

✓

VERHANDLUNGEN  
DER  
PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT  
ZU  
WÜRZBURG.

---

MIT UNTERSTÜTZUNG VON SEITEN  
DER NOTGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT SOWIE  
DER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN  
AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG

HERAUSGEGEBEN VON DEM

SCHRIFTFÜHRUNGSKOMMISSION DER GESELLSCHAFT:

M. VON FREY. O. SÜSSMANN. M. VOGT.

---

NEUE FOLGE. XLVI. BAND.

---

WÜRZBURG.  
KOMMISSIONSVERLAG DER UNIV.-DRUCKEREI H. STÜRTZ A. G.  
1921.

Alle Rechte vorbehalten.

Phys.-Med. Gesellschaft  
Würzburg

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.

## Inhaltsverzeichnis.

---

|   | Seite |
|---|-------|
| Gerhardt-Gedächtnis-Feier . . . . .   | 103   |
| <i>C. v. Hess</i> : Neue Untersuchungen über den Farbsinn und seine Störungen .                             | 47    |
| <i>Hans Kniep</i> : Morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung .                          | 1     |
| <i>W. Lubosch</i> : Nachruf auf Oskar Schultze . . . . .  | 19    |
| Röntgen-Festsitzung . . . . .   | 71    |
| <i>M. B. Schmidt</i> : Rudolf Virchow in Würzburg . . . . .   | 91    |
| <i>Leopold v. Uebisch</i> : Wegeners Kontinental-Verschiebungstheorie und die Tier-<br>geographie . . . . . | 57    |

---



Universitäts-  
Bibliothek  
Würzburg

# Über morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung.

(Untersuchungen an Basidiomyceten).

Von

Hans Kniep.

Bekanntlich unterscheidet man zwei Hauptformen der geschlechtlichen Fortpflanzung, die Isogamie und die Heterogamie. Erstere liegt vor, wenn die Gameten, die miteinander zur Zygote verschmelzen, gleichgestaltet, letztere, wenn sie verschieden gestaltet oder wenigstens verschieden gross in dem Sinne sind, dass immer nur ein kleiner mit einem grossen verschmilzt. Bei der Heterogamie haben wir es also mit einer Geschlechtsdifferenzierung zu tun, die sich in der verschiedenen morphologischen Beschaffenheit der Gameten ausspricht, und die wir deshalb auch morphologische Geschlechtsdifferenzierung oder Gametendimorphismus nennen können. Weitaus die Mehrzahl der Tiere ist heterogam; insbesondere findet sich im Tierreich diejenige Form der Heterogamie, die wir Oogamie nennen, und die bekanntlich darin besteht, dass der männliche Gamet, der als bewegliches Spermatozoon ausgebildet ist, die unbewegliche Eizelle befruchtet. Dieser Einförmigkeit der sexuellen Fortpflanzung im Tierreich (bei den Metazoen) steht eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit im Pflanzenreich gegenüber. Wir haben auch hier die typische Oogamie (*Fucus*, Moose, Farne), daneben aber verschiedene andere Formen der

<sup>1)</sup> Etwas erweiterte Fassung eines am 27. November 1919 in der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrags.

Heterogamie (z. B. *Cutleria multifida*, *Endomyces Magnusii* u. v. a.). Die Isogamie findet sich nur bei niederen Organismen, aber da verbreitet und in grosser Mannigfaltigkeit (*Pandorina*, *Ulothrix* und andere Chlorophyzeen, Konjugaten, *Zygomyceten*; andere Fälle werden unten behandelt werden).

Ein wesentlicher Teilprozess des Sexualakts ist die Kopulation der beiden (haploiden) Gametenkerne. Der dadurch entstehende diploide Zygotenkern kann sofort eine Reduktionsteilung erfahren (das ist bei allen sich geschlechtlich fortpflanzenden Pilzen der Fall, hier ist also nur der Zygotenkern diploid, alle anderen Kerne sind haploid), oder es kann sich der diploide Zustand in mehr oder weniger zahlreichen Teilungsfolgen, eventuell bis zur erneuten Gametenbildung erhalten (so bei den Metazoen, im Pflanzenreich z. B. bei den Diatomeen und bei *Fucus*). Wenn wir sehen, welch weite Verbreitung der doch immerhin recht komplizierte Apparat der geschlechtlichen Fortpflanzung im gesamten Organismenreich geniesst, wenn wir die Geschmeidigkeit beobachten, mit der er sich den verschiedensten Gestaltungstypen im Pflanzenreich anpasst, wenn wir schliesslich bedenken, auf wieviel einfacherem Wege die Pflanze die Fortpflanzung erreichen könnte, wenn sie sich ausschliesslich der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bedienen würde, deren ja anscheinend alle Pflanzen fähig sind, so drängt sich unwillkürlich die Annahme auf: Die Sexualität muss eine besondere Bedeutung haben, die nicht allein in der auf ungeschlechtlichem Wege ja viel einfacher erreichbaren Nachkommenzeugung als solcher beruhen kann.

An Versuchen, diese Frage zu beantworten, hat es bekanntlich nicht gefehlt<sup>1)</sup>. Die einen sehen in der Gametenkopulation oder Befruchtung eine entwicklungs-erregende Wirkung. Sie nehmen an, dass die Befruchtung die Bedeutung hat, dem an sich nicht entwicklungs-fähigen Ei die Entwicklungsfähigkeit zu verleihen. Diese Vorstellung gründet sich zunächst auf die Erscheinungen im Tierreich, wo, wie wir sahen, eine grosse Einförmigkeit in bezug auf die sexuelle Fort-

<sup>1)</sup> Vergl. darüber besonders die zusammenfassenden Schriften von *Max Hartmann*: Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. *Archiv für Protistenkunde*. Bd. 14, 1909. — Ergebnisse und Probleme der Befruchtungslehre im Lichte der Protistenforschung. »Die Naturwissenschaften« Bd. 6, 1918. — Theoretische Bedeutung und Terminologie der Vererbungserscheinungen bei haploiden Organismen (*Chlamydomonas*, *Phycomyces*, Honigbiene). *Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre*. Bd. 20, 1918. — Wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, stimme ich in vielen Punkten mit *Hartmanns* Auffassung überein; nur die Amphimixistheorie beurteile ich anders.

pflanzung herrscht (die Protozoen nehme ich dabei aus). Der Versuch, sie zu verallgemeinern, also auch auf das Pflanzenreich auszudehnen, scheidet, so könnte man meinen, schon daran, dass dort sehr häufig der Gametenkopulation nicht eine Entwicklung der Zygote, sondern gerade ein längeres Ruhestadium folgt. Früher oder später keimt jedoch die Zygote und man könnte daher schliessen, dass sie dies auf Grund der entwicklungs-erregenden Wirkung der Befruchtung tut, die nur einige Zeit latent ist und erst zur Geltung kommt, nachdem die Zygote ihre Ruheperiode durchgemacht hat. Nehmen wir einmal an, dieser Schluss wäre bewiesen, so gibt es doch im Organismenreich zahlreiche Fälle, und zwar nicht nur unter den Protisten, wo beide Gameten die Fähigkeit haben, sich ohne Kopulation weiter zu entwickeln und das auch tun. Solche Fälle, die im Grunde dasselbe sind wie Parthenogenesis, kommen z. B. bei den Pilzen vor. Ich werde nachher in einem anderen Zusammenhang darauf zurückkommen. Hier liegt also die Notwendigkeit einer Entwicklungserregung durch Kopulation gar nicht vor. Die Hypothese der Entwicklungserregung lässt sich demnach sicher nicht verallgemeinern. Dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle mit der Befruchtung eine Entwicklungserregung verbunden ist, soll damit natürlich nicht bestritten werden; darin aber eine Lösung des Sexualitätsproblems, wie wir es soeben formuliert haben, sehen zu wollen, wäre verfehlt, denn die Erregungstheorie fasst dieses Problem nicht bei der Wurzel. Es müsste doch zunächst die Vorfrage gelöst werden, wie es kommt, dass die unkopulierten Gameten in den meisten Fällen sich nicht weiterentwickeln können. Ist das eine primäre Eigenschaft oder etwas sekundär Erworbenes? Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass letzteres der Fall ist, denn der pflanzliche Organismus hat ja ganz allgemein neben der Möglichkeit der sexuellen Fortpflanzung die Fähigkeit, asexuelle Fortpflanzungszellen bzw. -Organe zu erzeugen, die einer Entwicklungserregung durch eine andere Zelle nicht bedürfen. Die Entwicklungshemmung der Gameten ist also offenbar eine Anpassung, dazu geschaffen, die ungeschlechtliche Entwicklung der Gameten zu verhindern, sie ist ein Mittel, das darauf abzielt, zu erreichen, dass diese Entwicklung erst nach der Kopulation einsetzt. Auf die Kopulation kommt es der Pflanze offensichtlich an. Nicht um die Entwicklung des Eies zu erregen, wurde diese Einrichtung im Laufe der phylogenetischen Entwicklung erworben. Fast könnte man sagen im Gegenteil: um ihr die Wege zu ebnen, ist die Entwicklungshemmung der Gameten ausgebildet worden, als deren Folge dann erst die Erregung der Ent-

wicklung nach der Kopulation eintrat. Dass Kopulation und Entwicklungserregung nicht notwendig miteinander verkettet sein müssen, haben wir gesehen. Es handelt sich also bei der Theorie der Entwicklungserregung um eine Frage von nicht allgemeiner Bedeutung, die daher für unser Problem nur von nebensächlicher Bedeutung ist.

Eine andere Theorie erblickt den Zweck der Kopulation darin, dass damit eine Verjüngung verbunden sei. Ständige asexuelle Vermehrung habe Altern und Degeneration zur Folge; durch gelegentliches Einschalten der Gametenkopulation müsse eine Auffrischung erfolgen. Die Befruchtung soll also eine Einrichtung zur Verhütung des physiologischen Todes sein. Zahlreiche Erfahrungen der letzten Jahre, besonders die Untersuchungen von *Klebs*, haben gezeigt, dass diese Verjüngungstheorie, allgemein wenigstens, nicht zu Recht bestehen kann. Es ist zweifellos möglich, Organismen unter geeigneten Bedingungen ausschliesslich ungeschlechtlich zur Vermehrung zu bringen, ohne dass dabei Degenerationserscheinungen eintreten, die ein Eingreifen der Gametenkopulation notwendig machten. Damit fällt auch die Modifikation der Verjüngungstheorie, die *R. Hertwig* im Anschluss an seine Hypothese der Kernplasmarelation entwickelt hat.

Eine unbedingte physiologische Notwendigkeit ist die sexuelle Fortpflanzung jedenfalls nicht. Wir können, soweit Untersuchungen vorliegen, fast immer Bedingungen schaffen, unter denen sie unterbleibt, und die Organismen durch lange Generationen asexuell weiterziehen. Wenn das nun auch in der künstlichen Kultur möglich ist, wo der Konkurrenzkampf im allgemeinen ausgeschaltet ist, so ist damit natürlich nicht gesagt, ob nicht in der Natur für die Erhaltung und Fortentwicklung der Arten die Sexualität etwas Unentbehrliches oder zum mindesten etwas sehr Nützliches ist. Dieser Meinung ist *Weismann* und man wird ihm darin wohl recht geben müssen. Die Folge der Befruchtung ist die Mischung väterlicher und mütterlicher „Erbmassen“ (Anlagen, Potenzen, Gene), die ja in den Sexualkernen enthalten sind. Das nennt *Weismann* bekanntlich Amphimixis<sup>1)</sup>. Die erblichen Verschiedenheiten, die innerhalb des Bereiches der Art vorhanden sind, werden durch die Amphimixis in der mannigfachsten Weise miteinander kombiniert, und so entstehen die ungeheuer vielen

<sup>1)</sup> Amphimixis soll hier in dem weiteren Sinne gebraucht werden, dem auch *Winklers* Definition (*Progressus rei botanicae*, Bd. II, S. 298; 1908) entspricht. Es soll darunter die Verschmelzung zweier Sexualkerne verstanden sein, mögen sie nun von verschiedenen Individuen stammen oder von dem gleichen. Die Automixis *M. Hartmanns* (*Archiv f. Protistenkunde*, Bd. 14, S. 268; 1909) wäre also einzubegreifen.

individuellen Varianten, die für die Selektion das Material bilden, aus dem sie das Zweckmässige auswählt. Vor allem für das Zustandekommen der sog. harmonischen Anpassungen hält *Weismann* die Amphimixis für unentbehrlich. Fast bei allen Anpassungen (Ökogenesen) handelt es sich nicht um die Veränderung einer einzigen Anlage, sondern von mehreren. Gesetzt nun, es entstehen erbliche Abänderungen, so müsste es schon ein sehr merkwürdiger Zufall sein, wenn mehrere Anlagen im gleichen Individuum sich gleichzeitig so verändern würden, dass die daraus hervorgehenden somatischen Gebilde ein harmonisches Ganzes bilden. Viel wahrscheinlicher ist es, dass bei dem einen Organismus die, bei dem anderen jene Anlage variiert, und es ist nun Aufgabe der Amphimixis, die Varianten zu kombinieren, Aufgabe der Selektion, aus den an sich rein dem Zufall überlassenen Kombinationen, die z. T. gewiss sehr unzweckmässig sind, die harmonischen Anpassungen auszuwählen. So schafft die Amphimixis nach *Weismanns* Ansicht, der sich z. B. auch *de Vries* anschliesst<sup>1)</sup>, geeignetes Material für die Selektion; sie wird zu einer Quelle der Artentstehung und hat sich aus diesem Grunde erhalten.

Es mag dahingestellt bleiben, ob dies die einzige Bedeutung der Befruchtung ist; jedenfalls geht aus diesen kurzen Bemerkungen über die *Weismanns*che Annahme soviel hervor, dass diese nur Sinn hat, wenn die kopulierenden Gameten verschieden sind. Eine Kombination völlig gleicher Gameten würde nicht zu dem postulierten Ziele führen können. Wie lassen sich nun mit der Annahme die zahlreichen Fälle von Isogamie vereinen, vor allem diejenigen, bei denen die kopulierenden Gameten von dem gleichen Organismus erzeugt werden? Doch nur so, dass hier trotz äusserlicher Gleichheit der Gameten doch eine Verschiedenheit besteht, die man, da es keine morphologische ist, physiologische Geschlechtsdifferenz nennen könnte. Es gibt schon eine Reihe von Beobachtungen, die darauf hinweisen, dass etwas Derartiges existiert. Bei der isogamen Alge *Dasycladus* z. B. hat *Berthold*<sup>2)</sup> schon vor Jahren gefunden, dass die von einem Individuum stammenden Schwärmer niemals miteinander verschmelzen. Er hat ferner gezeigt, was nicht minder wichtig ist, dass bei Vermischung von Schwärmern, die von zwei beliebigen Exemplaren stammen, keineswegs immer Kopulation eintritt. Es gibt also offenbar zwei verschiedene, äusserlich nicht unterscheidbare Sorten von *Dasycladus*, die zwei sexuell

<sup>1)</sup> *H. de Vries*, Befruchtung und Bastardierung. Leipzig 1903. Seite 40 ff.

<sup>2)</sup> *G. Berthold*, Geschl. Fortpflanzung v. *Dasycladus clavaeformis* Ag. Botan. Zeitung, Bd. 38, S. 650; 1880.

verschiedene (physiologisch differenzierte) Gameten erzeugen. Ich will die Beispiele nicht weiter vermehren, nur *Blakeslees* wichtige Studien über die Heterothallie bei Mucorineen und die Arbeiten *Burgeffs* über *Phycomyces* sollen in diesem Zusammenhange noch hervorgehoben werden<sup>1)</sup>. Die physiologische Geschlechtsdifferenzierung spricht sich bei diesen heterothallischen Formen darin aus, dass es zweierlei äusserlich nicht unterscheidbare Myzelien gibt, die Zygoten bilden, also kopulieren, wenn sie zusammenkommen. Bei der Zygotenbildung kommen zahlreiche Kerne beiderlei Geschlechts (+- und --Kerne) zusammen, die erst bei der Keimung der Zygote miteinander verschmelzen (*Phycomyces*). Über die Erblichkeitsverhältnisse, insbesondere auch über die Verteilung der Gene bei der im Keimsporangium stattfindenden Reduktionsteilung haben die Untersuchungen *Burgeffs* wichtige Aufschlüsse gebracht. Völlig geklärt sind diese Fragen allerdings noch nicht. Es liegen bei *Phycomyces* Komplikationen vor, die sich noch nicht übersehen lassen. Daher sagt *Burgeff* selbst, dass *Phycomyces* für die Erblichkeitsanalyse kein sehr günstiges Objekt ist.

Es schien mir deshalb zweckmässiger, Objekte mit einkernigen Zellen zu wählen, weil sich hoffen liess, dass die vielerlei Fragen, die mit der Entstehung der Geschlechtsdifferenzierung verknüpft sind, sich bei ihnen leichter einer Lösung entgegenführen lassen müssten als bei dem recht komplizierten *Phycomyces*. Das Objekt, auf das ich hier zunächst eingehen möchte, ist der Brandpilz *Ustilago violacea*<sup>2)</sup>. Es hat einmal die Eigenschaft, dass kopulationsfähige Gameten (Sporidien) an ein und demselben Individuum (Promyzel) entstehen. Diese Gameten sind äusserlich gleich und einkernig. Die Prüfung der Frage, ob zwei beliebige Gameten miteinander verschmelzen können oder nicht, lässt sich leicht durchführen, weil sich die Gameten leicht isolieren lassen und sich, ohne sich genotypisch zu verändern, durch Sprossung ausserordentlich stark vermehren. Die Isolierung geschah in üblicher Weise durch Gelatineplattengüsse. Da, wo ein Sporidium in der Platte zu liegen kommt, sieht man nach einigen Tagen eine Kolonie auftreten infolge der Vermehrung des Sporidiums durch Sprossung. So lassen sich leicht die Abkömmlinge je eines einzigen Sporidiums isolieren.

<sup>1)</sup> *A. F. Blakeslee*, Sexual reproduction in Mucorineae. Proceed. Americ. Academy of Arts and Sciences. Bd. 40, 1904.

*H. Burgeff*, Untersuchungen üb. Variabilität, Sexualität und Erblichkeit von *Phycomyces*. Flora, N. F., Bd. 7, 1914 und Bd. 8, 1915.

<sup>2)</sup> Vergl. *H. Kniep*, Untersuchungen über den Antherenbrand. Ein Beitrag zum Sexualitätsproblem. Zeitschr. f. Botanik, Bd. 11. 1919.

Es hat sich nun ergeben, dass die Abkömmlinge eines Sporidiums niemals, auch nicht unter den günstigsten Kopulationsbedingungen, miteinander kopulieren. Mischt man dagegen die Sporidien verschiedener Kolonien, so treten in 50% der Fälle Kopulationen auf. Es gibt also zwei Sorten von Sporidien, ein Geschlechtsdimorphismus liegt nicht vor, wohl aber eine physiologische Geschlechtsdifferenzierung. Wir können den Satz aufstellen: Gleiches mit Gleichem kopuliert nicht.

Da nun auch Sporidien, die von derselben Brandspore stammen, miteinander kopulieren können, so muss die Differenzierung des Geschlechts bei der Keimung der Brandspore stattfinden, und da diese Keimung mit der Reduktionsteilung beginnt (der diploide Kern in der Brandspore macht zweifellos sofort bei Eintritt der Keimung eine heterotypische Teilung durch), so ist kein Zweifel, dass bei dieser Reduktionsteilung die Geschlechtsdifferenzierung vorgenommen wird. Tabelle I, ein beliebig herausgegriffenes Beispiel, veranschaulicht das Verhalten der einzelnen Sporidien. Wir ersehen daraus, dass a nicht mit c kopuliert; beide sind einander gleich, was auch daraus hervorgeht, dass c sich den anderen Sporidien gegenüber genau so verhält wie a. Diese Erfahrung wurde hundertfach bestätigt. Daraus, dass von beiden Sorten Sporidien gleich viele gebildet werden, ist zu schliessen, dass bei der Reduktionsteilung von den vier entstehenden Kernen zwei den einen, zwei den anderen Geschlechtscharakter bekommen. Die Spaltung aus dem indifferenten oder besser bisexuellen Zygotenkern erfolgt offenbar nach dem einfachen *Mendelschema*. In dem Zygotenkern, also dem Kern der Brandspore, müssen demnach die Anlagen für beide Geschlechter — nennen wir sie M und m — enthalten sein. Bei der Reduktionsteilung erhalten die haploiden Kerne entweder das Gen M oder m. Von den vier möglichen Kombinationen (MM, Mm, mM, mm) sind von der Kopulation zwei (MM und mm) ausgeschlossen, da ja Gleiches mit Gleichem nicht kopuliert. Es ergibt sich daraus auch, dass unter der Voraussetzung gleicher Verteilung der haploiden Kerne und gleicher Vermehrungsgeschwindigkeit der Sporidien 50% Sporidien mit dem Gen M, 50% mit m entstehen müssen.

|   | a | b | c | d | e |
|---|---|---|---|---|---|
| a | — | + | — | + | + |
| b | + | — | + | — | — |
| c | — | + | — | + | + |
| d | + | — | + | — | — |
| e | + | — | + | — | — |

Tabelle I.

Zusammenfassend können wir demnach über *Ustilago violacea* sagen: Die Gameten sind trotz äusserlicher Gleichheit streng geschlechtlich differenziert. Die Trennung der Geschlechter erfolgt bei der Reduktionsteilung, und wir haben allen Grund zu der Annahme, dass es sich um eine genotypische Verschiedenheit handelt, die durch Vererbung auf die Nachkommenschaft übertragen wird. Den Forderungen der Amphimixistheorie würde also dieser Fall, obwohl äusserlich keine Gametenverschiedenheit nachweisbar ist und obwohl Gameten von dem gleichen Individuum miteinander verschmelzen, durchaus entsprechen.

Ich will nun noch einen anderen Fall kurz besprechen, der eigentlich der Ausgangspunkt meiner Untersuchungen war. Er ist nicht ganz so leicht zu analysieren, eröffnet dafür aber einige weitere theoretische Ausblicke. Es handelt sich um höhere Basidiomyzeten, (Hymenomyzeten). Indem ich in bezug auf die Entwicklungsgeschichte der Hymenomyzeten auf meine früheren Untersuchungen<sup>1)</sup> verweise, teile ich hier nur in aller Kürze das zum Verständnis des Folgenden Notwendigste mit. Die Basidiosporen erzeugen bei der Keimung meist ein aus einkernigen Zellen bestehendes Myzel. Nach einiger Zeit treten in diesem Myzel Schnallen auf. Gleichzeitig beobachtet man das Auftreten zweikerniger Zellen. Jede von Schnallen begrenzte Zelle enthält ein Kernpaar. Durch konjugierte Teilungen, bei denen die Schnallen eine besondere Rolle spielen, erhält sich die Paarkernigkeit nicht nur im Myzel, sondern durch den ganzen Fruchtkörper hindurch bis zur Bildung der Basidien, wo jeweils die Kerne eines Paares kopulieren. Es folgen dann, wie seit längerem bekannt, hetero- und homöotypische Teilungen, sodass die Sporen wieder haploide Kerne enthalten. Was die Entstehung der Paarkernigkeit anlangt, so hat sich bei *Corticium varians* und *Collybia conigena*, die daraufhin untersucht wurden, gezeigt, dass diejenige Zelle, in der das erste Kernpaar auftritt, entweder mit einer anderen Hyphe durch eine Anastomose verbunden ist oder nicht. Der erstere Fall war der seltenere. Ich habe schon früher hervorgehoben (a. a. O. 1917, S. 101), dass sich daraus die theoretisch wichtige Möglichkeit ergibt, dass zwei von verschiedenen Myzelindividuen herrührende Kerne das erste Kernpaar bilden. Wie das Kernpaar in dem anderen, häufiger beobachteten Fall zustande kommt, liess sich aus Gründen, die ich an

<sup>1)</sup> Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyzeten. I—V. Zeitschrift f. Botanik Bd. 5, 7, 8, 9. 1913, 1915, 1916, 1917.

anderer Stelle (a. a. O. 1917, S. 96 ff.) auseinandergesetzt habe, nicht mit Bestimmtheit feststellen.

