergibt sich die Möglichkeit einer Anordnung, bei der sich verschiedene Nebenwirkungen der Lagerteile gegenseitig aufheben. Damit wird erreicht, daß das Lager den Voraussetzungen der Eulerschen Knicktheorie besser entspricht als die bisher gebräuchlichen Lagerungsarten.

**20. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. v. Laue legte eine gemeinsam mit Hrn. Dr. W. Gordon bearbeitete Mitteilung vor: „Ein Verfahren zur Messung der Wärmeleitfähigkeit bei Glühtemperaturen“. Betreibt man eine Glühlampe mit Wechselstrom, so zeigt die Helligkeitsschwankung eine erhebliche Phasenverschiebung gegen die Wärmeerzeugung. Man kann aus dieser die Wärmeleitfähigkeit ermitteln. Die Verfasser geben die dazu nötigen Formeln.

Hr. v. Laue legte ferner vor: „Die Bedeutung des Nullkegels in der allgemeinen Relativitätstheorie“. Der Nullkegel findet in der beschränkten Relativitätstheorie seine Bedeutung gerechtfertigt durch die Formeln für die verzögerten Potentiale. Es wird gezeigt, wie sich diese Formeln auf die neuere Theorie übertragen.

**4. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Rubner.

Hr. Rubner legte eine Abhandlung von Hrn. Prof. K. Bürker in Gießen vor, betitelt: „Die Verteilung des Hämoglobins auf der Oberfläche der Erythrocyten“. Verfasser hat nach neuen Methoden den Hämoglobingehalt, die Zahl der Blutkörperchen und ihre Größe genauer bestimmt. Dabei hat sich herausgestellt, daß der mittlere Hämoglobingehalt pro Quadratmeter Oberfläche des Blutkörperchens bei allen zum Vergleich herangezogenen Tieren und bei dem Menschen eine Konstante ist.

**6. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Rubner.

Hr. Müller (Breslau) sprach „Über die Sicherung der oberen Gurtungen offener Balkenbrücken durch biegungsfeste Halbrahmen“. Die vom Vortragenden in seiner Graphischen Statik für den Fall gleichbelasteter Hauptträger durchgeführte Untersuchung der durch Halbrahmen seitlich gestützten Druckgurtungen offener Balkenbrücken wird weiter ausgebaut und auf ungleich belastete Hauptträger ausgedehnt.

Hr. Heider legte vor eine Mitteilung von Hrn. Prof. Dr. Robert Schneider: „Verbreitung und Bedeutung des Eisens im animalischen Organismus“. (Ersch. später.) Es wurde die Verbreitung des durch die Ferrozinkalkiumreaktion nachweisbaren Eisens in verschiedenen Geweben und Organen der Tiere untersucht. Eisen wird in hepatischen Organen gespeichert. Es findet sich reichlich in Kutikularbildungen verschiedenster Art, ferner im Gewebe der Kiemen von Chätopoden, Mollusken und Crustaceen. Gelegentlich tritt es auch in Zellkernen und Nucleolen auf. Die Bedeutung des Eisens ist zum Teil nach der Richtung mechanischer Festigung (in Kutikularen und Skelettbildungen), zum Teil in seiner Wirkung als Sauerstoffüberträger (in Respirationsorganen) zu suchen. Das zugehörige Tafelmaterial wird in der Akademie verwahrt.

**13. Juli. Gesamtsitzung.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Rubner.

Hr. Penck sprach über „glaziale Krustenbewegungen“. (Ersch. später.) Die Mitten der großen eiszeitlichen Gletschergebiete sind durch die Last des Eises eingedrückt, ihre Umgebung aufgepreßt worden. Infolge des Schwindens des Eises traten hier Senkungen, dort Hebungen ein. Diese sind in Fennoskandia in der Postglazialzeit, jene in Norddeutschland auch für die Interglazialzeit der Eemstufe nachweisbar. Zwischen der eingedrückten Mitte und dem aufgepreßten Rande müssen in der Tiefe Massenversetzungen stattgefunden haben, deren Beträge zu schätzen versucht werden.

Hr. v. Laue legte vor eine Arbeit von Hrn. Prof. Dr. Fritz Weigert und Hrn. Dr. Karl Kellermann: „Zur Photochemie des Chlorknallgases“. (Ersch. später.) Die Verfasser untersuchen mittels sehr kurzer Belichtungen den Beginn der photochemischen Chlorknallgasreaktion nach der Schlierenmethode. Sie finden die Vollausbildung der entstehenden Schlieren etwa  $\frac{1}{100}$  Sekunden nach der Belichtung. Dies bestätigt die früher von Nernst ausgesprochene Ansicht, daß bei der Absorption eines Energiequants aus der Strahlung die Reaktion nur eingeleitet wird, während sie sich in der Hauptsache erst danach rein chemisch abspielt.

**20. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.**

Vorsitzender Sekretar: Hr. Rubner.

Hr. Hellmann sprach über „Die Sonnenscheindauer in Deutschland“. Es wird der Versuch gemacht, aus gleichzeitigen 25jährigen Beobachtungen an 27 Sta-

tionen die Grundzüge der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Sonnenscheindauern in Deutschland abzuzeichnen. Ostdeutschland erweist sich als sonnenscheinreicher als Westdeutschland, in dem nur der Rheingau in dieser Beziehung bevorzugt ist. An der Nordseeküste ist der sonnigste Monat der Mai, weiter landeinwärts der Juni, im äußersten Osten und Süden der August. In der kalten Jahreshälfte hat überall der Nachmittag mehr Sonnenschein als der Vormittag; das gilt auch in der warmen Jahreshälfte für Westdeutschland, während in Ostdeutschland das umgekehrte Verhältnis eintritt. Auf dem Gipfel der Schneekoppe im Riesengebirge sind im Sommer die frühen Morgenstunden am sonnigsten.

### 27. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Rubner*.

Hr. *Fick* legte eine Arbeit von Hrn. Prof. Dr. *Hans Virchow* (Berlin) vor über „*Die Hände von Wilhelm v. Waldeyer-Hartz*“. (Abh.) *H. Virchow* hat das Knochengestüst der Hände *W. v. W.*s auf dessen letztwillige Verfügung nach der von *H. V.* angegebenen Art zusammengesetzt. Das Wesentliche dieser Aufstellungsart besteht darin, daß das Leichenglied in einer bestimmten Stellung gehärtet und von der Knochenlage in der richtigen Stellung vor der Mazeration eine Gipsform hergestellt wird. Auf Grund dieser Form können dann die mazerierten Knochen richtig zusammengefügt werden. *H. V.* schildert diese Art des Vorgehens genau und berichtet über die Eigenheiten der Hand *W. v. W.*s., die der Verstorbene selbst „auf die viele Schreibarbeit“ zurückgeführt hatte.

### 19. Oktober. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Planck*.

Hr. *Haberlandt* las „über die Vorstufen der Ursachen der Adventivembryonie“. Es wird gezeigt, daß es verschiedene Vorstufen der Adventivembryonie (Nuzellar- und Integumentembryonie) gibt, die darin bestehen, daß an den Embryosack grenzende Zellen des Nuzellus oder des Integuments sich teilen und unter Umständen auch plasmareiche Gewebewucherungen bilden, die in den Embryosack hineinwachsen, ohne aber Embryonen zu bilden. Solche Fälle führen durch mancherlei Übergänge hinüber zur typischen Adventivembryonie. Die Zellteilungen, die zur Bildung der Gewebewucherungen führen, aus denen schließlich Embryonen hervorgehen, werden durch Nekrohormone ausgelöst, die aus abgestorbenen, in der Umgebung des Embryosacks oder in diesem selbst befindlichen Zellen stammen. Diese Absterberscheinungen werden für einige Pflanzen genauer besprochen. Daß kallusartige Wucherungen zu Embryonen werden, wird auf „embryobildende Hormone“ im Embryosack zurückgeführt.