Im Jahre 1909 hat Miss *Wakefield* über eine eigentümliche Beobachtung berichtet<sup>1)</sup>. Sie hat von dem Pilz *Schizophyllum commune* einzelne Basidiosporen isoliert zum Keimen gebracht (durch Plattengüsse) und gefunden, dass die daraus hervorgegangenen Myzelien sich hinsichtlich der Fähigkeit, Fruchtkörper zu bilden, sehr verschieden verhalten. Unter 13 solchen Einspormyzelien (wie ich sie nennen will) bildeten drei Fruchtkörper, zehn nicht, obwohl sie unter ganz gleichen Bedingungen kultiviert wurden. *Wakefield* schloss daraus, dass es Fruchtkörper bildende und nicht Fruchtkörper bildende Rassen des Pilzes gibt. Dieser Schluss kam mir nicht sehr wahrscheinlich vor. Ich wiederholte die Versuche, und dabei stellte sich heraus, dass die durch Plattenguss isolierten Einspormyzelien keine Schnallen bilden und infolgedessen auch nicht zur Paarkernigkeit übergehen. Ich kombinierte nun die Myzelien der verschiedenen Einsporkulturen paarweise miteinander, indem ich je zwei in ein Reagenzglas zusammenimpfte, und da traten nun in einigen (bei weitem nicht in allen) Fällen Schnallen und somit auch Kernpaare auf. Derartige Kombinationskulturen (mit Schnallenmyzelien) bildeten im Reagenzglas bald Fruchtkörper, sofern sie beleuchtet waren; im Dunkeln bleibt die Fruchtkörperbildung stets aus. Da ich die zytologische Prüfung noch nicht vorgenommen habe, kann ich über das Zustandekommen der Kernpaarung in den Kombinationskulturen noch nichts aussagen<sup>2)</sup>. Auch ohne das wird man aber nicht daran zweifeln, dass der eine Kern eines Paares von dem einen, der andere von dem anderen der beiden kombinierten Myzelien abstammt. Ich spreche daher im folgenden dann, wenn zwei Myzelien bei Kombination Schnallen ergeben, von Kopulation. Es liegt natürlich nahe, anzunehmen, dass die oben erwähnte Kernpaarung durch Anastomosenbildung derjenigen Zelle, in der das erste Kernpaar zu liegen kommt und von der die Bildung der ersten Schnalle ausgeht, mit einer Hyphe des anderen Myzels hier die Regel ist, doch braucht diese einfachste Möglichkeit nicht oder nicht durchgehends realisiert zu sein.

<sup>1)</sup> E. M. *Wakefield*, Über die Bedingungen der Fruchtkörperbildung, sowie das Auftreten fertiler und steriler Stämme bei *Hymenomyzeten*. Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft. 7. Jahrg. 1909.

<sup>2)</sup> Dass sich das Schnallenmyzel von *Schizophyllum* normal verhält, dass also auch die konjugierten Kernteilungen ganz in der Weise vor sich gehen wie ich das schon 1915 genauer beschrieben habe (vergl. Beitr. III), wurde festgestellt.

Wir haben also hier einen Fall von Heterothallie bei Hymenomyzeten vor uns, die ganz ähnlich ist der bei *Phycomyces* und anderen Mucorineen beobachteten. Welche Myzelien bei der Kombination Schnallen bilden und welche nicht, lässt sich nicht voraussehen. Die Myzelien unterscheiden sich morphologisch nicht oder wenigstens nicht erheblich voneinander<sup>1)</sup>. Auch hier liegt also ein eklatanter Fall von Isogamie und physiologischer Geschlechtsdifferenzierung vor.

Ich nahm nun zunächst an, dass *Wakefields* Ergebnis darauf beruhe, dass nicht alle ihre Myzelien von je einer Spore abstammten, sondern dass sich bei ihren Kulturen unversehens Mischmyzelien (aus mehreren Sporen) eingeschlichen hätten. Es kann ja z. B. vorkommen, dass beim Plattengießen zwei Sporen aneinander haften bleiben; auch auf andere Weise liesse sich ein solches Versehen erklären. Es zeigte sich aber bald, dass diese Vermutung höchstwahrscheinlich nicht richtig war. In dreien meiner ursprünglich 14 völlig haploiden, also aus schnallenlosen Einkernzellen bestehenden Myzelien traten nämlich nach einiger Zeit (später als auf Schnallenmyzelien, die gleichzeitig angesetzt waren) im Reagenzglas Fruchtkörper auf<sup>2)</sup>. Dieses Ergebnis machte mich zuerst stutzig und ich fragte mich, ob nicht auch mir vielleicht eine Täuschung untergelaufen sei, obwohl eigentlich alles dagegen sprach. Bald überzeugte ich mich aber, dass das Gewebe dieser Fruchtkörper und das Myzel, aus dem sie hervorgegangen waren, völlig frei von Schnallen war und aus einkernigen Zellen bestand. Wir haben also hier den Fall vor uns, den *Wakefield* wohl schon in Händen gehabt, ohne zu bemerken, was ihr eigentlich vorgelegen hat, dass ganz normal gestaltete Fruchtkörper mit ausschliesslich haploiden Zellen entstehen. Das ist ein Beweis dafür, dass die Fruchtkörperbildung nicht notwendig an die Paarkernphase gebunden ist, und dass die Fruchtkörpergestaltung unabhängig von der Kern- und Chromosomenzahl in den Zellen ist, wenigstens soweit es sich darum

<sup>1)</sup> Ich lasse es noch dahingestellt, ob sich bei genauer morphologischer und physiologischer Untersuchung kleine Unterschiede ergeben, wie es vielfach den Anschein hat. Sie als sekundäre Geschlechtscharaktere zu bezeichnen wäre erst dann statthaft, wenn sich gezeigt haben würde, dass sie an die Geschlechter gekettet sind, also auch in der Nachkommenschaft immer wieder mit dem betr. Geschlecht vereint auftreten.

<sup>2)</sup> Es ist vielleicht nicht überflüssig, zu bemerken, dass *Schizophyllum* mit grosser Regelmässigkeit im Reagenzglas Fruchtkörper bildet, sofern man von Schnallenmyzel ausgeht und die Kulturen beleuchtet.

handelt, ob diese Chromosomenzahl einfach oder doppelt ist. Es musste nun natürlich Interesse haben, die Basidientwicklung in diesen haploiden Fruchtkörpern zu untersuchen. Sie verläuft folgendermassen: An Stelle der zwei Kerne ist in der jungen Basidie, wie zu erwarten, ursprünglich nur einer. Dieser vergrössert sich und es folgen rasch zwei Kernteilungen aufeinander ohne Anzeichen von Reduktion der Chromosomenzahl. In der üblichen Weise entstehen dann vier einkernige Sporen. Der Entwicklungsgang der Basidie ist also ganz normal, nur die Reduktionsteilung bleibt aus. Es fragte sich nun, wie sich die Myzelien verhalten, die aus Sporen solcher haploider Fruchtkörper hervorgehen. Ich habe derartige Sporen ausgesät und zahlreiche Einspormyzelien gewonnen. Man mag davon kombinieren soviel man will (ich habe die Myzelien von mehr als tausend Sporen zusammenwachsen lassen), niemals treten Schnallen auf, niemals bilden sich Kernpaare. Andererseits zeigte sich ein bemerkenswertes Resultat: Wenn man Einspormyzelien, die auf Fruchtkörper der Kultur 3 zurückgehen — in dieser Kultur waren nämlich u. a. haploide Fruchtkörper aufgetreten — mit Myzel der Kultur 1 kombiniert, dann treten in allen Fällen Schnallen und diploide Fruchtkörper auf. Sämtliche aus Sporen hervorgegangenen Myzelien der Tochtergeneration verhalten sich also wie das Stammmyzel der Kultur 3, das, wie aus Tabelle II (auf die gleich noch näher eingegangen werden wird), hervorgeht, gleichfalls mit dem Einspormyzel der Kultur 1 Schnallen ergibt. Das Sporenmateriale, das aus den haploiden Fruchtkörpern der Kultur 3 stammt, ist also ein völlig homogenes. Während aus ursprünglich diploiden Basidien Sporen hervorgehen, die geschlechtlich differenziert sind (physiologisch), da sie ja differente Myzelien erzeugen, so gehen aus haploiden Basidien der ursprünglichen haploiden Fruchtkörper lauter sexuell gleichartige Sporen hervor<sup>1)</sup>. Diese Tatsachen zeigen deutlich, dass es auch hier der Übergang von der diploiden Phase zur haploiden, also die Reduktionsteilung ist, bei der die Geschlechtsdifferenzierung stattfindet. Darin liegt eine neue Bestätigung der Annahme der sog. Aufspaltung der Anlagen bei der Reduktionsteilung, für die auf botanischem Gebiete bisher nicht eben zahlreiche Beweise vorliegen, weil man fast ausschliesslich mit höheren

<sup>1)</sup> Es mag bei der Gelegenheit erwähnt sein, dass der experimentelle Beweis dafür, dass Myzelien, die aus Sporen hervorgegangen sind, die von demselben (diploiden) Fruchtkörper stammen, sexuell verschieden sind, geführt wurde. Die vier Sporen ein und derselben Basidie konnten bei Schizophyllum allerdings bislang noch nicht isoliert werden.

Pflanzen gearbeitet hat, deren haploide Phase bekanntlich sehr reduziert ist<sup>1)</sup>.

Betrachten wir nun die Tabelle II etwas näher! Auf den ersten Blick zeigt sich, dass sich *Schizophyllum commune* (und ich kann

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  | — | — | + | — | — | + | — | + | — | —  | —  | —  | —  | —  |
| 2  | — | — | — | — | — | — | + | — | 0 | —  | 0  | —  | —  | —  |
| 3  | + | — | — | — | + | — | — | — | 0 | +  | 0  | —  | —  | —  |
| 4  | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | —  | 0  | —  | —  | —  |
| 5  | — | — | + | — | — | — | — | — | 0 | —  | 0  | —  | —  | —  |
| 6  | + | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  |
| 7  | — | + | — | — | — | — | — | — | — | —  | 0  | +  | —  | —  |
| 8  | + | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  |
| 9  | — | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | — | ± | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10 | — | — | + | — | — | — | — | — | 0 | —  | 0  | —  | —  | —  |
| 11 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | — | 0 | — | 0 | 0  | ±  | 0  | 0  | 0  |
| 12 | — | — | — | — | — | — | + | — | 0 | —  | 0  | —  | +  | +  |
| 13 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | —  | 0  | +  | —  | —  |
| 14 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | —  | 0  | +  | —  | —  |

Tabelle II.

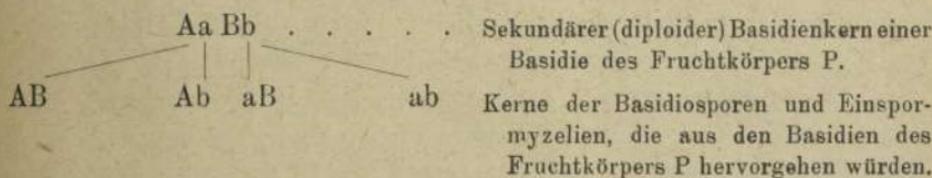
Das + -Zeichen bedeutet, dass die betreffende Kombination der zwei Einspormyzelien zur Bildung von Schnallen geführt hat, das — -Zeichen, dass Schnallen ausgeblieben sind. Weitere Erklärungen im Text.

hinzufügen, dass das für zahlreiche andere Hymenomyzeten gilt<sup>2)</sup> ganz anders verhält wie *Ustilago violacea*. Wir hatten dort (siehe Tabelle I)

<sup>1)</sup> Vergl. besonders die oben zitierten *Phycomyces*-Studien *Burgeffs*. Aus der neuerdings erschienenen Arbeit *Renners* (Zur Biologie und Morphologie der männl. Haplonten einiger Önotheren. Zeitschr. f. Bot. Bd. 11, 1919) geht hervor, dass sich auch bei Phanerogamen durch Untersuchung der haploiden Phase wichtige Ergebnisse erzielen lassen.

<sup>2)</sup> Bei folgenden Hymenomyzeten habe ich bisher Heterothallie nachgewiesen: *Peniophora corticalis* (*Bull.*), *Bres.* *Stereum purpureum* (*Pers.*), *Typhula erythropus*

geschlossen, dass, da a und c nicht miteinander kopulieren, beide identisch sind, und aus dem Ausfall der zahlreichen Sporidienkombinationen gefolgert, dass die Geschlechtsdifferenz durch ein Anlagepaar repräsentiert ist. Hier bei Schizophyllum kopulieren z. B. die Einspormyzelien 1 und 2 nicht miteinander, sind aber auch nicht identisch, denn 2 verhält sich den anderen Myzelien gegenüber ganz anders wie 1, es kopuliert z. B. nicht mit 3, 6, 8, mit dem 1 kopuliert,



|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| AABB | AABb | AaBB | AaBb |
| AAbB | AAbb | AabB | Aabb |
| aABB | aABb | aaBB | aaBb |
| aAbB | aAbb | aabB | aabb |

Die 16 theoretisch möglichen Kombinationen ( $F_1$ -Generation), von denen nur die 4 fettgedruckten realisierbar wären.

Tabelle III.

Verteilung der Gene unter der Annahme, dass zwei Anlagenpaare vorhanden sind.

dagegen mit 7, mit dem wieder 1 nicht kopuliert. Nehmen wir genotypische Verschiedenheit der einzelnen haploiden Myzelien auch hier

(*Pers.*), Polyporus versicolor (*L.*), Marasmius alliaceus (*Jacq.*), Coprinus stercorearius (*Bull.*), Hypholoma fasciculare (*Huds.*), Hyph. sublateralium (*Fr.*), Hyph. capnoides (*Fr.*), Hyph. Candolleianum (*Fr.*), Hyph. hydrophilum (*Bull.*), Pholiota mutabilis (*Schäff.*), Phol. praecox (*Pers.*), Armillaria mucida (*Schrad.*), Collybia butyracea (*Bull.*), Coll. asema (*Fr.*), Coll. tuberosa (*Bull.*) Coll. velutipes (*Curt.*), Mycena calopus (*Fr.*), Myc. parabolica (*Fr.*), Clitocybe infundibuliformis (*Schäff.*). Das diesbezügliche Verhalten von Corticium varians und Collybia conigena habe ich noch nicht feststellen können. Ich hoffe das demnächst tun zu können und werde dann auch auf die zytologischen Verhältnisse bei den einzelnen Formen näher eingehen. Dass es auch homothallische Hymenomyzeten gibt, zeigt schon der von mir früher untersuchte Hypochnus terrestris. Neuerdings fand ich bei einer Typhula junge typisch paar kernige Basidien in Fruchtkörpern, die aus Einspormyzelien hervorgegangen waren. Bei Stereum hirsutum treten in Einspormyzelien Schnallen auf.

an — und dazu liegt aller Grund vor —, so können wir das einfache Mendelschema mit einem Anlagenpaar jedenfalls nicht zugrunde legen. Man wird daher daran denken, dass sich die haploiden Sporen bzw. Myzelien durch mehrere Anlagen unterscheiden. Angenommen, es handle sich um zwei Anlagenpaare (Aa und Bb), so würden sich die in Tabelle III dargestellten Verhältnisse ergeben. Unter der Voraussetzung, dass nur dann eine Kopulation möglich ist, wenn die beiden Gametenkerne in beiden Genen verschieden sind, sind von den 16 theoretisch möglichen Kombinationen nur 4 (die 4 fettgedruckten) realisierbar. Eine genauere Betrachtung der Tabelle II zeigt jedoch, dass die Annahme von 2 Anlagepaaren den Tatsachen noch nicht gerecht wird. Unter den 14 Einspormyzelien können höchstens folgende einander gleich sein: 5 und 10; 6 und 8; 13 und 14. Wir hätten danach wenigstens 11 verschiedene Myzelien (also auch Gametenkerne) anzunehmen. Der Fall Schizophyllum ist also nicht ganz einfach zu erklären. Er stimmt darin mit zahlreichen anderen Hymenomyzeten, von denen ich im Laufe der letzten 2 Jahre Einspormyzelien isoliert habe, überein. Mein statistisches Material ist noch zu klein, um die Faktorenanalyse durchführen zu können. Ich verzichte daher auf die Aufstellung von Hypothesen und werde auf die Frage in einer ausführlichen Arbeit, in der auch die bei den anderen Formen gewonnenen Resultate mitgeteilt werden sollen, zurückkommen. Hier mögen noch ein paar andere, an Schizophyllum gewonnene Ergebnisse Platz finden.

Es wurde der Versuch gemacht, Tochtermyzelien mit Elternmyzelien zurückzukreuzen. Von einem Fruchtkörper einer durch Kombination von Myzel 1 mit Myzel 6 gewonnenen Kultur wurden Sporen ausgesät und 28 Einspormyzelien isoliert. Von diesen ergaben zehn mit Myzel der Kultur 1, fünf mit Myzel der Kultur 6 Schnallen, dreizehn mit keiner von beiden. Desgleichen wurden aus einem Fruchtkörper der Kombinationskultur 2 + 7 neun Einspormyzelien gezogen. Von ihnen reagierten vier mit Kultur 2, zwei mit Kultur 7 positiv, drei mit keiner von beiden. Wir sehen also, dass sich stets Myzelien finden, die entweder mit der einen oder der anderen Stammkultur Schnallen geben (auf das Zahlenverhältnis ist bei der geringen Anzahl der Kulturen nichts zu geben), ferner solche, die mit keiner von beiden Stammkulturen reagieren, in keinem Falle aber solche, die mit beiden reagieren. —

Ein Blick auf Tabelle II zeigt, dass die Kombinationen, die zur Schnallenbildung führen, recht selten sind. Es gibt aber auch Fälle, in denen sich die Kopulationen ausserordentlich häufen. Das zeigt

Tabelle IV. An den hier verzeichneten Kombinationen sind einmal die gleichen Einspormyzelien beteiligt, die auch zu den Kombinationskulturen der Tabelle II<sup>1)</sup> verwendet wurden (obere Reihe in Tabelle IV); die anderen, mit II<sub>1</sub>—II<sub>10</sub> bezeichneten Einspormyzelien stammen von Fruchtkörpern, die im Zeller Wald bei Würzburg gesammelt wurden. Alle Kombinationen ergaben ein positives Resultat. Zu erklären ist das wohl so, dass sämtliche II-Kulturen Faktoren enthalten, die den Kulturen 2—14 fehlen.

|                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 13 | 14 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| II <sub>1</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>2</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>3</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>4</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>5</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>6</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>7</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>8</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>9</sub>  | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| II <sub>10</sub> | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |

Tabelle IV.  
Erklärung im Text.

Auch bei Schizophyllum besteht gewiss der Satz zu Recht: Gleiches mit Gleichem kopuliert nicht. Er muss aber dahin erweitert werden, dass es auch ungleiche Myzelien gibt, die nicht kopulieren (z. B. 1, 2, 4, 5, 9, 11, 12 der Tabelle II). Vielleicht tun sie das deshalb nicht, weil ihren Kernen gewisse Gene gemeinsam sind, die sich, um bildlich zu sprechen, abstossen. Ich denke dabei zunächst, das braucht wohl kaum besonders betont zu werden, nur an solche Gene, die mit dem Zustandekommen der Kopulation etwas zu tun haben; sonst würde das ja einen Zweifel an dem Zustandekommen homozygo-

<sup>1)</sup> Die Fruchtkörper, von denen diese Einspormyzelien 1—14 abstammen, entwickelten sich auf Schnallenmyzel, das ich in einer Reinkultur aus Holland erhalten hatte.

tischer Gen-Kombinationen überhaupt bedeuten, der mir selbstverständlich völlig fern liegt. Eine Frage allerdings dürfte vielleicht wert sein, zur Diskussion gestellt zu werden: Gibt es bei denjenigen Organismen, bei denen die Gameten nicht von demselben Haplonten erzeugt werden, diploide Phasen, die in bezug auf alle Anlagen homozygotisch sind? Bei keiner der Pflanzen, die man homozygotisch nennt, ist ja die Faktorenanalyse bisher auch nur annähernd vollständig durchgeführt worden. Sie hat sich überhaupt, was leicht begreiflich ist, ganz vorwiegend auf morphologisch definierbare Merkmale erstreckt. Die genotypisch bestimmten physiologischen Merkmale, die äusserlich nicht oder nicht so leicht wahrnehmbar sind, darum aber für die Arterhaltung von grösster Bedeutung sein können, sind weniger berücksichtigt worden. Es erscheint mir jedenfalls wert, geprüft zu werden, ob nicht für das Zustandekommen der Kopulation eine wenigstens partielle Heterozygotie in irgend einer Form die Voraussetzung ist. — Wie es mit den haploid-monözischen Pflanzen steht, also denjenigen, bei denen beiderlei Geschlechter auf demselben haploiden Individuum erzeugt werden, das kann hier nicht ausführlicher erörtert werden. Es gehören dahin z. B. Saprolegnieen, Peronosporeen, Basidiobolus, Ulothrix, gewisse Charen, Moose, Farne usw. Beachtenswert ist jedenfalls, dass z. B. bei Ulothrix Gameten, die derselben Zelle entstammen, nicht miteinander kopulieren. Eine Untersuchung der ganzen Frage wird auch nach der Bedeutung der eigentümlichen Kernteilungen fragen müssen, die bei den Saprolegnieen, Peronosporeen und Basidiobolus der Bildung der Eier bzw. Gametenkerne vorausgehen.

Ich möchte in dem Zusammenhang noch eine Beobachtung erwähnen, die an Schizophyllum gemacht wurde. Nach etwa einjähriger Kultur traten in zweien meiner Einspormyzelien (9 und 11) Schnallen und Kernpaare auf. In Tabelle II ist das angedeutet durch das Zeichen  $\overline{+}$ , d. h. die Myzelien der Kulturen 9 und 11 waren zuerst haploid, gaben also, mit sich selbst kombiniert, keine Schnallen; später wurden ohne Hinzutreten eines anderen Myzels Schnallen gebildet. Nachdem das einmal geschehen war, konnte naturgemäss nicht mehr geprüft werden, ob bei Kombination mit anderen Myzelien Schnallenbildung erfolge. Daher die 0-Zeichen. Da, wo in den Rubriken 9 und 11  $+ -$  und  $- -$  Zeichen stehen, wurden die Kombinationen eben vorgenommen, ehe die Schnallen in den Einspormyzelien aufgetreten waren. Alle anderen Myzelien, die ich in Kultur habe, haben sich bisher als konstant haploid erwiesen. Die beiden Fälle sind von Interesse, weil sie zeigen, dass im vegetativen, haploiden Myzel Geschlechts-

differenzen der Kerne auftreten können, und zwar genotypische Verschiedenheiten, die bei der Reduktionsteilung in bestimmter Weise verteilt werden. Letzteres ergab sich aus der Untersuchung der Nachkommenschaft von Kultur 11.

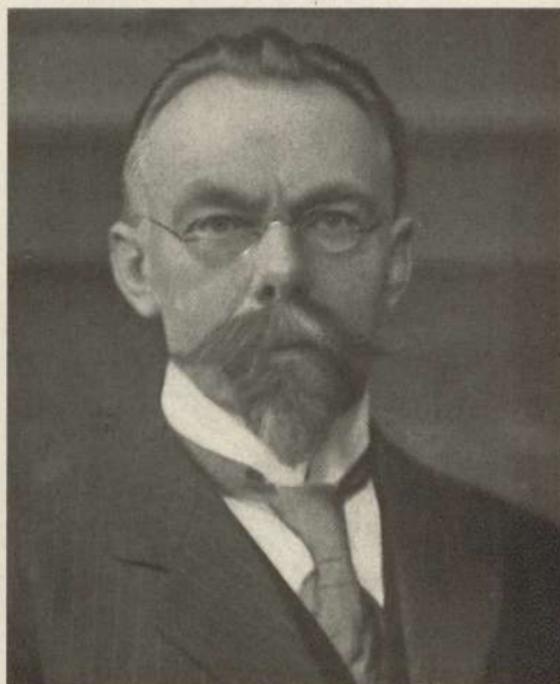
Zum Schluss möge nochmals eine der Fragen berührt werden, von denen ich ausgegangen war. Wir hatten die weit verbreitete Entwicklungshemmung der Gameten als eine Anpassung erkannt, dazu geschaffen, die Kopulation zu fördern. Bei den hier mitgeteilten Fällen liegt keine Entwicklungshemmung vor. Die Sporidien der Ustilaginen können sich beliebig vermehren, die Myzelien der Hymenomyzeten können eine beliebig grosse Ausdehnung nehmen. Es leuchtet ohne weiteres ein, warum die Entwicklungshemmung hier fehlen kann. Wenn ein Gamet sich unbefruchtet entwickelt, so geht die Befruchtungsmöglichkeit in den meisten Fällen verloren, und auf die Kopulation kommt es ja, wie wir sahen, den Organismen an. In unseren Fällen dagegen bleibt sie erhalten, also lag auch für die Ausbildung einer Entwicklungshemmung, wenn wir die Frage von der ökologischen Seite betrachten, kein Grund vor. Mögen sich die Sporidien noch so sehr durch Sprossung vermehren, mögen die haploiden Myzelien noch so stark wachsen, die Möglichkeit der Kopulation geht dabei nicht verloren, die Wahrscheinlichkeit, dass sie stattfinden kann, wird im Gegenteil erhöht.