### 2. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Planck*.

Hr. *Planck* überreichte eine Abhandlung von *H. Rubens* † und *K. Hoffmann*: „Über die Strahlung geschwärzter Flächen“. Es wurden für Ruß- und Platinschwarz in verschiedenen Schichtdicken Emissionswerte gemessen, wobei sich zeigte, daß diese Stoffe in genügend dicken Schichten auch für lange Wellen ein hohes Emissionsvermögen erreichen. Man kann eine „absolut graue“ Farbe angeben, die sich in den untersuchten ultraroten Spektralbereichen als Emissions- und Absorptionsfläche gut eignen dürfte. Auch die Durchlässigkeit von Rußschichten wurde in einem großen Teil des ultraroten Spektrums bestimmt.

### 16. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Planck*.

Hr. *Correns* besprach „*neue Versuche über das Zahlenverhältnis der Geschlechter bei höheren Pflanzen*“. 1. *Alkohol* und *Zahlenverhältnis der Geschlechter bei Melandrium*. Es gelingt — durch die Einwirkung von Alkoholdämpfen auf den Blütenstaub — die relative Zahl der Männchen in der Nachkommenschaft stark zu steigern. Zugrunde liegt wahrscheinlich eine größere Resistenz der männchenbestimmenden Pollenkörner gegen den schädigenden Einfluß des Alkohols. — 2. *Geschlechtsbestimmung und Zahlenverhältnis der Geschlechter beim Sauerkraut (Rumex Acetosus)*. Es läßt sich durch den Konkurrenzversuch zeigen, daß das männliche Geschlecht das heterogametische ist. Die sehr starke Abweichung vom mechanischen Zahlenverhältnis zugunsten der Weibchen erklärt sich wenigstens zum Teil durch die größere Sterblichkeit der erwachsenen männlichen Pflanzen und die zahlreichen vor der Reife eingehenden Embryonen.

Hr. *Warburg* überreichte eine Arbeit von Prof. Dr. *Karl Willy Wagner* in Berlin: „*Der physikalische Vorgang beim elektrischen Durchschlag von festen Isolatoren*“. Es wird eine neue Theorie des elektrischen Durchschlags fester Isolierstoffe entwickelt, nach welcher der Durchschlag erfolgt, wenn bei steigender Spannung das elektrisch-thermische Gleichgewicht laßil wird. Diese Theorie steht im Widerspruch zu der herrschenden, nach welcher der Durchschlag erfolgt, wenn die elektrische Feldstärke einen gewissen Wert erreicht hat, wird aber durch zahlreiche Messungen bestätigt.

### 23. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Planck*.

Hr. *v. Laue* sprach über zwei Untersuchungen Hrn. *Einstains*: 1. „*Feldgleichungen der Gravitation*“ und 2. „*Spannungszustand in einem vom Wärmestrom durchflossenen Gase*“. Die erste behandelt die Bedeutung zweier Lösungen der Feldgleichungen der Gravitation, welche kürzlich von *Trefftz* angegeben sind. Die zweite berechnet die Abweichungen, die der Spannungszustand in einem vom Wärmestrom durchflossenen Gase von einem allseitig gleichen Druck zeigt. *Einstein* kommt zu dem Ergebnis, daß diese Abweichungen beobachtbar sein müssen.

### 30. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Planck*.

Hr. *Pompeckj* sprach über seine „*Untersuchungen an fossilen Wale; I. Squalodon Langevieschei aus dem Ober-Oligocäen des Dobergs bei Bünde in Westfalen*“. (Ersch. später.) Ein prachtvoll erhaltener Schädel zeigt, daß bereits im Ober-Oligocäen der Zahnwältypus in der charakteristischen Rückwärtsverlagerung der senkrecht gestellten Nasengänge an die Vorderwand der Hirnkapsel, im Bau des Gesichtsschädels und durch die Lage und Konstruktion des Ohrskelettes in der Art des Unterwasserhörens vollkommen fertiggestellt war. Die Abspaltung der Zahnwale vom Archaeoceten-typus muß in weit hinter dem Ober-Oligocäen liegender Zeit erfolgt sein.

### 21. Dezember. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Planck*.

Hr. *Heider* sprach über „*Zahnwechsel bei polychäten Anneliden*“. Bei *Stauvocephalus rudolphi* und *rubrovittatus* finden sich unter den Reihen von Kieferstücken des Oberkieferapparates längsverlaufende Hypodermiseinfaltungen (Zahnfurchen), in denen von Odontoblasten Ersatzzähne ausgebildet werden.