Wenn wir die *Weismannsche* Amphimixislehre vom Standpunkte der an Ustilaginen und Hymenomyzeten gewonnenen Ergebnisse beurteilen, so müssen wir sagen, dass diese sehr zu ihren Gunsten sprechen. Die genotypische Verschiedenheit der Haplonten geht weiter als sich auf Grund ihres morphologischen Verhaltens vermuten lässt. Auch im Falle der sog. Selbstbefruchtung, wenn also die Gameten oder Haplonten, die kopulieren, von einem und demselben Individuum erzeugt worden sind, liegt eine Kombination genotypisch verschiedener Keimzellen vor. Wir können die Annahme nicht umgehen, dass der diploide Kern der Brandspore und der sekundäre Basidienkern (Zygotenkern) heterozygotisch sind; folglich findet bei der Reduktionsteilung eine Aufspaltung statt. Wenn hier nur von denjenigen Genen die Rede war, die die Kopulation ermöglichen, so werden natürlich auch die anderen Gene beliebig auf die Haplonten verteilt, so dass bei der Befruchtung alle möglichen Kombinationen stattfinden können. Auf die Mannigfaltigkeit der Kombinationen kommt es aber der Amphimixistheorie an. Es soll dabei nicht vergessen werden, dass bei den untersuchten Objekten eine Kopulation von Gameten verschiedener Herkunft („Fremd-

befruchtung“) möglich, ja wahrscheinlich die Regel ist. Somit ist den Kombinationsmöglichkeiten der Gene weitester Spielraum gelassen.

Was hier mitgeteilt wurde, bedarf noch in vielen Punkten der Ergänzung durch umfangreichere Untersuchungen, als ich sie bisher machen konnte. Aber schon aus dem vorliegenden Materiale darf man vielleicht die Hoffnung schöpfen, dass die Untersuchung haploider Organismen (also z. B. von Pilzbastarden, für deren Herstellung sich jetzt eine theoretische Möglichkeit ergeben hat), die gegenüber der der diploiden höheren Pflanzen so sehr vernachlässigt worden ist, der Vererbungsforschung in Zukunft manche gute Dienste leisten wird.





**Prof. Dr. Oskar Schultze.**

# Nachruf auf Oskar Schultze.

Gehalten in der Gedächtnissitzung der physikalisch-medizinischen  
Gesellschaft zu Würzburg am 2. Dezember 1920.

Von

Professor Dr. W. Lubosch.

## I.

Die Lebensbeschreibungen fast aller Gelehrten fallen, was die äusseren Daten anlangt, sehr kurz aus. Eltern, Geburt, Schul- und Studienjahre, Promotion, Habilitation, Berufungen und Tod kehren immer wieder. Aber ihr inneres Leben und die geistige Entwicklung, die sie auf Grund des auf sie vererbten Anlagenmaterials erfahren, die sind es, die eigentlich den Gegenstand einer Gelehrten-Biographie ausmachen. Bei *Oskar Schultze* ist es nicht viel anders. Die Vorgeschichte des Individuums beansprucht auch hier ganz besondere Anteilnahme. Eine gewiss merkwürdige Tatsache ist es, dass schon sein Grossvater Lehrer der menschlichen Anatomie war. Hofrat *August Sigismund Schultze* wurde im Jahre 1830 von Freiburg aus nach Greifswald berufen<sup>1)</sup>, wo er Anatomie, Physiologie und pathologische Anatomie vortrug. Über *Max Schultze* hier etwas Ausführliches zu sagen, erübrigt sich. *Max Schultze* war durch seine Gattin mit einer durch Generationen hindurch nicht minder berühmten Familie verwandtschaftlich verbunden worden, der Philologen- und Pädagogenfamilie *Bellermann*.

In Bonn wurde *Oskar Schultze* am 10. August 1859 geboren<sup>2)</sup>. Er genoss als Kind den gesegneten Einfluss dieses schönen Eltern-

<sup>1)</sup> *Grawitz*, Geschichte der medizinischen Fakultät Greifswald 1805—1906. Greifswald, Julius Abel 1916.

<sup>2)</sup> Die biographischen Daten sind auf Grund einer gütigen Mitteilung der Gattin *Oskar Schultzes* gegeben.

hauses, in dem Wissenschaft und Kunst heimisch waren. Leider verlor er seine Mutter sehr früh, und in wahrhaft tragischer Weise starb, als der Sohn 15 Jahre alt war, der Vater, acht Tage, nachdem er ein neues Haus im Kreise seiner Familie und Freunde eingeweiht hatte, das ganz nach seinen Plänen und Wünschen erbaut worden war. Er hat ihm zeitlebens nachgetrauert, um so mehr, als er mit Recht überzeugt war, dass sich seine eigene, schon früh erwachte Neigung zur Beobachtung der Natur gerade unter der Leitung des Vaters am besten hätte entfalten, sich auch auf bestimmte Ziele hätte richten können. Wie glücklich mag es ihn auf der anderen Seite gemacht haben, wenn er an zahlreichen Stellen seiner eigenen Arbeiten späterhin den Vater als Gewährsmann für die Richtigkeit seiner Beobachtungen zitieren konnte. Zum Glück für ihn übersiedelte ein Jahr nach dem Tode des Vaters *Franz Leydig* nach Bonn, der dort als vergleichender Anatom der Nachfolger *Max Schultzes* wurde. Nach Abschluss seiner Gymnasialzeit wurde *Oskar Schultze* bei *Leydig* Volontärassistent. Und in ihm fand er einen Ersatz für seinen Verlust. Er erinnert in einem Nachruf, den er 1908 auf *Leydig* geschrieben hat, an dessen Wort von sich selbst, dass er zu denen gehörte, die von der Frühlingsprimel und dem ersten aus dem Winterschlaf erwachten Käfer sich bezaubert fühlten. Das war ganz *Schultzes* eigene Natur. Auch die Handfertigkeiten dieses Meisters, der mit den einfachsten Mikroskopen bereits in den 40 Jahren „ungemein viel Neues und Interessantes fand und mit den bescheidensten Hilfsmitteln Naturaliensammlungen anlegte“, finden wir bei *Oskar Schultze* wieder. „Unendlich genussreich“ nennt *Schultze* in dem erwähnten Nachruf die Beobachtungen, die *Leydig* mit seinen Schülern in der freien Natur anstellte.

Seine Studien hatte *Schultze* vorher in Jena und Berlin beendet, überall herzlich aufgenommen von den zahlreichen Schülern und Freunden seines Vaters. Ein Wendepunkt trat in seinem Leben ein, als er 25 Jahre alt, als Prosektor für vergleichende Anatomie, Histologie und Embryologie an das Würzburger anatomische Institut berufen wurde. Ungewöhnlich glänzend war für ihn der Aufstieg in seiner akademischen Laufbahn. Denn, nachdem er sich mit dreissig Jahren (1889) habilitiert hatte, folgte er, 32 Jahre alt, dem nach Giessen berufenen *Bonnet* in dem Extraordinariat der Anatomie nach. Diese Stellung hat er dann zwanzig Jahre lang bekleidet. In stiller Gelehrtenarbeit verfloss diese Zeit. Freundschaften fürs Leben entwickelten sich, und sein Heim sah neben dem glücklichen Familien-

leben den ernsten und heiteren Verkehr veredelter Geselligkeit. Wer das Glück hatte, ihm persönlich näher zu treten, wird zugeben, dass es nicht möglich ist, anders als mit Verehrung und Rührung von ihm als Charakter und Menschen zu sprechen, der einen nach aussen hin für andere bemerkbaren Fehler wohl kaum aufwies. Vor allem überzeugte ein Blick aus seinen leuchtenden Augen und seinem gewinnenden Antlitz jeden von der absoluten Lauterkeit und unumwundenen Geradheit seines Wesens. Unaufrichtigkeit und Hinterhältigkeit, wie sie ihm selbst völlig fremd waren, verurteilte er bei anderen nicht heftig, aber schmerzlich. Und zweitens fiel wohl jedem auf, wie er seine wissenschaftliche Objektivität als Nachsicht stets in seinen Verkehr mit anderen übertrug. Alles, was ihm im persönlichen Leben und im wissenschaftlichen Verkehr unfreundlich oder gar feindlich gegenübertrat, hat er zu verstehen und zu ergründen versucht und hat das, was er darüber zu sagen gehabt hätte, wenn es nicht in wissenschaftlichen Polemiken unbedingt gesagt werden musste, lieber in sich verschlossen und Gespräche darüber abgebrochen. Es war, als wenn das Wort des Sophokles „nicht mit zu hassen, mit zu lieben bin ich da“, ein geheimes Leitwort seines Lebens gewesen wäre. Wie hätte es auch anders sein können bei einem Manne, dem das reinste Glück nächst dem, das er im Schosse seiner Familie genoss, aus dem Verkehr mit der immer jungen, immer wahren und unschuldigen Natur erwuchs. So wie diesem Verkehr mit der Natur eigentlich seine gesamten wissenschaftlichen Arbeiten entsprossen waren, so fand er hier Erfrischung von der Arbeit und Tröstung in allen Widerwärtigkeiten, an denen sein Leben so reich war. Ein Garten, in dem er selbst baute und züchtete, veredelte und pflegte, gehörte zu seinen Lebensbedürfnissen. Nicht unähnlich dem Geschick seines Vaters war das seine, scheiden zu müssen, unmittelbar nachdem er sich aus einer öden Stätte einen Garten von zauberhafter Schönheit angelegt hatte. Sollte doch in diesem Garten auch noch ein kleines Haus nach seinen Plänen erbaut werden. Ja, man könnte gewiss so weit gehen, diese Liebe zur Pflanzenwelt als symbolisch für sein eigenes inneres Leben zu betrachten; denn so wenig wir an äusseren Daten von seinem Leben zu berichten haben, desto stärker sind die Eindrücke, die man von seiner geistigen Entwicklung empfängt, wenn man die Reihe seiner wissenschaftlichen Arbeiten auf sich wirken lässt. Hier sind von einer dauernden Vertiefung der Probleme, von einer steten Arbeit an sich selbst, von einer immer weiteren Spannung des Umkreises, in dem er sich geistig bewegt, die

allerdeutlichsten Spuren wahrzunehmen. — Es ist ein wahrhaftes Blühen, Wachsen und Fruchttragen eines edlen Baumes, als das uns seine geistige Entwicklung erscheint. Da war viel Arbeit an sich selbst notwendig. Die edelsten Schätze der deutschen und ausländischen Literatur in Dichtung und Philosophie bewahrte er in seiner Bibliothek. Die grossen Fragen des Menschengestes hat er nicht, wie mancher Naturforscher, weil sie unlösbar sind, überlegen bei Seite geschoben, sondern er hat sich mit ihnen abgegeben, ja man kann sagen, er hat mit ihnen gerungen, insbesondere in den letzten Jahren seines Lebens. Er war aber auch nicht der Ansicht, dass diese Dinge durchaus ins stille Kämmerlein gehörten, sondern er erkannte es als seinen Beruf, an der Stelle, an der er stand, wenn es not tat, auch davon zu zeugen. Als das Zwischensemester im Frühjahr 1919 begann, an dem zum erstenmal nach dem Kriege wieder die gesamte, zum Studium berufene Hörschaft sich versammelte, hielt er es für seine Pflicht, in einem einleitenden Vortrag die Studenten auf die unerschütterlichen Grundlagen des deutschen geistigen Lebens: Treue, vaterländische Gesinnung und Religiosität, hinzuweisen. Von denen, die ausser der Studentenschaft diese Ansprache mitangehört haben, sind heute nur noch zwei in unserer Kreise anwesend. Aber beide werden diesen Eindruck, den sein hoher sittlicher Ernst, seine Begeisterung und seine Liebe zur Studentenschaft auf jeden machten, wohl schwerlich vergessen.

Zwei andere Seiten seines Wesens können in diesem Zusammenhange nicht ohne Schilderung bleiben. Die eine ist gerade die eben erwähnte Tugend der Treue. Er hielt die Treue allen, Älteren und Jüngeren, die sie ihm entgegenbrachten, oder die er als treu erprobt hatte. So war mustergültig sein Verhältnis zu dem von ihm so hochverehrtem Leiter der anatomischen Anstalt, zu *Koelliker*, mit dem ihn auch freundschaftliche Beziehungen verbanden. Treue bewahrte er jedem grossen, ehrlichen und überzeugten Forscher, wobei die „Richtung“, in der sich seine Forschungen bewegten, ihm gleichgültig war. Treue bewahrte er auch den Jüngeren, die er sich als Mitarbeiter an seinem Institut erwählt hatte. Treue bewahrte er aber auch vor allem seinem deutschen Vaterland und seinem Volke. Ehre, Freiheit, Vaterland, die Ideale, zu denen er als Bonner Burschschafter geschworen hatte, sind ihm Ideale bis zum Tode geblieben. Mit dem Denkmal des grössten Deutschen, das unsere Bismarckhöhe ziert, hat er sich selbst ein Denkmal gesetzt. Im Jahre 1914 hat er sich sofort in der Heimat in den Dienst des Krieges gestellt, sein Institut

zu einer Arbeitsstätte für den Heimatdienst umgewandelt und sich selbst in der Ausbildung von Krankenpflegern betätigt. Später, gegen Ende des Krieges, begann er wieder, wissenschaftlich zu arbeiten, aber er sprach es dabei aus, dass es ihm während der ganzen Kriegszeit wie eine Sünde erschienen sei, an eigene Arbeiten zu denken.

Sein äusseres Leben stand unter dem Zeichen streng geregelter Pünktlichkeit und Pflichterfüllung. Wer seine experimentellen Arbeiten aus den 90er Jahren durchliest oder sich mit der Methodik seiner Arbeiten eingehender beschäftigt, der findet ihn in frühen Morgenstunden, am späten Abend, ja auch in der Nacht beobachtend und registrierend in seinem Laboratorium. Pünktlich, soweit es sein Gesundheitszustand gestattete, erschien er im Institut, ja er schleppete sich bis zuletzt dahin, wohin ihn die Pflicht rief. Aber über diesem ganzen Leben hat ein Verhängnis gewaltet, das sich wie ein Schleier über alles ausbreitete, was er tat, erschuf und erdachte. Es ist vor allem der Schlag, den er nie verwunden hat, der Tod seines ältesten Sohnes, in dem er das schönste geistige Erbe seines Vaters dahinsinken sah. Es ist aber weiter sein eigenes Leiden, das aus kleinen Anfängen beginnend, ihn da lähmte, wo er am kräftigsten sich zum Schaffen aufgelegt fühlte, das sogar der Welt gegen ihn eine Waffe gab, gegen die er machtlos war. Aber er hielt sich mit Willenskraft aufrecht, und es wäre vielleicht ein so schneller Verfall seiner Kräfte nicht eingetreten, wenn nicht die grossen Anstrengungen des Krieges und die Zeit nach dem Kriege Gewalt über ihn gewonnen hätten.

An äusseren Ehren, auf die er wenig Wert legte, ist sein Leben arm gewesen. Dafür hat es ihm an wissenschaftlicher Anerkennung nicht gefehlt. Die Universität Athen hat ihn zum Ehrendoktor ernannt. Schon in den 90er Jahren stand er in Giessen auf der Berufungsliste. 42 jährig, im Jahre 1901, stand er dann auf der Vorschlagsliste der Jenaer und 50 jährig, im Jahre 1909, ebenso auf der Liste der Greifswalder medizinischen Fakultät. Eine Anfrage, ob er nach Prag zu gehen geneigt sei, war ohne offiziellen Vorschlag an ihn gelangt, er hat sie abgelehnt. Im Jahre 1911 wurde er dann als Nachfolger *Stöhrs* ins Ordinariat berufen.

## II.

Niemand, der wissenschaftlich zu arbeiten sich berufen fühlt, und wäre es der Grösste, schafft frei und unabhängig aus sich selbst. Das Beste zwar muss er selbst dazu geben, und je mehr er zu geben

hat, desto bedeutsamer sind seine Werke. Vieles aber kommt von aussen her: Tradition und Zeitumstände ergeben die Voraussetzungen, von denen aus das Lebenswerk eines Gelehrten beurteilt werden muss. Die Tradition war hier gegeben. Nicht nur in seiner eigenen Aszendenz, sondern auch in der vom Grossvater abstammenden Seitenlinie des Jenaer Gynäkologen blüht Forschergeist und Gelehrsamkeit. Nicht nur in seiner väterlichen, sondern auch in seiner mütterlichen Aszendenz finden wir die besten Namen deutschen Gelehrtentums. Dass es weniger die Anatomie war, die ihn von vornherein anzog, sondern Naturbeobachtung, haben wir eingangs bereits betonen können. Als er sich dann aber als junger Prosektor in Würzburg der anatomischen Arbeit zuwandte, fand er diese Wissenschaft durch die damals jungen Entdeckungen über das Wesen der Befruchtung, Kern- und Zellteilung und die entwicklungsgeschichtlichen Monographien der Wirbeltiere (*Lerebouillet, Kupffer, Balfour, Goette, His*) in ganz bestimmte Bahnen gelenkt. Von Bedeutung ist ausserdem, dass durch *Haeckels* Gasträatheorie vom Jahre 1875 die gesamten Forschungen über die Keimblattbildung sehr vertieft wurden. Wesentlich durch diese Theorie beeinflusst hatten 1879—81 die Brüder *Hertwig* ihre Studien zur Blättertheorie und über die Coelomtheorie veröffentlicht. Schliesslich muss, um das Bild zu vervollständigen, erwähnt werden, dass anfangs der 80er Jahre *Wilhelm Roux* seine ersten, später zu so grosser Bedeutung gelangten experimentellen Untersuchungen veröffentlicht hatte.

Dass ein unter solchen Zeitumständen und als Prosektor *Koellikers* nach Würzburg berufener junger Anatom sich nahezu ohne eigene Wahl vor ganz bestimmte Aufgaben gestellt sah, leuchtet ein. Aber er hatte, abgesehen von dem traditionellen und diesem in den Zeitumständen liegenden Moment nun auch Eigenes zu geben, wodurch dann wieder seine Arbeiten weit über solche gestellt werden, die einseitig aus einer bestimmten Schule oder Richtung hervorgehen. Dies ist vor allem seine Liebe zur Beobachtung der Natur. Diese liess ihn besonders die experimentellen Forschungen, die sich wie von selbst an die Beobachtung des Laichgeschäftes anschliessen, so willkommen heissen. Tatsächlich erfüllen solche Beobachtungen nahezu zwei Jahrzehnte seiner Forschertätigkeit. Es zeichnete ihn dann weiter die gerade aus seinem Wesen fliessende ausserordentliche Objektivität aus, die ihn vor einseitiger Parteinahme stets bewahrte. Schliesslich klingt durch seine gesamten Arbeiten als Grundmotiv das hindurch, dass alle entwicklungsgeschichtlichen und histologischen Beobachtungen unserem Verständnis letzten Endes nur durch die

morphologische Betrachtung näher gebracht werden können. Er hat frühzeitig bereits erkannt, welche Bedeutung den Arbeiten *Haeckels* und *Gegenbaurs* auch für die Fragen zukam, die er selbst bearbeitete hat, wiewohl ihn andererseits seine kühle Kritik gehindert hat, irgend eine Theorie oder Hypothese, für die ihm die Beweisstücke fehlten, aufzustellen. Aber wo er die Stücke fand, z. B. in der Frage der Milchdrüsen oder der Netzhautgefäße, hat er auch stets die phylogenetischen Schlüsse in voller Schärfe gezogen.

Noch etwas anderes hatte er als Eigenes einzusetzen. Darin steht er vielleicht so vereinzelt da, dass heute schon eine zusammenfassende Betrachtung darüber möglich wäre, welchen Einfluss er auf die Gesamtentwicklung der Wissenschaft genommen hat. Es ist dies seine Technik, in der er unerreicht dasteht. Wir wollen hier nicht die ihm von der Natur verliehenen Gaben eines scharfen Auges, einer absolut sicheren Hand und eines kritischen Verstandes allein als die Grundlagen seiner technischen Methoden rühmen. Denn technische Methoden verdanken wir in hoher Vollendung auch zahlreichen anderen Forschern.

Aber was ihn auszeichnet, ist das sichere Gefühl dafür, dass die mikroskopische Untersuchung durch keinerlei im Wesen des Objektes liegende Grenzen von der Untersuchung mit bloßem Auge getrennt werden könne. Das Prinzip, die makroskopische Beobachtung über die Beobachtung mit der Lupe hinaus, in der Beobachtung mit dem Mikroskop fortzusetzen, wie es vor vielen Jahren von *Waldeyer*<sup>1)</sup> als die Seele der anatomischen Beobachtung und auch des anatomischen Unterrichtes hingestellt worden ist, ist auch diejenige, die *Oskars Schultzes* Technik auszeichnet. Bemerkenswerterweise bezeichnet er an mehreren Stellen seiner späteren Arbeiten sein Vorgehen bei der Untersuchung der Nervenbildung und der Verknüpfung von Muskeln und Sehnen auch als „Präparationen“. Gerade dieser Technik hat er seine bedeutendsten Erfolge zu verdanken.

### III.

Treten wir seinen Arbeiten nun selbst näher. Das Verzeichnis seiner Veröffentlichungen umfasst 66 Nummern. Sie verteilen sich auf einen Zeitraum von 37 Jahren, so dass er durchschnittlich jedes Jahr mit zwei wissenschaftlichen Veröffentlichungen hervorgetreten ist. Obwohl sich diese Arbeiten nicht gleichmäßig auf die einzelnen

<sup>1)</sup> *Waldeyer*. Wie soll man Anatomie lehren und lernen. 1884.

Jahre verteilen, sehen wir ihn dennoch äusserlich in ununterbrochen gleichmässiger, zu Zeiten lebhaft gesteigerter und erst als die Kräfte versagten, ermattender Schaffenstätigkeit.

Wenden wir uns nun der Würdigung seiner Arbeiten selbst zu, so wollen wir dabei den Gang einhalten, dass wir zunächst über seine experimentellen und biologischen Arbeiten berichten, sodann über seine entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen und uns zum Schlusse den Hauptarbeiten seiner Reifeperiode zuwenden. Indem wir diese Einteilung wählen, verzichten wir auf eine chronologische Darstellung, indem eine solche sich aus dem Verzeichnis seiner Arbeiten von selbst ergibt.

Unter den experimentell-biologischen Arbeiten steht eine von bleibendem Werte zweifellos in erster Linie. Es ist die im Jahre 1894 gelungene künstliche Erzeugung von Doppelmissbildungen. Er hat dadurch, dass er Froscheier in Zwangslage nach der Befruchtung umgedreht und nach dem Auftreten der ersten Furche in die Normalstellung zurückgebracht hat, mit Regelmässigkeit Doppelmissbildungen erzeugen können, die in mancherlei Hinsicht von den bis dahin bekannten Doppelmissbildungen abwichen. In der Literatur der experimentellen Entwicklungsgeschichte hat dies Ergebnis weiterhin eine grosse Rolle gespielt. (*O. Hertwig, W. Roux.*) Die Versuche wurden nachgemacht, ihr Ergebnis allgemein bestätigt und *Wetzel*<sup>1)</sup> gab wenige Jahre später durch eine genauere Untersuchung auch den Grund dieser Erscheinung an, indem er zeigen konnte, dass bei dem Schultzeschen Verfahren das hauptsächlich teilungsfähige Zellmaterial des animalen Poles durch die Umlagerung des schwereren Dotters in zwei verschiedene Wachstumzonen gesondert wurde.

In einer späteren Abhandlung ist er dann noch einmal auf die Frage der Doppelmissbildungen zurückgekommen im Zusammenhange mit dem Problem der Entstehung eineiiger Zwillinge, die er als extremen Fall einer Doppelmissbildung betrachtet.

Den Anstoss zu seinen Untersuchungen hatte die Frage gegeben, die durch *Pflügers*-Versuche zum erstenmal berührt worden war, in welchen Beziehungen die Schwerkraft zur Entwicklung des tierischen Eies stehe. In einer ganzen Reihe von Untersuchungen hat *Schultze* diese ihn lebhaft interessierende Frage in dem Sinne entschieden, dass der Geotropismus auch für die tierische Entwicklung, wie für die Pflanzenwelt nicht nur eine unerlässliche Bedingung, sondern viel-

<sup>1)</sup> Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 46. 1895. S. 664.

mehr eine von denjenigen Voraussetzungen sei, ohne die das Leben auf der Erde überhaupt nicht denkbar ist. Er konnte zwar nicht zeigen, dass Eier sich ohne Schwerkraft entwickelten, weil, wie er sagte, auf der Erde überhaupt die Schwerkraft nicht ausgeschaltet werden könne. Aber er konnte nachweisen, dass Eier des Frosches, die entgegen der Schwerkraft zur Entwicklung gebracht wurden, dem Untergange verfielen. Er ist mit diesem Ergebnis seiner Untersuchungen in Übereinstimmung mit *Pflüger* und älteren Untersuchungen *Raubers* gewesen, ist aber in bedingten Widerspruch zu *Oskar Hertwig* getreten, der für Seeigeleier zeigen konnte, dass sie sich in jeder beliebigen Stellung zu entwickeln vermochten, und ist in unbedingten Widerspruch getreten zu *Wilhelm Roux*, der für das gleiche Untersuchungsobjekt, an dem *Schultze* experimentierte, nämlich dem Froschei, den Nachweis geführt hatte, dass tatsächlich Versuchsarrangements möglich seien, bei denen Schwerkraft und Zentrifugalkraft sich die Wage hielten, die Schwerkraft also praktisch ausgeschaltet sei, ohne eine Störung in der Entwicklung des Eies herbeizuführen. Es hat sich gerade im Anschluss an diese Fragen zwischen *Schultze* und *Roux* eine literarische Fehde entsponnen, in deren Verlauf *Schultze* zwar zugeben musste, dass eine vorübergehende schwerefreie Entwicklung möglich sei, ohne dass er indes die Grundsätze seiner früheren Erläuterungen einzuschränken sich veranlasst sah. Suchen wir den Kern dieser Polemik zu erfassen, so ist es nicht die Deutung des Experimentes und seines Ergebnisses, denn die Beweise beider Forscher sind, wenn man ihre Abhandlungen prüft, jede für sich beweisend und durchschlagend. Es ist vielmehr der sich hierin offenbarende Gegensatz, in dem *Schultze* grundsätzlich dem Experiment an Organismen gegenüberstand, indem er meinte, dass das Experiment uns im günstigen Falle doch nur zeigen könne, welcher Kraft der Organismus auch wider die natürlichen Bedingungen fähig sei, ohne dass es uns den Einblick in die normalen Zusammenhänge, die ja eben gerade durch das Experiment zerstört würden, leichter mache. So sind auch gerade seine zahlreichen experimentellen Untersuchungen weniger darauf gerichtet zu zeigen, welche Kräfte im Organismus schlummern, sondern im Gegenteil zu prüfen, wie weit der Organismus die Abänderungen des Milieus vertrage. So untersucht er die Einwirkung von Licht, Hunger, Luftmangel, Kälte. Diese Experimente sind also gar nicht kausal analytische im Sinne *Roux'*, sondern eigentlich freie, biologische Beobachtungen eines Naturfreundes in dem Sinne, wie, um gleich das grösste Beispiel zu nennen, *Goethe* der

Natur beobachtend und reflektierend gegenübertrat. Auch seine Experimente und Schlüsse über die Entstehung der bilateralen Symmetrie des Amphibieneies können nicht eigentlich als kausal-analytische aufgefasst werden. Auch hier zeigt er durch Zurückverfolgung der Zustände, in denen sich die Massenverteilung des Amphibieneies befindet bis zurück zum unbefruchteten Ei, dass bereits hier eine bilaterale Symmetrie vorhanden sei, ein Ergebnis zu dem in jüngster Zeit auch *Spemann* durch Analyse des *Situs inversus* gelangt ist und zwar teilweise auch durch das Studium der Originalmissbildungen *Schultzes*. Auch in dieser Frage ist er zu anderen Ergebnissen als *Wilhelm Roux* gelangt, der durch Experimente gezeigt hatte, dass die Medianebene in demjenigen Meridian des Eies entstehe, in der der eindringende Spermakern auf den Eikern zuwandere. Die Einwände, die *Schultze* gegen diese Experimente *Roux* erhebt, sind bezeichnend für seinen Standpunkt den biologischen Experimenten gegenüber. Er bezweifelt gar nicht die Richtigkeit des *Roux*schen Experimentes, aber er bezweifelt den Schluss, dass erst im Moment der Befruchtung die Symmetrieebene errichtet werde, und dass bis dahin das Ei vollständig gleichartig in seiner Massenverteilung sei. Er weist auf die parthenogenetischen Eier hin, die doch auch eine Symmetrieebene hätten und meint, dass umgekehrt der normale Bau des Eies das Spermium zwingt, an einer vorgebildeten Stelle in das Ei einzutreten, dass man aber experimentell die Spermien in das Ei „hineinjagen“ könne, und dass es gar nicht ausgemacht sei, ob nicht das Befruchtungsexperiment eine vorhandene bilaterale Anordnung geradezu zerstöre. Er weist ausserdem auf die zahlreichen Fälle hin, wo bei anderen Wirbeltieren und Wirbellosen die erste Furche keineswegs die Symmetrieebene bildet, und zeigt an seinen Präparaten, dass beim Froschei die Neigung zu einer Winkelstellung zwischen der Medianebene des unbefruchteten Eies und der ersten Furche in dem Masse zunehme, wie das Ei in einen überreifen, also abnormen Zustande gerate.

Diese Arbeiten reichen bis zum Jahre 1903, erstrecken sich also über einen Zeitraum von nahezu 20 Jahren. Dazwischen fallen nun wichtige entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, von denen ich die älteren über die Entwicklung des Froscheies hier übergehe, um nur die wichtigsten Ergebnisse, zu denen er gelangt ist, hervorzuheben. Er nimmt hier Stellung gegen zwei damals und noch heute herrschende Theorien der Keimblattbildung. Einmal gegen die sogenannte „Wanderung der dorsalen Urmundlippe“, d. h. gegen die

Vorstellung, dass die Rückenfläche des Embryo durch Verwachsung getrennten Keimmaterials entstehe und das erste Auftreten der Urmundsichel die Stelle des späteren Kopfes bezeichne. Auch hier erhebt er den Einwand gegen das Experiment, dass es uns nur sage, wie das Ei auf abnorme Reize reagiere, nicht aber welches das normale Geschehen bei der Zellverschiebung sei. Gegenüber dem Studium experimentell angebrachter Beobachtungsmarken auf der Oberfläche des Eies studiert er in äusserst sinnreicher Weise die Lage natürlicher, kleiner Flecken auf dem befruchteten Ei und zeigt, dass der Urmund seine Lage zu diesen Flecken nicht verändere. Er wendet sich zweitens gegen die sogenannte Coelomtheorie, die die Bildung des mittleren Keimblattes bei den höheren Wirbeltieren auf den Typus des Amphioxuseies zurückzuführen sucht, indem er beweist, dass alle drei Keimblätter bereits bei Beginn der Gastrulation vorhanden seien. Er leitet den dorsalen Teil des Mesoderms ausschliesslich aus dem Ektoderm und den Kopffortsatz nebst der Chorda dorsalis nur aus dem Mesoderm ab, was ja sicherlich keine endgültige Lösung der Frage war, aber in Einklang stand mit den Befunden zahlreicher anderer Forscher, die auf Grund gleicher Befunde zu ähnlicher Stellungnahme gelangt waren.

Aus den Untersuchungen über die Eihäute der Säugetiere, die ihn dann weiter, offenbar im Zusammenhange mit der neuen Auflage des *Koellikerschen* Grundrisses, in der Mitte der 90er Jahre beschäftigten, sei hier nur der Versuch erwähnt, aus den Eihüllen der Fledermäuse Schlüsse auf die damals noch nicht bekannte Art zu ziehen, in der beim Menschen die Fruchtblase von der Uterusschleimhaut umwachsen werde.

Zu einem Grundproblem der gesamten Entwicklungsgeschichte nimmt er dann Stellung in seiner Untersuchung über die embryonale und bleibende Segmentierung des menschlichen Körpers.

Es gelingt ihm hier der Nachweis, dass die so augenfällige Gliederung der Wirbelsäule gerade im Gegensatz zu dem, was man nach dem Augenschein annehmen sollte, nicht primären Ursprungs ist. Primär segmental sind vielmehr die Interkostalmuskeln und die jedesmal hinter dem Interkostalmuskel liegende Rippe, die beide dem gleichen Segmente angehören. Die Wirbelsäule aber tritt vorübergehend in das Stadium völliger knorpeliger Kontinuität, wie es von der Wirbelsäule der Selachier bekannt ist. Erst sekundär entstehen durch Umbildungsvorgänge aus dem Knorpel die Zwischenwirbelscheiben, die dann in einer Höhe mit den Rippen die bleibende Segmentierung darstellen, während die Wirbelkörper intersegmentale Bedeutung besitzen. Die ganze Abhandlung atmet echt morphologischen Geist und behält die grossen Zusammenhänge der Formbildung

im Auge. Er streift sogar in diesem Zusammenhange die Möglichkeit einer segmentalen Entstehung des Hautskelettes und bekennt sich zu der Überzeugung, dass Innenskelett und Hautskelett an der Wurzel, d. h. bei primitiven Formen, zusammenhängen. Doch würde es zu weit führen, an dieser Stelle die grundsätzlichen Fragen und Aufgaben, zu deren Bearbeitung diese Untersuchung anregt, zu besprechen.

Wir haben nunmehr die ins Jahr 1892 fallende wichtige Entdeckung zu nennen, die für immer mit seinem Namen verbunden bleiben wird, die nämlich, der ersten Anlage des Milchdrüsenapparates. Sie ist zu bekannt geworden, als dass etwas Ausführliches darüber zu sagen notwendig wäre. Bis dahin war aus der Entwicklung der Milchdrüsen nur bekannt, dass sie sich makroskopisch betrachtet, als elliptische Körper in die Tiefe einsenken, um dann von der Tiefe aus hohl zu werden. *Schultze* fand, dass diesen als frühestes Stadium angesehenen Zuständen noch andere vorhergehen, nämlich beiderseits eine feine leistenförmige Erhabenheit, eine lineare Verdickung des Stratum Malpighi, überzogen von dem noch einschichtigen Stratum corneum. Diese Linie, die er als gemeinsame epidermale Anlagen des Milchdrüsenapparates mit dem Namen der Milchlinie bezeichnete, liegt der Rückenfläche näher und erstreckt sich von der Wurzel der vorderen, noch stummelförmigen Extremität bis zur Anlage der hinteren Extremität in die Inguinalfalte hinein. Wichtiger als eine eingehende Darstellung seiner Befunde ist es, ihre allgemeine Bedeutung hier ins Licht zu stellen. Zunächst war dadurch zum ersten Male die Möglichkeit einer exakten Erklärung der Fälle von Polymastie gegeben, die man nun nicht mehr, wie früher, als Spaltungen der ursprünglichen, einheitlichen Anlage mit sekundärer Ortsänderung und Verirrung abgesprengter Teile erklären musste, sondern tatsächlich als eine ontogenetische Hemmung und phylogenetische Rekapitulation. Weiterhin aber gab die *Schultzesche* Milchleiste auch die Möglichkeit, die grosse Frage vom stammesgeschichtlichen Zusammenhang des Mammapparates auf breiterer Basis zu behandeln. Zwar erwies sich die anfängliche Auffassung (*Klaatsch*), dass die Milchleiste eine ontogenetische Rekapitulation des Marsupiums sei, als irrig (*Bresslau*). Indes wird sie heute als Zeugnis dafür aufgefasst, dass die sog. „Primäranlagen“ der Marsupialier, die zusammengezogen eben die Milchleiste liefern, auch in der Stammesgeschichte der Plazentalier eine Rolle gespielt haben, wobei es unentschieden bleibt, ob wirklich die Plazentalier ein Marsupialierstadium durchlaufen haben (*Ruge*<sup>1)</sup>) oder ob die Milchleiste

<sup>1)</sup> *Ruge*. Jenaer Denkschriften V, Bd. II.

etwa auf ältere, dem ganzen Mammalierstamm gemeinsame Bildungen zurückweise (*Broman*<sup>1)</sup>). *Schultze* selbst hatte die Milchleiste bereits mit der epithelialen Anlage des Ramus lateralis der im Wasser lebenden Wirbeltiere oder mit dem System der Seitenlinie verglichen. *Schultze* hat aber weiterhin auch beobachtet, dass die Milchleiste bei einigen Tieren beiderseits paarig ist. Erst viel später konnte durch *Bresslau* gezeigt werden, dass es sich dabei um eine Teilung der ursprünglich einfachen Leiste handelte und dass aus der zweiten, innen gelegenen Leiste regelmässig ein System von Haaren entsteht. Dieser Zusammenhang zwischen Milchdrüsen und Haarentwicklung gehört zur Zeit noch zu den dunkeln Punkten der Morphologie der Haut. Betont werden muss noch, dass *Schultze* das Vorkommen der Milchleiste auch beim Menschen vermutete, sie aber dort nicht gesehen hat.

Eine zweite wichtige entwicklungsgeschichtliche Untersuchung, die ebenfalls auf vergleichend-anatomischer Basis beruhte, war die über die Entwicklung der Netzhautgefässe.

Der Ausgang dieser Untersuchung, mit deren Veröffentlichung er die Festschrift für *Koelliker* zierte, war auch hier zunächst der, dass er durch das wundervolle Bild des injizierten Bulbus und das, was es ihm Neues darbot, gefesselt wurde. Er hatte Bulbi von Säugetierembryonen injiziert und präpariert, so unter anderem erstaunlicherweise den 3 mm im Durchmesser messenden Bulbus eines menschlichen Embryo. Durch äusserst sorgfältige Zergliederung untersuchte er die Gefässe der Linsenkapsel, des Glaskörpers und der Netzhautgefässe und ergänzte diese subtile Präparation durch mikroskopische Untersuchungen der Flächenbilder. Aber er führte die Ergebnisse zu grösseren Zusammenhängen und beantwortete vor allem die Frage, in welchem Verhältnis die gefässlosen Netzhäute der Kaltblüter und einiger Säugetiere zu den mit Blutgefässen versehenen Netzhäuten der Säugetiere stehen. Dabei konnte er feststellen, dass das Gefässsystem der Netzhaut gleichwertig sei den oberflächlichen Glaskörpergefässen derjenigen Tiere, die keine eigenen Netzhautgefässe besitzen, dass somit die Vaskularisation der Netzhaut auf Grund dieser Betrachtungsweise eine sekundär in die Netzhäute eindringende sei. Aber das befriedigte ihn nicht. Und eingehende Untersuchungen, die er demzufolge an den sogenannten Glaskörpergefässen der Fische anstellte, belehrten ihn, dass das, was man so nannte, in Wirklichkeit nichts anderes sei, als die innig am Glaskörper haftende und von der Netzhaut abgerissene innerste Netzhautschicht (*Limitans interna*). So wurde über das Wesen der Netzhautgefässe völlige Klarheit gewonnen. Denn es zeigte sich, dass ursprünglich diese Gefässe nicht aus der Arteria centralis retinae stammen, die anfänglich lediglich der Stamm der Arteria hyaloidea ist, sondern herkommen von den oberflächlichen Glaskörpergefässen, also anfänglich zilio-retinale sind und Verbindungen mit den Ziliargefässen besitzen, Zustände

<sup>1)</sup> Verhdlg. d. anat. Gesellsch. Jena 1920. Ergänzungsheft zum 53. Band des anat. Anzeigers.

die abnormerweise auch bei Erwachsenen persistieren können, während normalerweise dieses Gefässsystem sekundär als Ausbreitung der Art. centralis retinae erscheint.

Die Entwicklungsgeschichte des Bulbus hat ihn auch noch in einer anderen Untersuchung beschäftigt, der der Ora serrata. Die Ora serrata ist nach diesen Untersuchungen das Produkt der Entstehung der Ziliarfortsätze. Ihre Zähnelung bewahrt die ursprüngliche Dicke der Netzhaut dort, wo die Täler entstehen, während die ausgebogenen Teile der Ora Verdünnungen darstellen, verursacht durch die stärkere Spannung der sich erhebenden Ziliarfortsätze.

In diesem Zusammenhange sei auch noch kurz seiner Neuschöpfung des alten *Koelliker* Grundrisses der Entwicklungsgeschichte gedacht. Der Raummangel verbietet, ausführlicher zu werden.

#### IV.

Wir kommen nun zur Betrachtung seiner reifsten Arbeiten, derjenigen, die noch heute im Mittelpunkt der Forschung auf diesen Gebieten stehen. Sie haben zu bedeutsamen wissenschaftlichen Kontroversen geführt, die heute noch nicht geschlichtet sind und noch auf lange Zeit hin den Anlass zu weiteren Prüfungen geben werden. Es handelt sich hierbei um zwei Fragenkomplexe. Der erste ist der von der Entstehung der peripherischen Nerven, der andere der von den Beziehungen zwischen den Fibrillen der quergestreiften Muskelfaser und den Fibrillen der Sehne. Der Zahl nach bei weitem die meisten Untersuchungen hat er immer erneut der Frage nach der Entstehung der Nerven gewidmet. In dieser seit langer Zeit streitigen Frage standen sich zwei Ansichten einander gegenüber. Die eine Auffassung war die, dass die peripherischen Nerven aus Ketten von Zellen entstehen, die miteinander verschmelzend, Fibrillen liefern und als Zellen der *Schwannschen* Scheide bestehen bleiben. Diese Ansicht, die mit der *Schultzeschen* entfernte Ähnlichkeit hat, wurde von *Schwann*, *Koelliker*, *Balfour*, *Kupffer* und *Beard* vertreten. Die andere führte auf *His* zurück, der die Fibrillen durch Auswachsen vom zentralen Nervensystem entstehen und ihr Ziel erreichen liess. Gemeinsam ist beiden Auffassungen, dass sie auf entwicklungsgeschichtlichem Boden fussen. Demgegenüber war es *Schultzes* Überzeugung, dass die Frage von der Nervenentstehung kein entwicklungsgeschichtliches Problem, wenigstens zunächst nicht, sei sondern ein histologisches, d. h., dass es notwendig sei, die ersten als Nerven nachweisbaren Elemente in der Peripherie des Körpers mit den feinsten, möglichen Methoden histologisch zu unter-

suchen. Zweitens stellt er in den Mittelpunkt seiner Untersuchungen die Aufgabe, die Einheitlichkeit der Nervenbildung im gesamten Tierreich ins Auge zu fassen, indem er es tadelt, dass man die Nerven der wirbellosen Tiere, die ja in wichtigen Punkten sich von denen der Wirbeltiere unterscheiden, als etwas *sui generis* auffassen und von den Zuständen bei Wirbeltieren trennen wolle. Wiederum ist es der morphologische Gedanke, der bei ihm in der Problemstellung und in der Methodik entscheidet. Er spricht dies an einer bedeutsamen Stelle folgendermassen aus: „Es ist mir in unserer ganz im Lichte des Entwicklungsgedankens stehenden Zeit schier unverständlich, wenn man nicht der Überzeugung ist, dass ein volles und befriedigendes Verständnis unseres eigenen Nervensystems nur dann möglich sein kann, wenn wir neben dem Studium des fertigen Baues nicht nur dessen Ontogenese aufzudecken uns bemühen, sondern die Phylogenese von den Coelenteraten an, auch vom histologischen Gesichtspunkte aus zu klären uns bestreben, anstatt uns mit den Worten abzufinden: „ja, bei den Wirbellosen da ist das doch ganz anders.““ Es würde zu weit führen, die gesamte Darstellung, die *Schultze* dieser Frage gewidmet hat, hier zu besprechen. Auf eine kurze Formel gebracht, ergibt sich aus seinen gesamten Darstellungen ungefähr folgendes: Die peripherischen Nervenfasern entstehen aus peripherischen, miteinander in Verbindung stehenden Zellen, die dauernd in Verbindung bleiben und durch mitotische Teilung sowohl länger werdende als dicker werdende Nervenfasern bilden. Die Neurofibrillen entstehen in dem synzytialen Plasma dieses Netzwerkes, so wie die Muskelfasern in dem synzytialen Plasma der Muskelfasern entstehen. Hier, wie dort, bleiben von den ursprünglichen Zellen nur Kerne innerhalb des Synzytiums übrig, die Sarkolemmkerne der Muskelfaser, die Neurilemmkerne der Nervenfasern. Dieses, durch fortgesetzte Teilung von peripherischen Nervenzellen her entstehende und sich immer mehr ausdehnende Netzwerk ist es, dass die plexusartige Anordnung des gesamten peripherischen Nervensystems herbeiführt. Hierin beruht die Übereinstimmung mit den Nerven der wirbellosen Tiere, deren primitivere Form mit diesem Entwicklungsstadium erreicht wird, Neurofibrillenbündel nämlich mit dazwischen gelagerten Kernen, vergleichbar den sympathischen Fasern und dem Riechnerven der Wirbeltiere. Sie liefern das vollständige Gegenbild zu ähnlich gebauten Muskelfasern der Kaltblüter und der Herzmuskulatur der Säugetiere. Erst auf einer höheren Stufe der Entwicklung entstehen die röhrenförmigen Nervenfasern, deren Markhülle eine interzellulare Ausscheidung darstellt,

Nervenfasern, die keineswegs etwa, den Wirbeltieren allein, sondern wie *Waldeyer* gezeigt hatte, auch einigen Wirbellosen zukommen, wie auch andererseits die sympathischen Fasern nach *Schultzes* Untersuchungen nicht schlechtweg „marklos“, sondern höchstens „markarm“ sind. Bedeutsam bleibt es imhin, dass nach seinen Untersuchungen *Amphioxus* keine röhrenförmigen Nervenfasern besitzt, sondern nur solche von fibrillärem Bau. Als wesentlich ist dann noch zu bemerken, dass *Schultze* den Ausdruck „*Schwannsche Zellen*“ beanstandet, deren Existenz nirgends nachgewiesen, auch nicht nachweisbar sei. Er leugnet ferner auf Grund seiner Präparate überhaupt, dass sich irgendwo Bindegewebszellen, die ja als Ausgangspunkte der sogenannten *Schwannschen Zellen* angesehen wurden, auf nackte Nervenfasern „auflagerten“. Er weist ferner darauf hin, dass auch da, wo ein freies Aussprossen aus dem Rückenmark, wie bei den Säugetieren stattzufinden scheine, bei anderen Formen, z. B. den Vögeln, kernhaltige Fasermassen vorliegen. Nach seiner Auffassung ist die peripherische Nervenzelle und die zentral gelegene Ganglienzelle ein und dasselbe, nur topographisch verschieden gelagerte Element.

Soweit das Tatsächliche aus *Schultzes* Untersuchungen, die dort, wo er darüber vorgetragen hat, wenigstens in ihren allgemeinen Schlussfolgerungen nahezu durchweg Widerspruch erfahren haben, ohne dass er sich in seiner Überzeugung, die auf seinen Präparaten beruhte, erschüttern liess. Unser Urteil über diese Auffassung hängt aber nicht allein von diesen Präparaten ab. Denn eine grosse Reihe wichtiger Argumente spricht einmal für und andererseits gegen seine Auffassung. Die stützenden Argumente sind vor allem theoretischer Natur, weil, abgesehen von der Übereinstimmung, die hier nach zwischen der Nervenbildung bei Wirbellosen und Wirbeltieren kenntlich wird, auf Grund der *Schultzeschen* Auffassung die *Gegenboursche* Lehre von der primären Kontinuität zwischen Zentralorgan und Endorgan eine sichere Stütze und insbesondere die Tatsache, dass zwischen Nerven und Muskeln ein primärer und erblich konstanter Zusammenhang besteht, eine anatomische Begründung erhält. Noch zehn Tage vor seinem Tode hat, er in einem Gespräch die Ansicht, dass die Frage nach dem primären Zusammenhang zwischen Nerv und Muskel vielleicht doch nur durch experimentelle Prüfung zu entscheiden sei, entschieden zurückgewiesen und auch hier getreu seiner Grundauffassung erklärt, dass es sich ausschliesslich um ein histologisches Problem und nichts anderes handele. Bei einer Würdigung der Verdienste *Schultzes* um die Erforschung der Entstehung

der Nervenbahnen lässt es sich aber an dieser Stelle nicht umgehen, auch die Einwände zu besprechen. Zunächst haben die Untersuchungen von *Held*<sup>1)</sup> und die Experimente von *Harrison* und *Braus*<sup>2)</sup> gezeigt, dass in der Tat Fasern auswachsen. Aber dieses Auswachsen geschieht in vorhandenen protoplasmatischen Bahnen (oder an solchen entlang, *Harrison*), so dass hierdurch ein eigentlicher Einwand gegen die Darstellung von *Schultze* noch nicht entsteht. Er selbst hat sich in späteren Arbeiten auf Grund dieser Erfahrungen so ausgedrückt, dass er innerhalb der primären protoplasmatischen Verbindungen eine vom Zentrum aus fortschreitende Differenzierung von Fibrillen annimmt, die, wie er meint, unter dem trophischen Einfluss der zentralen Zelle steht. Aber darin weicht er von der allgemeinen Deutung ab, dass er die sogenannten „freien Enden“ der Neurofibrillen nicht als ihr eigentliches freies Ende, sondern als die Stelle bezeichnet, an der ihre Sichtbarkeit aufhöre, gleichwie wenn man einen aus der Nähe nach der Ferne ausgespannten, feinen Seidenfaden aus einiger Entfernung mit dem Fernrohr betrachten wolle. Diese Ansicht hatte nur den älteren Beschreibungen gegenüber Gültigkeit, kann aber jetzt nach den Präparaten von *Held*, *Braus* und *Harrison* nicht aufrecht erhalten werden. Ein weiterer Unterschied zwischen der Ansicht von *Held* und der von *Schultze* besteht ferner darin, dass *Held* die *Schultzeschen* „Neuroblasten“ in keiner Weise als Nervenbildner gelten lassen will, sondern lediglich als Elemente, die von Anfang an nicht in der Nervenbahn enthalten seien, sich später vom Zentralorgan aus in die Nervenbahnen vorschieben und als Abkömmlinge der Nervenstützsubstanzzellen zu gelten hätten. In dieser Frage bestehen also ausgesprochenermassen noch Unklarheiten für uns. (Vergleiche die Diskussion in Rostock<sup>3)</sup> und weiter unten).

Die aus der Neuronenlehre herfließenden Bedenken können als wirksame Einwände gegen die Auffassung *Schultzes* nicht angesehen werden. Denn es wäre falsch, Tatsachen nach einer Theorie zu be-

<sup>1)</sup> Verhdlg. d. anat. Gesellsch. Rostock 1906. Ergänzungsheft zum 29. Bd. d. anat. Anz.

<sup>2)</sup> *Harrison*. Americ. Journal 1904, 1906, 1907. Anatomical record 1907. Journal of exp. Zool. 1907. Anatomical record 1908. Arch. f. Entw.-Mechanik 1910. *Braus*. Anat. Anz. 1905. Sammlung wissenschaftl. Vorträge, Heft 3. Leipzig Vogel 1910. Verhdlg. d. Anat. Ges. in Jena 1920. Ergänzungsheft zum 53. Bd. d. anat. Anz.

<sup>3)</sup> Verhdl. d. anat. Gesellsch. Rostock 1906. Ergänzungsheft zum 29. Bd. d. anat. Anz.

urteilen. Hält man allerdings an der Definition fest, dass ein Neuron eine morphologische und physiologische Einheit sei, dann steht sie zur Auffassung *Schultzes* in Widerspruch, denn nach ihm ist die Nervenfasern, so gut, wie die quergestreifte Muskelfaser einer Vielheit von Zellen gleichwertig. Beschränkt man aber die Definition darauf, dass man in den Neuronen nur eine funktionelle Einheit erblickt, dann ordnet sich auch die von *Schultze* gegebene Darstellung der Neuronenlehre ohne Schwierigkeit unter.

Zu bemerken wäre hierbei, dass man *Schultzes* Auffassung nicht, wie es allgemein geschieht, als „Zellkettentheorie“ bezeichnen darf. Er hat den Gegensatz zwischen dieser älteren und seiner eigenen Ansicht oft und scharf genug hervorgehoben. Nicht Zellen wachsen zusammen, sondern eine Zelle teilt sich und bildet ein kernreiches Syncytium. Der Vergleich mit der quergestreiften Muskelfaser schwebte ihm immer vor.

Viel schwieriger aber ist *Schultzes* Auffassung zu vereinigen mit den Erfahrungen der experimentellen Forschung<sup>1)</sup>. Die hier gewonnenen Ergebnisse sind insofern ganz eindeutig, als völlig nervenlose Extremitätenanlagen ein Nervensystem erhalten, indem nach Transplantationen Nerven anderer Gegenden in die nervenlose Anlage hineinwachsen. Die Experimente haben ferner gezeigt, dass typische motorische Nerven ohne die Anwesenheit Schwannscher Kerne entstehen können. (*Harrison*). Ein Widerspruch der Deutung der Experimente besteht darin, dass nach der einen Auffassung (*Braus*) die Entwicklung einer Nervenbahn einen peripherischen, leitenden Faktor, die *Hensenschen* oder *Heldschen* Plasmodesmen, brauche, während die andere (*Harrison*) ohne einen solchen auszukommen vermeint. Die Beschaffenheit der in nervenlosen, verpflanzten Extremitätenanlagen erzeugten Nervenbahnen lässt eine Entscheidung in dieser Frage noch nicht zu, da sich einerseits (*Braus*) ein vollkommen typisches, peripherisches Nervensystem gebildet hatte, andererseits (*Harrison*) auch Nervensysteme entstanden waren, die in wesentlichen Punkten vom normalen Verhalten abwichen (abnorme Lagerung der einzelnen Nerven, Fehlen von Nerven). Ein sicheres Mittel, eine Anlage ohne Plasmodesmen zur Entwicklung zu bringen, existiert bis heute nicht. Das woran man denken könnte, nämlich innerhalb einer normalen Anlage sämtliche Weichteile zu zerstören, würde uns nur den Ablauf der Regeneration, nicht aber den der ursprünglichen Bildung zeigen.

Da wir im normalen Geschehen den „zentralen“ Faktor als eine Konstante ansehen müssen, weil es, abgesehen von den phylogenetischen Verschiebungen, immer dieselben zentralen Stellen sind, die in ein bestimmtes Gebiet auswachsen,

<sup>1)</sup> *Harrison*. *Americ. Journal* 1904, 1906, 1907. *Anatomical record* 1907. *Journal of exp. Zool.* 1907. *Anatomical record* 1908. *Arch. f. Ent. Mechanik* 1910. *Braus*. *Anat. Anz.* 1905. *Sammlung wissenschaftl. Vorträge*, Heft 3. Leipzig Vogel 1910. *Verhdlg. d. Anat. Ges. in Jena* 1920. *Ergänzungsheft zum 53. Bd. d. anat. Anz.*

so muss demnach für dies normale Geschehen, das *Schultze* ja gerade untersuchen wollte, unsere Kenntnis von der Entwicklung der peripherischen Nervenbahn annoch als ungeklärt angesehen werden. Trifft *Harrisons* Ansicht zu, dass die Vereinigung der zentralen Ausläufer mit den Endorganen auf dem Stadium der undifferenzierten Muskelanlagen stattfindet und die Differenzierung der Nervenbahnen im Zusammenhang mit der Differenzierung der Muskulatur erfolge, so würde *Schultzes* Ansicht, die sich ja fast ausschliesslich auf das Studium der Bildung sensibler Nerven gründete, in ihrer allgemeinen Gültigkeit allerdings sehr eingeschränkt werden müssen. Erfolgt aber die Differenzierung der Nervenbahnen innerhalb von Plasmodesmen, was für die Anfangsstrecken auch bei Gültigkeit der *Harrisonschen* Annahme möglich wäre, und für die peripherischen Bahnen deswegen wahrscheinlich ist, weil die sensiblen Bahnen bei zerstörten motorischen Anlagen dennoch den typischen Plexus bilden (*Braus*), so würde *Schultzes* Lehre, wie er selbst es auch geglaubt hat, an Wert nichts einbüßen. Denn die Frage nach den Beziehungen zwischen den Plasmodesmen, von denen wir so gut wie nichts wissen (*Braus* 1910), und den von *Schultze* beschriebenen, späteren Stadien eines Syncytiums mit eingelagerten Schwannschen Kernen, ist, wie die Diskussion in Rostock i. J. 1906 gezeigt hat<sup>1)</sup>, noch wenig geklärt. Die zwei Jahre nach diesen Verhandlungen veröffentlichten Untersuchungen *Schultzes* über die Entwicklung namentlich der sympathischen Nerven haben ihn nicht veranlassen können, seine bis dahin gewonnenen Ansichten grundsätzlich zu ändern.

Sehen wir so aus *Schultzes* Untersuchungen über die Entstehung des peripherischen Nervensystems wichtige, wenn auch nicht unbestrittene Ergebnisse erwachsen, so ist ähnliches der Fall bei seinen letzten grossen Untersuchungen, über den Zusammenhang der Muskel- und Sehnenfibrillen. Er hat hier die alte, allgemein herrschende Auffassung, dass die Muskelfaser mit ihrem Sarkolemm zwischen die Sehnenfasern nur eingeklebt sei und darin, wie das Ei im Eierbecher festsetze, bestritten und durch den Augenschein demonstriert, wie die Muskelfibrillen, das Sarkolemm durchsetzend, unmittelbar in die Sehnen übergehen. Auf Angriffe, die noch bei seinen Lebzeiten gegen diese seine Darstellung erfolgt sind<sup>2)</sup>, hat er selbst geantwortet, indem er die diesen Einwänden zugrunde liegenden Präparate als ungenügend für die Entscheidung der schwierigen Frage bezeichnete. Die Frage ist aber damit nicht zur Ruhe gekommen. Denn erst kürzlich<sup>3)</sup>, einige Monate nach seinem Tode, ist von neuem sein Befund als Irrtum bezeichnet worden, und es hat der Autor dieser

<sup>1)</sup> Verhdlg. d. anat. Gesellsch. Rostock 1906. Ergänzungsheft zum 29. Bd. d. anat. Anz.

<sup>2)</sup> *Peterfi*. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 83. 1913. *Van Herwerden*. Anat. Anz. Bd. 44. 1913. *Pekelharing*. Anat. Anz. Bd. 45. 1914.

<sup>3)</sup> *Gösta Häequist*. Anat. Anz. Bd. 53. 1920, Nr. 12/13.

Arbeit sogar den Spiess umgedreht und *Schultzes* Methode der Präparation als Quelle seines Irrtums bezeichnet. Indem *Schultze* feinste Zupfpräparate untersucht hat, soll er, wie sein Kritiker meint, dem Trugbild der Überlagerung von Fibrillen verfallen sein. Es wird Aufgabe anderer Forscher werden, die Untersuchung weiter zu führen. Aber so viel lässt sich für jeden, der *Schultzes* Arbeitsweise und seine Präparate kannte, wohl behaupten, dass, wenn irgend jemand, so er selbst nicht leicht der Täuschung durch ein mikroskopisches Präparat verfallen konnte. Doch können wir nicht umhin, auch diese Frage noch als in der Schwebelage befindlich zu bezeichnen.

Damit sind wir im wesentlichen am Ende einer Würdigung seiner Arbeiten angelangt, und es bleibt noch übrig, einen Blick auf die von ihm neugeschaffenen, histologischen und präparatorischen Methoden zu werfen. Wir wollen hierbei auf die zahlreichen Angaben über die Präparationsweise der Amphibieneier nicht eingehen, wollen auch nur in Kürze seine aufhellenden Methoden erwähnen, durch die er das Skelett bei Embryonen dem Studium so unmittelbar nahe gebracht, auch nicht die Verbindung von Aufhellung und Korrosion, die prachtvolle Totalpräparate der inneren Organe und des Nervensystems bei Amphibienlarven geliefert hat. Sie sind immerhin nur für Spezialuntersuchungen bestimmt, während zwei andere ganz allgemeine Bedeutung erhalten haben oder erhalten werden. Die eine ist die von ihm ausgebildete Durchfärbung mikroskopischer Objekte mit Hämatoxylin nach vorhergehender Fixierung mit Osmium und Kalium-Bichromat, die ausgezeichnete und in ihrer Art einzige Bilder feinerer Gewebsstrukturen liefert, und zweitens die von ihm ausgebildete Verbesserung der Imprägnation des zentralen Nervensystems. Er hat hierüber auf der hiesigen Versammlung der Neurologischen Gesellschaft im Frühjahr 1918 vorgetragen<sup>1)</sup> und hat seine Präparate, die allgemeine Bewunderung erregt haben, demonstriert. Es war sein letztes öffentliches Auftreten. Gleichzeitig entstand unter seinem Einfluss eine Verbesserung der *Bielschowskyschen* Silbermethode, die durch die geschickte Hand der sorgsam und zielbewusst experimentierenden Präparatorin, Fräulein *Gros* ihre exakte Ausbildung bekommen hat und als *Grosssche* Methode jetzt bereits in weiteren Kreisen angewendet wird. Durch beide Methoden wird ein tieferer Einblick in den Bau des zentralen und peripherischen Nervensystems ohne Zweifel gewonnen werden können und ist zum Teil bereits gewonnen worden.

<sup>1)</sup> Vgl. unter den Arbeiten *O. Schultzes* Nr. 62.

## V.

Es wäre unberechtigt zu fragen, was *Schultze* uns noch an wissenschaftlichen Arbeiten hätte geben können, wenn ihn nicht langjährige Krankheit und ein früher Tod am Arbeiten gehindert hätte. Aber berechtigt ist es, sich die Frage vorzulegen, in welcher Richtung und nach welchen Zielen sich seine weiteren Arbeiten bewegt haben würden, wenn wir die Voraussetzung eines folgerichtigen Ausbaues<sup>s</sup> seiner Pläne machen. Da ist vor allem zu sagen, dass er durch seine Untersuchungen über die peripherischen Nerven und die über die Beziehungen zwischen Muskel und Sehne an die Grundfragen der Gewebelehre gelangt war. Handelt es sich doch in beiden Fällen um das Vorhandensein einer Kontinuität fibrillärer Natur, in dem einen Falle darum, dass Fibrillen über weite Strecken hin in einem zelligen Netzwerk zur Abscheidung gelangen, in dem andern darum, dass die Abkömmlinge zweier verschiedener Keimblätter sogar miteinander in kontinuierliche Verbindung durch Fibrillen treten. Man könnte hieraus bereits entnehmen, dass die Entstehung der fibrillären Strukturen ein Hauptprogramm seiner weiteren Arbeiten gewesen sein würde, wenn man nicht aus persönlichen Gesprächen mit ihm wüsste, dass dies tatsächlich der Fall war. So hat ihn die Frage der Entstehung der Bindegewebsfibrillen in der Tat ernsthaft beschäftigt und er hat mit der *Bielschowskyschen* Methode Präparate darüber hergestellt. Die alte Streitfrage der Histologie über die Entstehung der Bindegewebsfibrillen, ob sie in den Zellen oder an den Zellen oder ausserhalb der Zelle entstehen, ist nun aber im letzten Jahrzehnt in neue Bahnen gelenkt worden, insbesondere durch die Untersuchungen von *Meves*, der zeigen konnte, dass die fibrillären Strukturen in allen Geweben bereits in den fädigen Bildungen der Keimblattzellen vorgebildet seien. Ein Umbau der Zellenlehre ist damit eingeleitet worden, indem neben der Kontinuität des protoplasmatischen Gefüges die Mitochondrien als wesentliche Zellorgane die Rolle eines zweiten intra- und interzellulären Kontinuums zu spielen begonnen haben, und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass *Schultze*, wenn er den durch seine Untersuchungen angeregten Fragen weiter hätte nachgehen wollen, auf die Frage der Mitochondrien und deren weitere Umbildung hätte gelangen müssen. Dass dem so ist, dafür dienen zum Beweise die letzten von ihm begonnenen Untersuchungen, deren Ergebnisse er in zwei Vorträgen während der Kriegsjahre hier in der Gesellschaft mitgeteilt hat. Wer nur rein äusserlich die Aufeinanderfolge seiner Arbeiten betrachtet, der wird vielleicht mehr eine Laune darin erblicken, dass

er sich, scheinbar unvermittelt, mit so grossem Nachdruck der Erforschung des Plastosomen- und Mitochondrienapparates zu widmen begann. Aber die hier aufgezeigte innere Verbindung lehrt, dass es sich auch hier um planvoll begonnene, weitschichtige Untersuchungen handelte. Zudem hatte er den Zellgranulis und der feineren Struktur des Plasmas schon eine Jugendarbeit gewidmet, so dass wir annehmen können, dass diese ganze Frage ihn Zeit seines Lebens in seinem Geiste beschäftigt haben wird. Was uns diese letzten Untersuchungen bieten, ist aber auch, an sich betrachtet, viel, indem er die Zellgranula ohne an dem Individualbegriff der Zelle zu rütteln, doch als die letzten Träger aller mit dem Stoff- und Formwechsel zusammenhängender Vorgänge mit Recht bezeichnen durfte. Dazu berechtigten ihn die Einblicke, die er durch die Untersuchung von Drüsenzellen, Muskelzellen und Pflanzenzellen gewonnen hatte und das Studium der einschlägigen Literatur aus der tierischen und pflanzlichen Zellenlehre. Aber so, wie sie vorliegen sind diese Untersuchungen, traurig es zu gestehen, doch nur Fragmente, und das Wort, das er kurz vor seinem Tode gesprochen hat, ist berechtigt: Seine besten Pläne musste er ins Grab nehmen.

Zum Abschluss dieser Darstellung muss noch, um Vollständigkeit zu erreichen, seines Grundrisses der topographischen und angewandten Anatomie erwähnt werden, der in glücklicher Weise zum erstenmal versucht, dieses weitschichtige Gebiet in knapper Form dem Studenten darzustellen. Für den Studenten hatte er es bestimmt, nicht für den Praktiker und in dem Studenten wollte er auf diese Weise das wissenschaftliche Denken erwecken, um der Routine und Oberflächlichkeit entgegenzuwirken. Der Grundriss ist mit feiner pädagogischer Überlegung verfasst und hat durch die kurze und knappe Form der Darstellung den Beifall der Studentenschaft gefunden. Er hatte die Genugtuung, nach sieben Jahren eine zweite Auflage des Werkes bearbeiten zu müssen und hat die Freude erlebt, dass auch die dritte Auflage, für die er allerdings eine gründliche Umarbeitung für notwendig erachtete, in Angriff genommen werden konnte.

## VI.

Wenige Worte über *Oskar Schultze* als Lehrer und Institutsleiter sollen diesen Nachruf beschliessen. Seine Lehrtätigkeit im allgemeinen ist nicht sehr abwechslungsreich gewesen<sup>1)</sup>. Sehen wir von einigen Vorlesungen speziellen Inhalts (Physiologie der Zeugung, Para-

<sup>1)</sup> Auf Grund der amtlichen Vorlesungsverzeichnisse.

siten des Menschen) ab, so hat er anfangs im Auftrage *Koellikers*, später als Privatdozent mikroskopische und entwicklungsgeschichtliche Kurse gehalten, hat dann als Extraordinarius abwechselnd mit *Koelliker* die menschliche Anatomie, während einiger Semester auch Skelett- und Muskellehre und topographische Anatomie vorgetragen, späterhin topographische Anatomie und die Vorlesungen über die Anatomie der Sinnesorgane. Seit 1911 hat er regelmässig über menschliche Anatomie, einmal über Entwicklungsgeschichte, Vorlesungen, im übrigen mikroskopisch-technische und entwicklungsgeschichtliche Kurse gehalten. Trotz der geringen Abwechslung, die sich hierin äusserlich kundgibt, war doch das innere Leben, das aus diesen Vorlesungen zu den Hörern sprach, stets rege neuschaffend tätig. Als notwendige Ergänzung dazu und als immer erneute Auffrischung dieses Lehrtriebes bedurfte er aber der steten unmittelbaren Fühlung mit seinen Hörern. Er liebte sie und empfand, dass seine Liebe erwidert wurde. Auf die unmittelbare Berührung mit der Jugend verzichten zu müssen, war der grösste Schmerz, den seine Krankheit ihm brachte. So ist es nicht wunderbar, dass er weniger die Vorlesungen, als die Demonstrationen, Kurse und Übungen als den Kernpunkt seiner Tätigkeit ansah. Er hat sich oft darüber geäussert, dass er den Erfolg seines Unterrichtes und eine Probe des Verständnisses seiner Hörer in dem Lautwerden von Fragen bei den Demonstrationen erblickte. Auch die Vielseitigkeit des Unterrichtes lag ihm am Herzen. Während der kurzen Zeit seiner Amtstätigkeit als Leiter der Anstalt hat er es gerade in der Auswahl seiner Mitarbeiter bewusstermassen als Aufgabe erkannt, dass eine anatomische Anstalt sämtliche Zweige der Anatomie zu pflegen habe. Im Mittelpunkt seines gesamten Unterrichtes stand die Tätigkeit auf dem Präparieresaal, der er, so lange seine Kräfte reichten, regelmässig die Morgenstunden vollständig widmete. Er hat stets achselzuckend über die Anatomen gesprochen, die den Präpariersaal als eine Bürde betrachten; solche hätten, so meinte er, ihren Beruf als Lehrer der Anatomie verfehlt. Ihm war es Freude, unter den Studenten zu sitzen und wer vollendete Hingabe an eine Idee in der Erscheinung verkörpert sehen wollte, der musste ihn bei dieser Tätigkeit beobachten. Sein in diesem Unterricht von ihm befolgtes Prinzip war durchaus eigentümlich, weit entfernt von dem sonst vielfach beliebten Examinieren und einer einfachen Präparierhilfe. Denn seine technische Gewandtheit im Präparieren kam ihm dabei so zu Hilfe, dass er, sich an ein Präparat setzend, die Dinge erklärte, präparierte und demonstrierte,

alles zu gleicher Zeit. Dabei stand er durchaus auf dem Standpunkt, dass es nichts Unbedeutendes gebe und die von ihm ausgearbeiteten Präparieranweisungen legen ebenso Wert auf einen systematischen Gang der Präparation, wie auf gründliche Ausnützung des Präparates. Auch waren die Anforderungen, die er im Examen stellte, keineswegs gering, und er hat einmal ausgesprochen, dass er im Examen immer nur in dem Punkt bedenklich sei, jemanden zu günstig beurteilt zu haben, was ihm als Pflichtverletzung erschien. Es waltete ja über den neun Jahren seines Ordinariates ein unseliges Geschick, nur in den drei ersten Jahren konnte er aus dem Vollen schaffen. Dann griff der Krieg ein und schliesslich erlahmte er selbst. Aber trotzdem können wir mehrere wichtige Verbesserungen in dem inneren Betrieb der Anstalt feststellen, von denen natürlich ausserhalb des Instituts kaum jemand etwas bemerken konnte. Hierzu ist zunächst zu rechnen die völlige Umarbeitung der Präparieranweisungen, die er mit seinen Mitarbeitern durchgeführt hat. 2. Die Begründung einer Studiensammlung feuchter Präparate, die er im Winter 1917 auf 18 eingerichtet hat. 3. Eine völlige Neuordnung der Institutsbibliothek und der Separata-Sammlung, 4. die Neubegründung einer Sammlung von Unterrichtstafeln, die bis zu seinem Amtsantritt eigentlich vollständig fehlten oder nur in veralteten Exemplaren vorhanden waren und endlich eine umfassende Reorganisation des Leichenwesens.

Ein mit so vielen Gaben des Geistes ausgestatteter, an so weit ausschauenden Problemen reicher Mann, berufen, ein geschichtlich berühmtes Institut zu leiten, mit allen Fähigkeiten eines Organisators ausgerüstet, erfüllt mit der Liebe zur Jugend, aber von der Natur ausgestattet mit einem Körper, der die Benutzung und Verwertung all dieser geistigen Güter nicht ertrug — so ist er eine wahrhaft tragische Erscheinung. In der Natur nennen wir die Übereinstimmung von Bau und Leistung etwas Zweckmässiges und das dennoch oft zu beobachtende Unzweckmässige stellt uns stets vor einen Widerspruch. Das Dasein des Unzweckmässigen erscheint dann besonders problematisch, wenn man sich, wie manche Forscher, auf den Standpunkt stellt, dass in der Tat ein zwecktätiges Prinzip die organischen Bildungen beherrsche. Klarer wird uns das Verhältnis allerdings dann erst, wenn wir rein naturwissenschaftlich das Leben in all seinen Äusserungen als Reaktionen betrachten und die dabei beobachtete Zweckmässigkeit als das auffassen, was sie ja eigentlich ist, nämlich als ein ordnendes Prinzip, das wir in die Dinge hineindenken. Für das Leben des Menschen kann unmöglich etwas anderes gelten. Das

tragische Geschick des von uns so Beklagten erscheint uns als etwas Zweckwidriges. Glaube und Religion lehren uns auch hier, wenn unser Mitleid menschlich rege wird mit ihm und allen, die ihm nachtrauern, zu glauben, dass Gottes Wege dunkel seien und wir die Zusammenhänge, in denen auch dadurch das Gute entstehen könne, nicht zu übersehen vermögen. Aber als Mitgliedern unserer physikalisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft, als Naturforschern, steht es uns nur zu, auch hier von der Notwendigkeit alles Geschehens zu sprechen, das tatsächlich Geleistete auch in diesem Leben dankbar unser eigen zu nennen und das Bild des heimgegangenen Mitgliedes in uns lebendig zu halten.

### Verzeichnis der Veröffentlichungen *Oskar Schultzes*.

1. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Batrachier. Diss. inaug. 1883.
2. Über Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. Anat. Anz. 1886.
3. Über die Karyokinese in den ersten Zellen (Furchungskugeln) des Axolotl. Sitzungsber. des Wbg. phys.-med. Ges. 1886.
4. Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. Erste Abhandlung. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1887.
5. Die vitale Methylenblaureaktion der Zellgranula. Anat. Anz. 1887.
6. Zur ersten Entwicklung des brauner Grasfrosches. Gratulationsschrift für A. v. Koelliker. Leipzig. 1887.
7. Über Achsenbestimmung des Froschemryo. Biol. Zentr. Bl. 1887.
8. Die Entwicklung der Keimblätter und der Chorda dorsalis von *Rana fusca*. Habilitationsschrift. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 47. 1888.
9. Über den Einfluss des Hungers auf die Zellkerne. S.-Ber. phys.-med. Ges. 1888.
10. Über die Entwicklung der Medullarplatte des Froscheies. Verhdlg. phys.-med. Ges. 1889.
11. Über die Zellteilung. Sitz. Ber. phys.-med. Ges. 1890.
12. Über die Entwicklung der Netzhautgefäße. Verhdlg. der Anat. Ges. München. 1891.
13. Zur Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems im Säugetierauge. Festschrift für Koelliker. Mit 5 Tafeln. 1892.
14. Über die erste Anlage des Milchdrüsenapparates. Vorl. Mitteilung. Anat. Anz. Bd. VII. 1892.
15. Milchdrüsenentwicklung und Polymastie. Sitz.-Ber. phys.-med. Ges. 1892.
16. Demonstration eines neuen Schneideapparates für grosse Schnitte. Sitzsber. phys.-med. Ges. 1892.
17. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Milchdrüsen. Verhdlg. phys.-med. Ges. N. F. Bd. 27. 1893.
18. Über die Bedeutung der Schwerkraft für die organische Gestaltung sowie über die mit Hilfe der Schwerkraft mögliche künstliche Erzeugung von Doppelmissbildungen. Verhdlg. phys.-med. Ges. 1894.

19. Die künstliche Erzeugung von Doppelmissbildungen bei Froschlarven mit Hilfe abnormer Gravitationswirkung. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. I. 1894.
20. Über die Einwirkung niederer Temperatur auf die Entwicklung des Frosches. Anat. Anz. Bd. 10. 1894.
21. Über die Embryonalhüllen und die Plazenta der Säugetiere und des Menschen. S-Ber. phys.-med. Ges. 1896.
22. Über die embryonale und bleibende Segmentierung. Verh. anat. Ges. 1896.
23. Neue Untersuchungen über die Notwendigkeit der richtenden Wirkung der Schwerkraft für die Entwicklung. Sitzungsber. phys.-med. Ges. 1897.
24. Demonstrationen neuer Konservierungen mit Erhaltung der natürlichen Färbung menschlicher und tierischer Präparate. Sitzungsber. phys.-med. Ges. 1898.
25. Über die Einwirkung niederer Temperatur auf die Entwicklung des Froscheies. Zweite Mitteilung Anat. Anz. Bd. 16. 1899.
26. Zur Frage von der Entwicklung der Doppelmissbildungen. Zentralbl. f. allgemeine Pathol. Bd. 10. 1899.
27. Über den Einfluss des Luftmangels auf die erste Entwicklung des Eies. Verhdlg. phys.-med. Ges. 1899.
28. Über die Notwendigkeit der freien Entwicklung des Embryos. Arch. mikr. Anat. Bd. 55. 1899.
29. Über die Sulci venosi des Schädeldaches. Zeitschr. Morphol. u. Anthr. Bd. I. 1899.
30. Über Sulci venosi meningei. Verhdlg. anat. Ges. 1899.
31. Die bilaterale Symmetrie des Amphibieneies. Verhdlg. Anat. Ges. Tübingen. 1899.
32. Über das erste Auftreten der bilateralen Symmetrie im Verlaufe der Entwicklung. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 55. 1899.
33. Mikroskopische Anatomie der Linse und des Strahlenbündchens. Handbuch der Augenheilkunde. Gräfe-Sämischs Handbuch. 1900.
34. Zur Frage von der Bedeutung der Schwerkraft für die Entwicklung des tierischen Embryo. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 56. 1900.
35. Über die Entwicklung und Bedeutung der Ora serrata des menschlichen Auges. Verhdlg. phys.-med. Ges. 1901.
36. Zur Frage von den geschlechtsbildenden Ursachen. Arch. mikr. Anat. Bd. 36. 1903.
37. Über die Entwicklung des peripherischen Nervensystems. Verhdlg. Anat. Ges. 1904.
38. Nachtrag zu meinen auf der Anatomenversammlung in Jena gehaltenen Vortrag über die Entwicklung des peripherischen Nervensystems. Anat. Anz. Bd. 35. 1904.
39. Über Stückfärbung mit Chromhämotoxin. Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. Bd. 31. 1904.
40. Weiteres zur Entwicklung der peripherischen Nerven mit Berücksichtigung der Regenerationsfrage nach Nervenverletzungen. Verhdlg. phys.-med. Ges. 1905.
41. Die Kontinuität der Organisationseinheiten der peripherischen Nervenfasern. Pflügers Arch. Bd. 18. 1905.
42. Über partiell albinotische und mikrophthalmische Larven von Salamandra maculata nebst einigen Angaben über die Fortpflanzung dieses Tieres. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 82. 1905.
43. Über Albinismus und Mikrophthalmie. Sitzungsber. Phys.-med. Ges. 2. 1905.
44. Ein die sog. Schwannschen Zellen betreffender Vorschlag. Anat. Anz. Bd. 27. 1905.

45. Über die Frage nach dem Einfluss des Lichtes auf die Entwicklung und Pigmentierung der Amphibieneier und Amphibienlarven. Sitzungsber. preuss. Akad. Math. phys. Klin. 1905.
46. *Albert v. Koelliker*. Nachruf Med. Klinik. 1905.
47. Beiträge zur Histogenese des Nervensystems. I. Über die multizelluläre Entstehung der peripherischen sensiblen Nervenfasern und das Vorhandensein eines allgemeinen Endnetzes sensibler Neuroblasten bei Amphibienlarven Arch. mikr. Anat. Bd. 66. 1905.
48. Zur Frage von dem feineren Bau des elektrischen Organs der Fische. Festschrift für *Rosenthal*. 1906.
49. Das Weib in anthropologischer Betrachtung. Würzburg. Stubers Verlag. 1906.
50. Zur Histogenese der peripherischen Nervenfasern. Verhdlg. anat. Ges. 1906.
51. Über den Bau und die Bedeutung der Aussenkutikula der Amphibienlarven. Arch. mikr. Anat. Bd. 69. 1907.
52. Zur Histogenese des Nervensystems. Sitzungsber. preuss. Akad. Math. Klin. 1908.
53. Notiz über die Anwendung der Worte Cavum und Spatium in der Anatomie. Anat. Anz. Bd. 32. 1908.
54. *Franz v. Leydig*. Nachruf. Münch. med. Wochenschr. 1908.
55. Neue Methoden der histologischen, aufhellenden und korrodierenden Technik mit Besprechung der Ergebnisse und Demonstrationen. Phys.-med. Verhdlg. Bd. 40. 1910.
56. Über die Anwendung der Osmiumsäure und eine neue Osmiumhämatoxylinmethode. Zeitschr. wiss. Mikr. Bd. 37. 1910.
57. Die Kontinuität der Muskelfibrillen und Sehnenfibrillen. Sitzungsber. phys.-med. Ges. 1910.
58. Über den direkten Zusammenhang von Muskelfibrillen und Sehnenfibrillen. Verhdlg. phys.-med. Ges. 1911.
59. Über die Genese der Granula in den Drüsenzellen. Anat. Anz. Bd. 38. 1911.
60. Nekrolog auf *Stöhr*. Verhdlg. Wbg. phys. Med.
61. Bärenembryonen. Festschr. für *Schwalbe*. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropologie. Bd. 18. 1914.
62. Altes und Neues über den Bau und die formative Tätigkeit des Protoplasmas. Sitzungsber. phys.-med. Ges. 1915.
63. Über die Lokalisation der Gestaltungs- und Betriebsfunktionen innerhalb des Protoplasmas. Sitzungsber. phys. Med. 1916.
64. Neues zur mikroskopischen Untersuchung des Zentralnervensystems. Sitzungsber. phys. Med. 1918. (Dieser auf der 2. Kriegstagung der deutschen Gesellschaft für Psychiatrie gehaltene Vortrag ist nur in Sonderabdrücken gedruckt und nicht in den „Sitzungsberichten“ erschienen, für die er bestimmt war).
65. Zur Kenntnis der Saftbahnen des Knorpels. Festschrift für *O. Hartwig*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 94. 1920.



# Neue Untersuchungen über den Farbensinn und seine Störungen.

(Auszug.)

Von

C. v. Hess.

---

Unter den angeborenen Farbensinnstörungen ist die sogenannte partielle Farbenblindheit verhältnismässig häufig und schon lange bekannt; die erste genauere Selbstbeobachtung stammt von *Dalton* (1798). Die Untersuchungen von *Seebeck* (1837) ergaben, dass diese partiell Farbenblinden nicht alle gleiches Verhalten zeigen. *Helmholtz* unterschied 2 Arten als Rotblinde und Grünblinde, da er ursprünglich der Meinung war, der einen Gruppe fehlten die rotempfindenden, der zweiten die grünempfindenden Fasern. Man erkannte bald die Unhaltbarkeit dieser Hypothese, aus der unter anderem folgen würde, dass diesen Farbenblinden die Fähigkeit der Empfindung farbloser Helligkeit abgehe: ein uns weiss erscheinender Gegenstand müsste ihnen infolge Fehlens einer Faserart in einem gesättigt farbigen Lichte erscheinen, was nicht der Fall ist. An Stelle dieses Erklärungsversuches setzte *Helmholtz* später einen anderen, zuerst von *A. Fick* geäusserten, wonach die „Erregbarkeitskurven“ der supponierten drei Faserarten bei den partiell Farbenblinden anderen Verlauf haben sollten als beim Normalen, und zwar sollte bei der einen Gruppe die Kurve für die grünempfindenden Fasern mit jener für die rotempfindenden, bei der anderen die Kurve für die rotempfindenden mit jener für die grünempfindenden Fasern zusammengefallen sein. Die Unzulässigkeit dieser Auffassung hat *Hering* eingehend dargetan; ihm verdanken wir auch

die für alle weitere Forschung grundlegende Feststellung, dass allen Augen, welchen von Geburt die Fähigkeit fehlt, Rot zu empfinden, auch die Fähigkeit der Grünempfindung abgeht und umgekehrt, dass also sowohl die sogenannten Rotblinden als auch die sogenannten Grünblinden beide rotgrünblind sind; die farbigen Sehqualitäten sind bei beiden auf Blau und Gelb beschränkt. Auch hier haben sich, ebenso wie hinsichtlich der Annahme einer von der farbigen unabhängigen farblosen Empfindungsreihe die Anhänger der Dreifasertheorie nach anfänglichem Widerspruche der Darstellung *Herings* angeschlossen. Dagegen fehlte bisher eine befriedigende Erklärung für die Verschiedenheiten zwischen den beiden als Rot- und als Grünblinde unterschiedenen Gruppen.

Das Folgende dürfte leichter verständlich werden, wenn wir zuvor einen Blick auf den Farbensinn der peripheren Netzhaut werfen: Die Fähigkeit, farbige Empfindungen zu vermitteln, kommt nicht allen Stellen der normalen Netzhaut in gleichem Masse zu, nur ein kleiner Bezirk an der Stelle des direkten Sehens und seiner nächsten Umgebung besitzt die Fähigkeit, alle Farben in „normaler“ Weise wahrzunehmen, von hier erfolgt peripherwärts eine rasche Abnahme des Farbensinnes derart, dass zunächst die Fähigkeit, Rot und Grün zu empfinden, allmählich und für beide Farben gleichmässig abnimmt und weiterhin vollständig schwindet; bei noch mehr indirektem Sehen nimmt auch die Fähigkeit, Blau und Gelb zu empfinden, immer mehr ab, so dass die äusserste Peripherie der Netzhaut nur noch die Wahrnehmung von Hell und Dunkel vermittelt. Wir können also sagen, dass im normalen Auge einerseits der Rotgrünsinn, andererseits der Blaugelbsinn vom Zentrum nach der Peripherie abnimmt, und zwar ersterer wesentlich rascher als letzterer.

Für das rotgrünblinde Auge, das also nur Blaugelbempfindungen hat, lässt sich dies grobschematisch etwa in der folgenden Weise darstellen. Wir denken uns einen Schnitt durch die Netzhaut und tragen auf diesem die den verschieden exzentrischen Netzhautstellen entsprechenden relativen Mengen der schwarzweiss und der blaugelb empfindenden Substanz als Ordinaten von entsprechender Höhe auf. Das Gesetz, nach dem jene Abnahme gegen die Peripherie der Netzhaut erfolgt, ist noch nicht genügend bekannt, die Form, die wir den fraglichen Kurven geben, also bis zu einem gewissen Grade willkürlich, was aber für die uns hier beschäftigenden Fragen nicht störend in Betracht kommt. Auch die blaugelbempfindende Substanz ist in der Netzhautmitte am reichlichsten und nimmt von da nach der Peripherie

allmählich ab. Nun ist mit der Möglichkeit zu rechnen, dass die absolute Menge der Blaugelbsubstanz nicht in allen Augen die gleiche ist, während die Art ihrer Abnahme nach der Peripherie in ähnlicher oder gleicher Weise erfolgt, wie im normalen Auge. In unserem Diagramm käme dies darin zum Ausdruck, dass für die Blaugelbkurve bei gleicher Form derselben alle Ordinaten entsprechend grösser oder kleiner wären als beim Normalen. Wir wollen solche Fälle als Blaugelb-Überwertigkeit, bzw. -Unterwertigkeit bezeichnen.

Je grösser bzw. kleiner die Menge der blaugelbempfindenden Substanz im Verhältnis zu der schwarzweissempfindenden ist, um so gesättigter bzw. ungesättigter werden *ceteris paribus* blaue und gelbe Strahlungen dem Untersuchten erscheinen. Im Falle einer Blaugelbunterwertigkeit tritt also bei normaler Schwarzweisswertigkeit die farbige Empfindung gegenüber der farblosen mehr oder weniger zurück, die blauen und gelben Farben werden von einem solchen unterwertigen Auge mehr mit Weiss bzw. Grau verhüllt gesehen als *ceteris paribus* vom normalen.

Die Feststellung und insbesondere eine genauere zahlenmässige Kennzeichnung solcher Sättigungsverschiedenheiten bzw. Unterwertigkeiten begegnete beträchtlichen experimentellen Schwierigkeiten; es ist mir aber möglich gewesen, die Aufgabe auf 6 verschiedenen Wegen zu lösen, die alle zu übereinstimmenden Ergebnissen führten. Zwei Beispiele mögen zur Erläuterung dienen.

Im Falle einer Blaugelbunterwertigkeit müssen, wenn die Kurven den angenommenen Verlauf zeigen, die Gesichtsfeldgrenzen für Blau und Gelb weniger weit peripher liegen als in der Norm. In der Tat ist mir mit besonderen perimetrischen Methoden der Nachweis einer solchen Einschränkung der Blaugelbgrenzen bei jener Gruppe von Rotgrünblinden gelungen, die man unter dem Namen Rotblinde zusammenfasst. Da eine periphere Einschränkung aber an sich noch nicht notwendig entsprechende Unterwertigkeit auch der mittleren Netzhaut beweist<sup>1)</sup>, so waren noch Methoden zum Nachweise von Blaugelbunterwertigkeit (bzw. Überwertigkeit) auch auf dieser letzteren auszuarbeiten. Ich ging dazu unter anderem in der folgenden Weise vor: Eine blaue und eine gelbe Kreiselscheibe werden nicht in der gewöhnlichen Weise,

<sup>1)</sup> Es könnte z. B. an die Möglichkeit gedacht werden, dass die Kurve, welche die periphere Abnahme der Blaugelbempfindung versinnlicht, in verschiedenen Augen eine wesentlich verschiedene Form hätte, z. B. peripherwärts steiler abfiel, als in der Norm. Meine bisherigen Befunde haben für eine solche Annahme keinen Anhaltspunkt ergeben.

d. h. so, dass beide radiär geschlitzt sind, miteinander kombiniert, vielmehr wird die eine Scheibe in Form einer Kurve von solcher Art aufgeschnitten, dass die von den verschiedenen Punkten der Kurve zur Scheibenmitte gezogenen Radien für jeden Zentimeter Abstandsunterschied je einen Winkel von  $10^{\circ}$  einschliessen; dadurch ist erreicht, dass beim Rotieren die Scheibe nahe der Peripherie deutlich blau, nahe dem Zentrum deutlich gelb erscheint, in den mittleren Scheibenteilen geht das Gelb bzw. Blau ganz allmählich in gelbliches bzw. bläuliches Grau über, in einem verhältnismässig schmalen mittleren Bezirke erscheint das Gemisch farblos. Eine Blaugelbunterwertigkeit kommt bei Untersuchung an dieser Scheibe darin zum Ausdrucke, dass der mittlere, farblos gesehene Bezirk für den Untersuchten breiter ist, als beim Normalen, um so breiter, je stärker die Unterwertigkeit ist; die Breite des farblosen Bezirkes gibt also zugleich eine Möglichkeit, die Unterwertigkeit messend zu kennzeichnen; in der Tat konnte ich so vielfach recht genaue Messungen vornehmen.

Es ist von prinzipiellem Interesse, dass es mir gelang, sogar objektiv, d. h. unabhängig von den Angaben des Untersuchten, den Nachweis zu führen, dass verschiedenen Rotgrünblinden wesentlich verschiedene Blaugelbwertigkeit zukommt. Ich bediene mich dazu eines Apparates, der ursprünglich zu anderem Zwecke hergestellt, mich auch bei Untersuchung des Farbensinnes vielfach gefördert hat, das Differentialpupilloskop. Das für uns hier Wesentliche ist die Möglichkeit, auf das untersuchte Auge in sehr raschem Wechsel ein freifarbiges und ein farbloses Licht wirken zu lassen, dessen Lichtstärke innerhalb sehr weiter Grenzen kontinuierlich und messbar variiert werden kann. Für den Grad der Pupillenverengung, die ein farbiges Licht herbeiführt, ist wesentlich die Helligkeit, in der dieses Licht vom Untersuchten gesehen wird. Diese ist z. B. für ein bestimmtes Rot beim Rotblinden beträchtlich kleiner als beim Grünblinden. Wenn ich also für den Grünblinden ein farbloses Licht aufsuche, das einem bestimmten gelblichen Rot pupillomotorisch gleichwertig ist, so muss ich dem farblosen Lichte verhältnismässig hohe Lichtstärke geben; für einen Rotblinden ist dies viel zu hell, zur motorischen Gleichung muss seine Stärke wesentlich niedriger genommen werden, noch viel niedriger ist sie für den total Farbenblinden. Diese 3 Gruppen von Farbenblinden zeigen also bei der Pupillenuntersuchung gegenüber jenem gelblich-roten Lichte charakteristische, grosse Verschiedenheiten des Pupillenspieles derart, dass der Rotblinde in der Mitte zwischen dem Grünblinden und dem total Farbenblinden steht.

Je stärker die Blaugelbunterwertigkeit eines Rotgrünblinden ist, um so mehr nähert sich sein Pupillenspiel dem des total Farbenblinden.

Ein weiteres pupilloskopisches Verfahren, das sich an das eben angedeutete anschliesst, bietet die Möglichkeit, einen gewissen Massausdruck für die Sättigung zu gewinnen, in der blaue bzw. gelbe Lichter von dem Untersuchten gesehen werden.

Alle meine Methoden führten nun übereinstimmend zu dem Ergebnisse, dass die „Grünblinden“ hinsichtlich ihrer Blaugelbwertigkeit dem Normalen ähnlich oder gleich sind, während sich bei allen „Rotblinden“ eine zum Teil sehr beträchtliche Blaugelbunterwertigkeit fand; der Rotblinde steht also auch hierin gewissermassen zwischen dem Grünblinden und dem total Farbenblinden und wäre erst durch die Bezeichnung blaugelbunterwertiger Rotgrünblinder genügend gekennzeichnet; da dies im Gebrauche zu schwerfällig wäre, mögen die seit 50 Jahren eingebürgerten Bezeichnungen Rotblindheit und Grünblindheit zur Kennzeichnung der beiden verschiedenen Zustände beibehalten werden.

Der Grad der Blaugelbunterwertigkeit ist nicht bei allen Rotblinden der gleiche, es gibt also eine Reihe von Zwischenformen zwischen der Grünblindheit und der totalen Farbenblindheit, die alle unter dem Namen Rotblindheit zusammengefasst werden. Andererseits ergaben mir entsprechende Untersuchungen an Grünblinden die interessante Tatsache, dass auch hier die Blaugelbwertigkeit nicht überall die gleiche ist: bei der Mehrzahl ist sie jener beim Normalen ähnlich oder gleich, bei einem anderen Teile der Grünblinden aber findet sich ausgesprochene Blaugelbüberwertigkeit, die z. B. in wesentlich weiteren Blaugelbgesichtsfeldgrenzen zum Ausdrucke kommt, als sie der Normale zeigt. —

Die bisher besprochenen Formen der partiellen Farbenblindheit sind durch das völlige Fehlen gewisser farbiger Qualitäten des Gesichtsinnes charakterisiert; bei einer zweiten grossen Gruppe von angeborenen Farbensinnstörungen ist sowohl Rotgrünempfindung als auch Blaugelbempfindung vorhanden, es sind aber wesentliche Abweichungen von der Norm nachweisbar, die wir im Anschlusse an *Hering* als individuelle Verschiedenheiten des Farbensinnes bezeichnen können. Sie sind in den letzten 30 Jahren, insbesondere auch im Hinblick auf ihre praktische Bedeutung, Gegenstand vielfacher Erörterungen gewesen.

Den Ausgangspunkt für diese bildet eine Beobachtung *Rayleighs* (1881), der am Spektralapparat aus gelblichem Rot und aus gelblichem Grün ein Gelb mischte und zwischen diesem Mischgelb und einem homogenen Gelb eine Gleichung für sein normales Auge herstellte.

Es zeigte sich, dass diese nicht für alle farbentüchtigen Beobachter zutrif, vielmehr sahen einige das Mischlicht deutlich rötlich, andere grünlich.

Man war bisher der Meinung, die Prüfung dieser sog. Rayleighgleichung könne nur in der angegebenen Weise mit Hilfe spektraler Lichter vorgenommen werden, und man war deshalb auf Benutzung verwickelter und kostspieliger Apparate angewiesen, die zudem nur einer verhältnismässig beschränkten Anwendung fähig waren. Ich fand nun, dass sich auch mit farbigen Glaslichtern, ja schon mit der einfachen Kreiselmethode ein grosser Teil der einschlägigen Fragen ebensogut oder noch besser in Angriff nehmen lässt als in der bisher üblichen Weise. Ich darf das hier Wesentliche durch einen einfachen Versuch erläutern: Wir stellen auf einer kleinen Kreiselscheibe ein Rot und ein Grün zusammen, die so gewählt sind, dass bei Tageslicht ihre Mischung bei passender Sektorengrösse nahezu farbloses, bzw. schwach gelbliches Grau ergibt; auf einer dahinter befindlichen grossen Kreiselscheibe mischen wir aus Weiss, Schwarz und einem kleinen Gelbsektor ein schwach gelbliches Grau, dem wir durch Regulierung der schwarzen und weissen Sektoren gleiche Helligkeit mit dem Rotgrüngenmische geben, so dass also für das normale Auge eine in bezug auf Farbe und Helligkeit genaue Gleichung zwischen der grossen und der kleinen Kreiselscheibe entsteht. Es zeigt sich nun, dass diese Gleichung nicht für alle farbentüchtigen Augen gilt. Ein Teil der Beobachter sieht die innere Scheibe rötlich, ein anderer grünlich, wir können sie daher als relativ Rotsichtige und relativ Grünsichtige vom Normalen unterscheiden.

Genauere vergleichende Untersuchungen müssen in angenähert gleichem Abstände vorgenommen werden. Betrachte ich eine Gleichung, die ich für einen Abstand von 1—1,5 m hergestellt habe, aus 4—6 m Entfernung, so erscheint mir die kleine Scheibe deutlich rötlich. Dies hat seinen Grund darin, dass bei dem grösseren Abstände das Bild der Rotgrünscheibe ganz auf jene mittlere Netzhautzone fällt, wo der lichtempfindlichen Schicht der Farbstoff des gelben Fleckes vorgelagert ist, der die roten und gelben Strahlen fast ungeschwächt durchlässt, dagegen von den kürzerwelligen einen mehr oder weniger grossen Teil zurückhält.

Das geschilderte Verfahren hat vor den bisher üblichen nicht nur den Vorzug grosser Einfachheit; es ermöglicht auch die messende Kennzeichnung des Grades der Störung durch entsprechende Änderung der Sektorengrösse. Für praktische Zwecke ist die Möglichkeit, leicht Untersuchungen in grösserem Umfange anzustellen, von wesentlicher Bedeutung.

Auch das Verfahren der kontinuierlich variablen Kreiselmischung, wie es vorhin für Blau und Gelb geschildert wurde, kann zur Unter-

suchung der in Rede stehenden Störungen dienen: Wir verbinden wieder eine entsprechend zugeschnittene rote und grüne Scheibe so, dass beim Rotieren aussen verhältnismässig freies Rot sichtbar ist, das durch rötliches Grau in reines Grau übergeht, an das sich nach der Scheibenmitte allmählich immer freier werdendes Graugrün anschliesst. Hier können wir mit geeigneten Anordnungen leicht feststellen, dass für den relativ Rotsichtigen die farblos graue Zone mehr gegen das Zentrum, für den relativ Grünichtigen mehr nach der Peripherie der Scheibe liegt als beim Normalen. Zu messender Untersuchung fand ich besonders zweckmässig, ein kleines Stück grauen Papiere vor der rotierenden Scheibe zu verschieben, dem man durch Drehen zum einfallenden Lichte jeweils angenähert gleiche Helligkeit mit dem Grunde gibt. Vor den rot gesehenen Partien der rotierenden Scheibe erscheint das graue Papier im Kontrast grünlich, vor den grünen rötlich, nur vor den grau gesehenen Scheibenabschnitten ist zwischen diesen und dem grauen Papier eine Gleichung in bezug auf Farbe und Helligkeit möglich.

Durch diese Untersuchungen lernen wir also eine Abweichung von der Norm kennen, die wir kurz als Rotgrünungleichheit bezeichnen wollen, um auszudrücken, dass zur Herstellung eines farblosen Grau für den Untersuchten das Rot und Grün in anderen Mengenverhältnissen gemischt werden müssen als für den Normalen.

Es war bisher die Meinung herrschend, eine derartige abweichende Einstellung der Rayleighgleichung sei gleichbedeutend mit sogenannter „Farbenschwäche“. Dieser verbreitete Irrtum ist zu einem grossen Teile schuld an der Verwirrung, die in den einschlägigen Fragen noch immer herrscht. Eine Klärung wird erst möglich, wenn wir streng zwischen Ungleichheit und Unterwertigkeit für verschiedene Farben unterscheiden und beide messend zu kennzeichnen lernen. Die vorhin bei Besprechung der Rotgrünblindheit angedeuteten Verfahren lassen sich in ähnlicher Weise auch zur Untersuchung der Unterwertigkeiten für Rot und Grün benützen.

Es kann sich nun weiter Rotgrünungleichheit mit Überwertigkeit oder Unterwertigkeit für einzelne Farben oder Farbenpaare kombinieren. Die Erörterung aller sich hieraus ergebenden Möglichkeiten und der tatsächlich vorkommenden Formen würde viel zu weit führen<sup>1)</sup>. —

<sup>1)</sup> Vgl. hierüber: C. Hess: Die angeborenen Farbensinnstörungen und das Farbengesichtsfeld. Arch. f. Augenheilkunde Bd. 86, H. 3/4 (1920) und: Die relative Rotsichtigkeit und Grünichtigkeit. Arch. f. Ophthalm., Festschrift f. E. Fuchs (1921).

Ich habe bisher nur von den farbigen Sehqualitäten bei angeborenen Farbensinnstörungen gesprochen. Auf das Verhalten der farblosen Empfindungsreihe sei nur so weit eingegangen, als dies zum Verständnisse der eben besprochenen Störungen wünschenswert ist.

Damit wir eine bestimmte Strahlung farbig sehen, ist erforderlich, dass 1. diese Strahlung genügende Stärke hat und dass 2. unser Sehorgan bis zu einem gewissen Grade an höhere Lichtstärken angepasst („helladaptiert“) ist: alle bunten Farben werden bei abnehmender Lichtstärke und bei zunehmender Dunkeladaptation weniger gesättigt, mehr mit Grau verhüllt gesehen, weiterhin erscheinen sie farblos und nur noch nach Helligkeiten verschieden; es ist von besonderem Interesse, die Helligkeitsänderungen kennen zu lernen, die hierbei die verschiedenen Farben erfahren (*Purkinjesches* Phänomen).

Die einschlägigen Feststellungen haben dadurch grosse Bedeutung erhalten, dass, wie *Hering* zeigte, bei jener merkwürdigen Störung, die wir als angeborene totale Farbenblindheit kennen, das Spektrum, wie überhaupt alle für uns farbigen Lichter bei allen Lichtstärken und bei Helladaptation so gesehen werden, wie vom normalen dunkeladaptierten Auge bei geringer Lichtstärke. Ein für uns leuchtendes Rot erscheint den total Farbenblinden grau, fast schwarz, ein für uns dunkles Blau ziemlich hell grau, das Spektrum in der Gegend des gelblichen Grün am hellsten. Dementsprechend finden wir auch bei Untersuchung des Pupillenspieles solcher total Farbenblinder, dass das Rot nur sehr geringe Pupillenverengung hervorruft, ein für uns dunkles Blau stärkere, das Grün des Spektrums stärkste usw. So ist es mir wiederholt möglich gewesen, allein aus dem Verhalten der Pupille am Pupilloskop totale Farbenblindheit zu erkennen.

Dies alles ist nun von besonderem Interesse durch Beziehungen zu dem Farbensinne bei Tieren. Nach dem soeben über objektive Untersuchung des Farbensinnes mit dem Pupilloskop Gesagten lag es nahe, das gleiche Verfahren auch bei Tieren zu versuchen. Ich konnte so z. B. feststellen, dass Tagvögel, wie Hühner und Tauben, sich am Pupilloskop insofern ähnlich wie der normale Mensch verhalten, als rote und gelbe Lichter starke Pupillenverengung hervorrufen. Grünblaue und blaue dagegen haben hier verhältnismässig geringe Wirkung, weil in den Netzhäuten dieser Vögel dem lichtempfindlichen Apparate eine Schicht von gelben und roten Ölkugeln vorgelagert ist.

Unter den Wirbellosen haben nur Tintenfische ein für unsere Zwecke geeignetes feines Pupillenspiel. Die messende Untersuchung

am Pupilloskop und im Spektrum ergibt überraschend genaue Übereinstimmung mit dem Verhalten des total farbenblinden Menschen.

Bei den bisher besprochenen Versuchen diente die durch verschiedene Strahlungen hervorgerufene Zusammenziehung der Pupillen- bzw. Irismuskeln zur Farbensinnprüfung. Viele Tiere, die kein Pupillenspiel haben, werden durch Strahlen verschiedener Wellenlänge veranlasst, sich in bestimmter Richtung zu bewegen. So haben z. B. viele Jungfische und Krebse die Neigung, stets nach der für sie hellsten Stelle zu schwimmen, und ebensogut, wie dort der Pupillenreflex, kann uns hier der durch verschiedene farbige Lichter ausgelöste Schwimmreflex anzeigen, welches von verschiedenen farbigen Lichtern den Tieren am hellsten erscheint. Systematische Durcharbeitung des Gebietes auf dem neuen Wege führte mich zu dem interessanten Ergebnisse, dass alle Wirbellosen und unter den Wirbeltieren die Fische total farbenblind sind. Farbige Sehqualitäten sind nur in der Wirbeltierreihe und auch hier erst nach dem Übergange vom Wasser- zum Luftleben zur Entwicklung gekommen.

Die angeborenen Verschiedenheiten und Störungen des Farbensinnes beim Menschen, die uns hier beschäftigt haben, sind somit dadurch gekennzeichnet, dass ein anderes Verhalten als im normalen Auge nur die farbigen Sehqualitäten zeigen, die wir soeben als stammesgeschichtlich verhältnismässig jungen Besitz kennen gelernt haben. Die stammesgeschichtlich so viel ältere farblose Empfindungsreihe dagegen zeigt bei allen bisher bekannten Abweichungen von der Norm kein anderes Verhalten, als beim normalen Dunkeladaptierten und das gleiche, das ich weit herab in der Tierreihe bis zu den niedersten Metazoen habe nachweisen können.

---



# Wegeners Kontinental-Verschiebungstheorie und die Tiergeographie.

Von

Leopold v. Ubisch, Würzburg.

---

## I. Einleitung.

*Wegener* versucht durch die Kontinental-Verschiebungstheorie unsere bisherigen Anschauungen über das Zustandekommen der Verteilung von Kontinenten und Ozeanen, Inseln und Gebirgen, also über das meiste von dem, was *Süss* kurz und treffend als das „Antlitz der Erde“ bezeichnet hat, grundlegend zu verändern.

Es ist klar, dass eine derartige Theorie, möge sie wie auch immer gestaltet sein, wenn sie ganz oder teilweise zur Annahme gelangt, auch die Anschauungen des Zoologen auf sehr wichtigen Forschungsgebieten stark beeinflussen müsste. Ich nenne nur die Stammesgeschichte der Tiere, die Tiergeographie und die Vererbungs-Wissenschaft.

Trotz dieser Überlegung könnte der Zoologe von einer Stellungnahme solange absehen, bis durch die Diskussion unter den eigentlichen Fachmännern, also Geologen, Geographen und Geophysikern, einigermaßen geklärt ist, ob *Wegeners* Theorie nicht nur eine geistvolle Spekulation ist, sondern auf reellem Boden steht. Diese Klärung kann man bis jetzt nicht als herbeigeführt ansehen. Der Streit für oder gegen *Wegener* ist in vollem Gange.

Aber es liegt ein zwingender Grund vor, sich vom zoologischen Standpunkt aus mit *Wegeners* Theorie zu beschäftigen. *Wegener* zieht als Stütze für seine Theorie zahlreiche zoologische Angaben heran. Und es muss daher die Aufgabe des Zoologen sein, zu untersuchen,

ob diese Angaben der Kritik standhalten, ob sie die Beweiskraft haben, die *Wegener* ihnen zuschreibt, ob es nicht andere Tatsachen gibt, die der Theorie widersprechen und endlich, ob nicht vielleicht solche herangezogen werden können, die beweiskräftiger für *Wegeners* Theorie sind, als die von ihm selbst zitierten.

Auf *Wegeners* Theorie gehe ich hier nicht ein, sondern verweise auf die zweite Ausgabe seines Buches „Die Entstehung der Kontinente und Ozeane“ (Die Wissenschaften. 1920). Nur soviel sei hier gesagt: *Wegener* stellt sich vor, dass die Lithosphäre nach ihrer Erstarrung die ganze Erde mit einem ununterbrochenen Mantel umgab, der unter dem Einfluss verschiedener Kräfte in einzelne Schollen zerbrochen wurde, die nunmehr entsprechend ihrem geringeren spezifischen Gewicht isostatisch ausgeglichen auf der schweren Barysphäre in westlicher Richtung treiben. Es sind dies die heutigen Kontinente.

Im Carbon sollen sämtliche Schollen im wesentlichen in einer grossen Masse vereinigt gewesen sein. Durch eine grosse meridionale Spalte wurde Amerika von Europa-Afrika und der Antarktis abgetrennt und wanderte schneller als der restierende Teil nach Westen. Ebenso wurde Vorderindien, das damals über Madagaskar mit Afrika in Verbindung stand, von diesem getrennt und nach Norden zusammengeschieben, so dass es den heute verhältnismässig kurzen Zipfel bildet.

Australien schliesslich, das ursprünglich mit seiner Westküste mit der Ostküste von Vorderindien verbunden war, und ebenso durch seine Südküste mit der Antarktis zusammenhing, löste sich von beiden und wanderte in nordwestlicher Richtung, um in der Jetztzeit mit der hinterindischen Inselwelt zusammenzustossen.

## II. Wegeners biologische Angaben.

Betrachten wir zunächst *Wegeners* biologische Angaben betreffs der Landverbindung von Nordamerika und Europa. Eine Reihe von Formen wie Regenwürmer, Perlmuschel, Gartenschnecke, Barsche finden wir auf der europäisch-asiatischen Seite, in Amerika jedoch nur im östlichen Teil, so dass man den Eindruck gewinnt, als sei hier ein einheitliches Faunengebiet zerissen worden. Interessant ist ferner, dass auf beiden Seiten des Südatlantischen Ozeans die älteren Regenwurm-gattungen gemeinsam sind, die jüngeren dagegen nicht mehr, wohl aber sind auch diese noch gemeinsam auf beiden Seiten des Nordatlantik. Das stimmt natürlich gut zu *Wegeners* Vorstellung, nach der die Spalte im Süden begonnen und sich nach Norden fortgesetzt hat.

Besonders wichtig sind die tiergeographischen Beziehungen Australiens zu den übrigen Kontinenten.

Die Fauna Australiens setzt sich heute aus drei Elementen zusammen:

1. Die älteste sogenannte Gondwanische Fauna. Wir finden diese heute vorwiegend im äussersten Südwesten Australiens. Sie entspricht der ehemaligen Verbindung mit Vorderindien und Afrika, die im Lias oder Unter-Dogger erlosch. Besonders auffallend ist wieder die Verwandtschaft der Regenwürmer Australiens mit Vorderindien resp. Madagaskar.

2. Die eigentliche endemische Fauna Australiens. Repräsentiert durch Kloaken- und Beuteltiere. Die letzteren finden wir bekanntlich nur in Amerika wieder, und so haben wir hier den Beweis für die einstmalige Verbindung dieser beiden Landmassen. Dazu kommen Verwandtschaften zwischen Amphibien, Süsswasserfischen und anderen. Alles dies sind nicht kältescheue Formen. Es handelt sich also wohl um eine über die Antarktis gehende Verbindung. Dementsprechend finden wir keine Verwandtschaft zwischen den wärmeliebenden Reptilien und Regenwürmern Australiens und Südamerikas (*Simroth*).

3. Die Papuafauna, die heute von Neu-Guinea her an der Ostküste von Australien vordringt. Der wilde Hund (Dingo), Nagetiere, Fledermäuse, Regenwürmer dringen auf diesem Wege vor, und so spinnen sich Verwandtschaften hinüber nach der Ostasiatischen Küste.

Diese Beispiele mögen genügen, um die Methode der biologischen Beweisbildung *Wegeners* anzudeuten wobei bemerkt werden muss, dass die Zahl der Beispiele, die *Wegener* anführt, noch erheblich grösser ist und durch weitere Beispiele derselben Art unbeschränkt vermehrt werden könnte.

Liegt hierin nun irgendein strikter Beweis für die Richtigkeit der Verschiebungstheorie?

Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir uns zunächst daran erinnern, dass es sich ja um durchweg längst bekannte Tatsachen handelt, die bisher befriedigend durch die Brückentheorie erklärt wurden. Wie ist die auffallende Tatsache zu erklären, dass zwei so verschieden gestaltete Theorien einem so vielseitigen Komplex von Tatsachen, wie ihn die Tiergeographie darstellt, gleicherweise gerecht werden? Die Lösung dieser Frage liegt auf der Hand. Überall da, wo die ältere Theorie Brücken annimmt, setzt *Wegener* frühere direkte Verbindung an die Stelle und überall dann, wenn die ältere Theorie die Brücken versinken liess, nimmt *Wegener* den Abriss der Verbindung an.

Hierdurch wird der Wert der Tiergeographie beim Vergleich beider Theorien natürlich stark beeinträchtigt.

### III. Verschiebungstheorie und Tiergeographie.

Bleiben wir zunächst bei den Beziehungen Australiens zu den übrigen Kontinenten, um die Folgen dieses Umstandes zu illustrieren, und vergleichen wir die Geschichte Australiens nach *Wegener* und den Anhänger der Brückentheorie, als deren Vertreter ich *Arlt* (1907) wähle.

#### *Wegener*

#### *Arlt*

Mittleres Meozoikum.

Direkter Zusammenhang v. Afrika—  
Madagaskar — Vorderindien —  
Australien—Antarktis.

Die gleiche Verbindung ausser mit  
der Antarktis durch Lemurien  
und Gondwanaland.

Einwanderung der von südafrikanischen Allotherien stammenden Monotremen über Indien.

Kreide.

Abriss Australiens von Afrika —  
Madagaskar — Vorderindien.

Untergang d. Gondwanalandes. Bil-  
dung der Antarktischen Brücke.

Weiterbestehen der Antarktischen  
Verbindung.

Einwanderung der südamerikanischen wärmescheuen Fauna: Beuteltiere, Amphibien, Fische. Nichteinwanderung der wärmeliebenden Fauna wie Reptilien und Regenwürmer.

U.-Tertiär.

Abriss der antarktischen Verbin-  
dung.

Untergang d. antarktischen Brücke.

Miozän.

Wanderung Australiens nach Nord-  
westen, wodurch grosse Isolie-  
rung zustande kommt.

Grösste Isolierung Australiens  
durch tiefste Senkung der  
Zwischengebiete.

Pliozän.

Zusammenstoss Australiens mit der  
hinterindischen Inselwelt.

Unvollständige Verbindung Austra-  
liens mit Hinterindien durch Auf-  
faltung der indonesischen Insel-  
welt.

Einwanderung der Muriden, Suiden und anderer hinterindischer Formen.

Dass diese letzte Verbindung mit Australien erst seit relativ kurzer Zeit besteht, wird besonders deutlich dadurch, dass verschiedene

Formen sich noch nicht über ganz Australien ausbreiten konnten. So ist die in ganz Ostasien verbreitete junge Regenwurm-gattung *Pheretina* vorläufig nur auf der Nordspitze Australiens zu finden, und ähnlich verhält es sich mit den Stachelspinnen, deren sehr interessante Verbreitung von *Dahl* näher erforscht wurde.

Das zweite Beispiel wollen wir der Tiergeographie der Ozeane entnehmen.

Hier scheinen die Aussichten um zu sicheren Schlüssen zu gelangen besonders ungünstig zu sein; denn alle Ozeane stehen heutigentages in direkter Verbindung miteinander. Es ist also ein weitgehender Formenaustausch zu erwarten, der die früheren Verhältnisse zu verwischen geeignet ist.

Aber wir müssen bedenken, dass die ozeanische Tierwelt in drei Zonen geschieden ist. Einmal trennt der Tropengürtel wie eine die Erde umfassende Äquatorialfront die nördliche und südliche gemässigte — und kalte — Fauna, und andererseits ist dieser Gürtel selbst der Wohnsitz der Wärmefauna.

In dem grossen indisch-pazifischen Becken spielt das für unser Problem allerdings keine Rolle. Ganz anders aber im Atlantischen Ozean.

Vergegenwärtigen wir uns unter Zugrundelegung von *Wegeners* Anschauung den Vorgang.

Von Süden her riss zwischen Südamerika und Afrika die atlantische Spalte ein. In das dadurch entstehende Meeresbecken drangen um die Südspitze von Amerika und Afrika die dort lebenden Meerestiere der gemässigten resp. kalten Zone ein und breiteten sich nach Norden aus in dem Masse, als die Zerspaltung der beiden Kontinente fortschritt.

Sobald jedoch die Spalte die Südseite des äquatorialen Gürtels erreichte, musste die weitere Einwanderung nordwärts zunächst sistieren.

Die Spalte schritt weiter vor und führte schliesslich nördlich von Amerika durch Schelfbildung und nördlich von Europa durch Spaltenbildung zur Verbindung mit dem nördlichen Eismeer. Von diesem aus konnte, da die Verbindung mit dem grossen Becken des Stillen Ozeanes durch die Beringstrasse zwar hergestellt war, aber sowohl nach Osten wie nach Westen durch polare Meere führt, nur die eigentliche Kältefauna einwandern.

Für die Bevölkerung der äquatorialen Zone des Atlantischen Ozeanes sind drei Möglichkeiten vorhanden.

Erstens konnte sie von dem schon bestehenden Mittelmeer-Becken aus erfolgen. Dann müsste die Fauna von Mittelamerika bis zum

Mittelmeer einen sehr einheitlichen Charakter tragen und scharf getrennt sein von der der Westküste Mittelamerikas.

Oder die Bevölkerung des äquatorialen Gürtels könnte ausserdem über die bis zum Miozän offene Verbindung über den jetzigen Isthmus von Panama gegangen sein. Dann müsste die Fauna der mittelamerikanischen Ostküste sehr ähnlich der der Westküste sein.

Schliesslich könnte die Fauna des äquatorialen Teiles des Atlantischen Ozeanes durch Anpassung und Veränderung der nördlich und südlich eingewanderten Fauna entstanden sein. Dann müsste sie einen sehr spezifischen Charakter tragen, der sehr verschieden wäre von dem der mittelamerikanischen Westküste und dem der Mittelmeerfauna.

Am günstigsten für unsere Zwecke sollte eigentlich die nördliche gemässigte Zone des Atlantischen Ozeans sein. Denn sie ist dauernd seit ihrer Entstehung vom Stillen Ozean getrennt gewesen, von Norden her konnten nur arktische, durch die Meerenge von Panama und aus dem Mittelmeer nur tropische Tiere einwandern.

Aber *Ortmann* (1891) hat bereits mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass es äquatorialen Tieren zwar sehr schwer ist, sich an die gemässigte Zone anzupassen. Um so leichter dagegen ist es diesen Tieren, sich an das äquatoriale Klima und ähnlich den arktischen Formen an das gemässigte Klima zu gewöhnen.

Der wesentliche Faktor des Klimas ist nämlich nicht die absolute Höhe der Temperatur, also der Mittelwert der Temperaturschwankungen, sondern die Höhe dieser Schwankungen, die Amplitude.

Nach der Amplitude lassen sich drei Zonen unterscheiden:

1. Äquatoriale Zone. Sehr gleichmässige Temperatur. Geringe Amplitude.
2. Gemässigte Zone. Sehr starke Temperaturschwankungen. Sehr hohe Amplitude.
3. Arktische Zone. Geringere Temperaturschwankungen. Mittlere Amplitude.

Daraus ergeben sich folgende Schlüsse: Tiere der warmen Zone mit niedriger Amplitude finden in der gemässigten mit hoher Amplitude sehr ungewohnte Lebensbedingungen. Die Anpassung wird ihnen daher sehr erschwert. Andererseits sind die eurythermen Tiere der gemässigten Zone, die also an eine hohe Amplitude gewöhnt sind, leicht imstande, in die arktische oder auch äquatoriale Zone vorzudringen, da ja dort Bedingungen herrschen, denen sie in einem Teil des Jahres an ihrem ursprünglichen Wohnsitz ebenfalls unterworfen waren, die sie also zu ertragen gewohnt sind. Aber auch von der arktischen in

die gemässigte Zone wird der Übergang verhältnismässig leicht sein (*Steuer*), da ja auch in der arktischen Zone beträchtliche Klimaschwankungen vorhanden sind, wenn auch geringere als in der gemässigten. Hinzu kommt, dass es Kältetieren scheinbar überhaupt leichter ist, sich an ein wärmeres Klima zu gewöhnen als umgekehrt. Die Folge dieser Übergangsmöglichkeit ist, dass es den von Norden in den Atlantischen Ozean eingewanderten arktischen Tieren verhältnismässig leicht wurde, in die gemässigte Zone vorzudringen und wir dort daher keine sehr ausgesprochenen spezifische Fauna erwarten dürfen. Tatsächlich finden wir denn auch in dieser Zone zahlreiche Vertreter der nördlichen aber auch solche der südlich anschliessenden Region, wie z. B. *Meisenheimer* für die Pteropoden nachgewiesen hat. Immerhin sind doch einige spezifisch atlantische Formen der gemässigten Zone vorhanden.

Nach *Ortmann* ist charakteristisch die Gattung *Astacus*. Ihr entsprechen in der pazifisch-borealen Region die *Lithodidae*.

*Meisenheimer* führt als endemische Formen desselben Gebietes den Pteropoden *Limnacia retroversa* an, während spezifische Formen in der entsprechenden Zone des Stillen Ozeanes bezeichnender Weise zu fehlen scheinen.

Für die äquatoriale Zone finden wir in der Tat alle drei vorher besprochenen Beziehungen sichtbar.

Die Übereinstimmung des tropischen Gürtels mit dem Mittelmeer für sehr viele Formen (Plankton, speziell Peridineen, koloniebildende Radiolarien, *Alciope*, der Copepode *Copilia mediterranea* etc.) ist von zahlreichen Beobachtern bezeugt (*Steuer*, *Simroth* u. a.), wobei zu bemerken ist, dass das Mittelmeer seiner geographischen Lage nach zwar nicht tropisch ist, infolge gewisser Eigentümlichkeiten besonders der flachen Bodenschwelle an der Meerenge von Gibraltar, die das Eindringen des kalten, abyssalen Wassers des Atlantischen Ozeans ins Mittelmeer verhindert, aber tropischen Charakter aufweist. Die Tiefentemperaturen des Mittelmeeres sind daher ganz erheblich höher, als die der entsprechenden Tiefe des Atlantischen Ozeans (*Krömmel* 1907).

Andererseits ist die Einwanderung pazifischer Tiere durch die früher offene Tür der jetzigen Panamaenge sehr deutlich.

So sind die Echinoideen der Küste des mittleren West- und Ost-Amerika überaus ähnlich. Dasselbe trifft für zahlreiche Krebse, z. B. vier Decapoden zu, und zwar sowohl für litorale Formen als auch z. B. für die echt pelagischen Sergestiden- und Luzifer-Arten, die circum tropisch sind (*Ortmann* 1891). Einige Tiergeographen fassen

daher das Litoral von West- und Ost-Amerika geradezu als eine tiergeographische Region zusammen.

Aber alle diese Verbindungsmöglichkeiten haben doch keineswegs hingereicht, den isolierten Charakter des Atlantischen Ozeans zu verwischen. Er besitzt seine ganz spezifische Fauna. So z. B. drei Arten von Eucyphidea, mehrere Brachiuren und andere Decapoden, sechs Gymnobranchier, sechs Schalentrog-Schnecken, zwei Fische, zahlreiches Plankton (*Steuer, Ortmann*). Zahlreiche von diesen und viele andere Formen sind an ein besonderes Substrat gebunden, das treibende Sargassumkraut, um nur ein Beispiel zu nennen, der Fisch *Antennarius marmoratus*, der sich Nester aus den Tangbüscheln baut (*Krümmler* 1891).

Sargassum ist aber nicht nur im Atlantischen Ozean vorhanden. Nach *Kuntze* wächst *Sargassum vulgare*, das nach einigen Autoren den Hauptteil des treibenden Sargassum ausmachen soll (nach *Warming-Bachner* *S. fluitans*), zwischen den 45. Breitengraden zirkumtropisch. Trotzdem ist aus dem Stillen Ozean von treibendem Sargassum mit seiner spezifischen Fauna nichts bekannt. Das könnte nun entweder daher kommen, dass im Stillen Ozean etwa von der Brandung abgerissene Sargassumpflanzen von den verschiedenen Meeresströmungen entführt und über den Ozean verteilt werden, wo sie wenig dicht und auffallend wären und schliesslich bei Verschleppung in höhere Breiten zugrunde gehen, während sie im Atlantischen Ozean in den Zirkelstrom des Florida-Azoren-Kanarischen-nördlichen Passat-Antillenstromes geraten, in das ruhende Zentrum dieses Zirkels abgeschoben und dort zusammengehalten werden.

Andererseits wird neuerdings von *Henschel* die Ansicht vertreten, dass das treibende Sargassum überhaupt nichts mit dem an den Küsten wachsenden zu tun habe und eine besondere Form sei. Wie dem auch ist, jedenfalls ist die Sargasso-See eine spezifisch atlantische Erscheinung, und ihre Tierwelt desgleichen.

Die Jugendlichkeit der atlantischen Fauna zeigt sich aber auch anderer Orts vielfach. Im Stillen Ozean finden wir zahlreiche altertümliche Formen wie *Nautilus*, *Trigonia*, *Ohrenrobbe*. Derartige Formen fehlen im Atlantischen Ozean.

Finden wir also einerseits die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen dem äquatorialen und gemässigten Atlantischen Ozean mit dem Pazifik, dem Mittelmeer und dem Polarmeer unseren Erwartungen gemäss, so ist andererseits die spezifische Fauna des Ozeans deutlich genug, um mit *Wegeners* Anschauungen über die Entstehung dieses

Ozeans als eines relativ isolierten Beckens in Einklang gebracht werden zu können.

Andererseits müssen wir aber auch hier wieder klar darüber sein, dass auch nach den früheren Anschauungen der Atlantische Ozean eine relativ junge Bildung ist, entstanden durch das Versinken der grossen süd- und nordatlantischen Brücken. Auch wenn dies der tatsächliche Verlauf der Ereignisse war, würden wir eine ganz ähnliche Fauna zu erwarten haben.

Sowohl die tiergeographischen Beziehungen Australiens zu den übrigen Kontinenten als die Tiergeographie des Atlantischen Ozeans zeigen uns also wie sowohl die Brücken- als auch die Kontinental-Verschiebungstheorie zu praktisch sehr ähnlichen Ergebnissen der Tierverteilung führt.

Immerhin passten bis jetzt die Tatsachen zu *Wegeners* Anschauungen. Bedenklicher wird die Sachlage, wenn wir statt, wie in dem ersten Beispiel, die Folgen der Verbindungen Australiens zu den verschiedenen Kontinenten, die Konsequenzen der Trennungen verfolgen.

Wir wollen zu diesem Zweck die Beuteltiere und Tapire gemeinsam betrachten. Die ersteren finden wir lebend, ausser in Südamerika und Australien, noch auf verschiedenen Südseeinseln und besonders den Molukken. Fossil ausserdem noch in Nordamerika und Europa wohin sie natürlich von Amerika aus gelangt sind, dagegen nicht in Asien (*Abel, Zittel*).

Die Tapire finden wir lebend in Südamerika, Sumatra und Ostindien, fossil in Nordamerika, Europa und Asien.

Die Kontinuität beider Verbreitungsgebiete liegt also klar vor Augen. Die der Beuteltiere geht von Amerika über die Antarktis nach Australien, die der Tapire vom gleichen Ausgangspunkt über den nördlichen Landgürtel ebendahin.

Beide aber konnten die Trennungslinie zwischen Australien und Hinterindien nicht überschreiten und bieten damit ein eklatantes Beispiel für die dort liegende scharfe Faunengrenze (*Wallace, Weber*), die sich für alle Tierklassen nachweisen lässt. Von besonderem Interesse ist nun das Vorkommen einerseits der Tapire auf Sumatra, andererseits der Beuteltiere auf den Molukken.

Was zunächst die Tapire anbetrifft, so ist die Tatsache, dass sie nicht nach Java vorgedrungen sind, obgleich der Meeresarm zwischen Sumatra und Java nicht breiter ist als der zwischen der Halbinsel von Malakka und Sumatra, ein Hinweis darauf, dass diesen Tieren die Überschreitung solcher Meeresstrassen zum mindesten sehr schwer

ist. Die Ausbreitung nach Sumatra wird also von Indien her — entsprechend dem west-östlichen Vorrücken der Familie — zu einer Zeit erfolgt sein, als Sumatra mit Malakka landfest verbunden war. Und tatsächlich lässt sich nach *Arlt* aus versunkenen Strandterassen nachweisen, dass die Inselkette von Sumatra bis Alor sich gesenkt hat, und zwar um so mehr, um so weiter wir uns vom Festland entfernen. Es wird also einmal einen Zustand gegeben haben, in dem Hinterindien bis Sumatra einschliesslich reichte, und während dieser Zeitspanne wird die Einwanderung der Tapire nach Sumatra erfolgt sein.

Schwieriger liegen die Verhältnisse für die Beuteltiere. Nach *Wegener* stösst die australische Scholle jetzt gegen die Molukken. Die Verbreitung der Beuteltiere dorthin könnte nur während dieses Vorgangs, also in jüngster Zeit, erfolgt sein. Dann versteht man nicht recht, warum sie nicht weiter nach Westen vorgedrungen sind, da bei Säugetieren die Verbreitung naturgemäss nicht so langsam geht wie etwa bei Regenwürmern oder Schnecken. Zur Zeit des Übertritts der Beuteltiere nach den Molukken müsste der Abstand dieser Inseln von Neu-Guinea-Australien eher grösser gewesen sein als jetzt, die Überschreitung der Meeresstrassen zwischen den Molukken und den weiter westlich gelegenen Inseln könnte also für sie nicht unmöglich gewesen sein. Andererseits sind auch für die Molukken Senkungen bis zu 1600 m nachweisbar (*Arlt*), was mehr als genug ist, um sie landfest mit Neu-Guinea-Australien zu verbinden. Es liegt also nahe, auch hier, wie bei der Einwanderung der Tapire nach Sumatra, diese in eine Zeit der festen Landverbindung zu verlegen.

Tektonisch gehören die Molukken wohl unzweifelhaft zu Asien, nur Halmahera gehört noch zu dem australischen Sockel. Folglich dürfen sie nach *Wegeners* Anschauungen nie landfest mit Australien verbunden gewesen sein. Wäre das aber doch der Fall gewesen, so sehe ich nicht, wie man an ihnen die Verbiegung der Ketten durch das Heranschieben des australischen Kontinentes demonstrieren könnte. Diese von *Wegener* betonte Lagerung der Inselketten würde also ihre Bedeutung für die Theorie verlieren. Man müsste denn annehmen, dass der Zusammenstoss Australiens mit den Molukken zunächst zu einer vollständigen Landverbindung führte und dann vielleicht infolge des fortgesetzten Druckes der australischen Kontinentalmasse das hinterindische Schelfgebiet in die Tiefe gedrückt wurde. Für diese Erklärung spricht, dass der Kuskus (*Phalanger orientalis*) auf Timor zu finden ist, die spezifisch australischen Vögel nach Haniel aber nicht mehr. Ob

diese Vorstellung geologisch und geophysikalisch haltbar ist, wage ich allerdings nicht zu beurteilen.

Sind wir auf diesem Wege nicht zu sehr eindeutigen Schlüssen gelangt, so gibt es aber doch andere Überlegungen, die uns wesentlich fördern können und erlauben, die bisher behandelten Dinge zu schärferer Stellungnahme auszunutzen.

Die hypothetischen Brücken der älteren Theorie erstrecken sich meist über sehr beträchtliche Gebiete. Analog der Beschaffenheit der jetzigen Festländer müssen wir annehmen, dass sie Gebirge, Flüsse, Seen, Wüsten usw. getragen haben, dass sie von seichten Transgressionen überflutet wurden und dergl. mehr. Mit anderen Worten, dass sie für die Tierverbreitung nicht nur bequeme Wanderstrassen gebildet haben, sondern ihr auch gewisse Schranken entgegengesetzten. Einige Brücken haben sich sogar durch verschiedene Klimazonen erstreckt. Daher konnten die Brücken sicher nicht von allen Tieren der durch sie verbundenen Kontinente benutzt werden, genau so wenig wie wir auf heute zusammenhängenden Kontinenten, selbst wenn sie sich durch einheitliche Klimazonen erstrecken, eine ganz einheitliche Fauna vorfinden. Am besten lässt sich das für Eurasien demonstrieren, von dessen einheitlicher Tierregion Ostasien meist als besondere Provinz abgetrennt wird.

Anders liegen die Dinge nach *Wegeners* Theorie. Nach dieser wird durch den erfolgten Abriss ein völlig einheitliches Faunengebiet zerrissen, wenn derselbe nicht zufällig auf eine schon bestehende Faunengrenze trifft. Wir müssen daher verlangen, dass die zur Zeit des Abrisses vorhandene Tierwelt sich lebend oder fossil vollständig auf beiden Seiten des Abrisses vorfinden. Erschwert wird dieser Nachweis allerdings durch die Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunden.

Besonders deutlich müssten sich die Folgen der Zereissung eines einheitlichen Faunengebietes in Nordamerika resp. Europa zeigen. Denn der Abriss erfolgte relativ spät, die paläontologischen Urkunden sind entsprechend zahlreich. Ausserdem sind gerade diese Gebiete besonders gut durchforscht. Auch die lebenden Formen können sich infolge der kurzen Zeit der Isolierung noch nicht sehr divergent entwickelt haben.

Tatsächlich finden wir denn auch eine Übereinstimmung, wie wir sie nicht besser wünschen können. So finden wir im Eozän fast alle Unterordnungen der Säugetiere Nordamerikas auch in Europa vor. Ähnlich steht es mit anderen Klassen. *Wegener* gibt ein Kärtchen von *Arlt* wieder, das diesen Eindruck noch erhöht.

Natürlich lässt sich die nahe Verwandtschaft der beiderseitigen Faunen auch mit der nordatlantischen Brücke erklären oder mit einer Wanderung über Island-Grönland zu einer wärmeren Periode, als die atlantische Spalte Europa und Grönland noch nicht voneinander getrennt hatte. Aber nach dem obengesagten verdient *Wegeners* Erklärung hier den Vorzug, da sie uns in vielen Fällen der Annahme komplizierter und nicht immer sehr wahrscheinlicher — *Simroth* nennt die zur Erklärung der Faunenübereinstimmung konstruierten Brücken einmal „phantastisch“ — Wanderungen enthebt, also eine Vereinfachung in der Deutung der Tatsachen bedeutet.

Eine weitere Überlegung ist folgende:

Die Brückentheorie fusst ganz überwiegend auf den Verwandtschaftsbeziehungen der lebenden und fossilen Tiere. Ich zweifle, ob ein Brückentheoretiker wagen würde, eine wichtigere Brücke zu postulieren an einer Stelle, an der ihm über die Tiergeographie gar nichts bekannt ist. Die tiergeographischen Tatsachen sind also die Grundlage, nicht der Beweis für die Brücke.

Anders bei *Wegener*. Seine ehemaligen Verbindungsstellen der Kontinente begründet er mit der Kongruenz der Kontinentalränder, der Übereinstimmung geologischer Bildungen und geophysikalischen Überlegungen. Stimmen mit den auf dieser Grundlage gewonnenen Ergebnissen die Tatsachen der Tiergeographie überein, so ist darin allerdings eine erhebliche Stütze der Verschiebungstheorie zu sehen.

Fasse ich also unsere Resultate zusammen, so darf man wohl sagen, dass die tiergeographischen Tatsachen — von Einzelheiten abgesehen — recht gut zu *Wegeners* Anschauungen passen. In vielen Fällen ist die Verschiebungstheorie sogar geeignet, uns einfachere Lösungen der Verhältnisse zu geben als jede andere frühere Theorie. *Wegener* ist also durchaus berechtigt, die Tiergeographie als wesentliche Stütze seiner Theorie heranzuziehen. Aber einen Beweis können wir in der Tierverbreitung für die Verschiebungstheorie noch nicht erblicken. Auch die Brückentheorie wird den Tatsachen einigermassen gerecht.

#### Verzeichnis der zitierten Literatur.

- Abel*, Lehrbuch der Paläozoologie. Jena. 1920.  
*Ardt*, Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. Leipzig. 1907.  
*Ardt*, Handbuch der Paläogeographie. Leipzig. 1919.  
*Dahl*, Die Verbreitungsherde der Erde und die wellenartige Ausbreitung der Tiere. Zool. Anz. Bd. 51. 1920.  
*Haniel*, Zoologie von Timor. Stuttgart. 1914.

- Krümmler*, Ozeanographie. 1907.
- Krümmler*, Die Nordatlantische Sargasso-See. Peterm. Mitteilungen. Bd. 37. 1891.
- Kuntze*, Revision von Sargassum und das sogen. Sargasso-Meer. Englers Botan. Jahrb. 1881.
- Meisenheimer*, Die tiergeographischen Regionen des Pelagials. Zool. Anz. Bd. 29. 1906.
- Ortmann*, Über Bipolarität in der Verbreitung mariner Tiere. Zool. Jahrb. Syst. Bd. 9. 1897.
- Ortmann*, Grundzüge der marinen Tiergeographie. Jena. 1891.
- Schott*, Physische Meereskunde. Sammlg. Göschen. 1903.
- Simroth*, Die Pendulationstheorie. Leipzig. 1907.
- Steuer*, Planktonkunde. Leipzig. 1910.
- Wallace*, Geographical Distribution of Animals. 1886.
- Warming-Grübner*, Ökolog. Pflanzen-Geographie. 1918.
- Weber*, Der indoaustralische Archipel und die Geschichte seiner Tierwelt. Verhdl. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. Leipzig. 1903.
- Wegener*, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Die Wiss. Bd. 66. Braunschweig. 1920.
- Zittel*, Paläozoologie.
-



## Festsitzung

aus Anlass der 25jährigen Wiederkehr des Tages, an dem

### W. C. Röntgen

in der Gesellschaft seine erste Mitteilung über die von ihm entdeckte neue Art von Strahlen machte.

(29. Januar 1921.)

Herr Wessely (als Vorsitzender):

### Einleitungsworte.

Die physikalisch-medizinische Gesellschaft hat sich heute hier zu der Erinnerungsfeier an eine wissenschaftliche Entdeckung vereinigt, wie sie jedes Jahrhundert vielleicht nur einmal sieht und die im wahrsten, tiefsten Sinne des sonst so oft missbrauchten Wortes Epoche gemacht hat. In welchem Masse eine neue Epoche mit der Entdeckung *Röntgens* anbrach, das sehen wir erst so recht, zurückschauend auf den verflossenen Zeitraum von 25 Jahren; in der Physik von der Warte moderner Atomistik, in der Medizin vom Standpunkt der so gewandelten Diagnostik aus.

So hat man sich denn überall an den Stätten der Wissenschaft gerüstet, die Vierteljahrhundertfeier der Entdeckung der Röntgenstrahlen festlich zu begehen. Da durfte Würzburg und vor allem unsere Gesellschaft nicht fehlen, kommt doch für uns zu der allgemeinen Bedeutung noch das persönliche Moment hinzu, dass wir hier auf dem Heimatboden jener Entdeckung stehen, dass ihre erste Mitteilung im Kreise unserer Gesellschaft erfolgte. Aber auch über den engeren Rahmen unserer Gesellschaft hinaus findet die heutige Gedenkfeier Teilnahme. So haben wir die Ehre, die obersten Vertreter der Regierung, der Stadt und der Universität hier zu begrüßen.

Meine Damen und Herren! Wohl ist jetzt im allgemeinen nicht die Zeit der Feiern. Aber wie das Volk auch in der Not seine Geschichte nicht vergessen darf und der wichtigsten Marksteine seiner Entwicklung sich erinnern soll, so gleichermassen die Wissenschaft.

Nicht nur, dass es uns mit Stolz erfüllen darf, dass aus diesen Räumen *Röntgens* grosse Entdeckung ihren Siegeszug durch die Welt angetreten hat, wir wollen heute auch dessen gedenken, was auf ihr fussend unermüdliche Arbeit weiter gebaut hat. Aus dem Wirrwarr der jetzigen Zeit zieht es uns doppelt in die klare Luft der exakten Naturwissenschaft, die nur ein Fortschreiten, keinen Rückschritt kennt. So soll unsere heutige Feier dazu dienen, unseren Glauben an solche Entwicklung neu zu beleben, die Jugend aber anspornen, auf jenen Wegen mit ungebrochener Tatkraft weiter zu schreiten. Ihre Grossen zu ehren, möge immer schönste Pflicht jeder deutschen Gemeinschaft bleiben.

Herr Lehmann:

### Die denkwürdige Sitzung vom 23. Januar 1896.

Der Herr Vorsitzende hat mich gebeten, als Einleitung zu dem Festvortrag von Herrn Kollegen *Stark* einige Worte der Erinnerung an die denkwürdige Sitzung zu sprechen, die am 23. Januar 1896 in diesen Räumen stattgefunden hat, weil es der Zufall wollte, dass ich damals Vorstand der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft war. Ich komme dieser Aufforderung mit Freuden nach, gehört doch diese Sitzung zu den denkwürdigsten Erlebnissen, die mir mein Leben gebracht hat.

Dass sich im Physikalischen Institut in Würzburg unter dem damals im sechsten Jahre hier weilenden Prof. *Röntgen* interessante Entdeckungen vorbereiteten, war im Winter 1895/96 nur ganz wenigen Eingeweihten bekannt, denn *Röntgen* konnte schweigen und liebte keine billigen Sensationen. Um so grösser war die Überraschung, als Mitte Januar eine vorläufige Mitteilung von *Röntgen*, datiert vom 28. XII. 1895, gedruckt in den Mitteilungen der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft erschien unter dem lapidaren Titel „*W. C. Röntgen*: Über eine neue Art von Strahlen“. Ich fand die kleine Mitteilung auf meinem Schreibtisch, als ich am 14. I. zu Tisch nach Hause kam. Das Essen und die Familie mussten warten. Ich musste dieses unerhört Neue erst überfliegen und länger ist mir noch nicht oft eine Stunde geworden als die, die ich mich gedulden musste, bis ich nach Tisch ins Physi-

kalische Institut hinübergehen konnte, um *Röntgen* meine Glückwünsche auszusprechen und ihn zu bitten, über diese märchenhaften Dinge in der Physik.-med. Gesellschaft sobald als möglich zu berichten.

Ich brauche Ihnen *Röntgens* Züge nicht zu schildern. Sie sind Ihnen aus vielen Bildern bekannt. *Röntgen* stand damals auf der Höhe seiner Kraft, ein hochgewachsener, breitschultriger Mann mit kühner Nase, grossem dunklen Bart und prachtvollen Augen. Freundlich hörte er den eifrigen Bittsteller an und antwortete, dass er es für eine selbstverständliche Ehrenpflicht halte, in der gelehrten Gesellschaft der Universität, der er seit mehreren Jahren angehöre, auch zum erstenmal über seine neuen Entdeckungen zu berichten.

Am 23. Januar, in der dritten Sitzung des Geschäftsjahres 1895/96, wurde in diesen Räumen, die allerdings damals noch kleiner waren als heute, der Vortrag gehalten. Wie *Röntgen* sprach? Ganz schlicht und einfach, ohne jeden Versuch, das Unerhörte, was er uns berichtete, durch Zutaten, Hypothesen, gelehrte Berechnungen, packende Ausblicke auf die Zukunft und dergleichen zu vergrössern, trug er vor den gedrängt lauschenden Zuhörern seine Entdeckungen vor und zeigte die wichtigsten Versuche. Aber grade durch seine schlichte Grösse erweckte der Vortrag die wehevollste Empfindung, eine Empfindung, die mir die herrlichen Verse unseres *Schiller* ins Gedächtnis rief:

Nur dem Ernst, den keine Mühe bleichet,  
Rauscht der Wahrheit tiefversteckter Born.  
Nur des Meissels schwerem Schlag erweicht  
Sich des Marmors sprödes Korn.  
Aber dringt bis in der Schönheit Sphäre  
Und im Staube bleibt die Schwere  
Mit dem Stoff, den sie beherrscht, zurück,  
Nicht der Masse qualvoll abgerungen,  
Schlank und leicht wie aus dem Nichts entsprungen  
Steht das Bild vor dem entzückten Blick.  
Alle Zweifel, alle Kämpfe schweigen  
Vor des Sieges hoher Sicherheit,  
Ausgestossen hat es alle Zeugen  
Menschlicher Bedürftigkeit.

Mir scheinen diese Worte dem Meisterwerke des grossen Naturforschers genau so zu gelten, wie dem des vollkommenen Künstlers, an das *Schiller* denkt.

Was uns *Röntgen* sagte, ist heute Gemeingut aller Gebildeten. Professor *Stark* wird es wissenschaftlich erörtern. Wir hörten von der Entstehung der neuen Strahlen durch Auffallen der Kathodenstrahlen auf die Wand der stark evakuierten *Hittorf-Lenard* schen

Röhre, wir sahen das Aufleuchten des Platinzyanürschirms beim Stromdurchgang durch die Röhre — selbst wenn die Röhre lichtdicht mit schwarzem Papier umhüllt war. Wir hörten von der Absorbierbarkeit der neuen Strahlen durch Schwermetalle in dickeren Schichten, von ihrer überraschenden Durchdringungskraft durch dicke Schichten leichter und sehr dünne Schichten schwerer Stoffe. Wir sahen im verschlossenen Geldbeutel gehaltene Münzen und Schlüssel scharfe Schatten auf den Fluoreszenzschirm werfen, wir bewunderten die prachtvollen Photographien solcher Schattenbilder. Staunend vernahmen wir von den Strahlen, dass sie mit den bisher versuchten Mitteln weder regelmässig zurückgeworfen noch gebrochen oder polarisiert werden.

Die höchste Wirkung erreichte aber *Röntgen* zum Schlusse des Vortrags, als er Exzellenz *Albert v. Koelliker*, den ehrwürdigen Senior der medizinischen Fakultät, Begründer und Ehrenpräsidenten der Phys.-med. Gesellschaft, bat, seine Hand für kurze Zeit zur Herstellung einer Photographie der Knochen in den Weichteilen zur Verfügung zu stellen. Freundlich erhob sich die vornehme Gestalt des greisen Gelehrten mit dem feinen, frischen Charakterkopf, umwallt von silbernen Locken. Er legte die schöne ringgeschmückte Hand auf *Röntgens* Aufforderung bei heller Zimmerbeleuchtung auf die geschlossene und sorgfältig in schwarzes Papier verpackte photographische Holzkassette. Feierliches Schweigen für einige Augenblicke, dann rasches Entwickeln der Aufnahme im Nebenraum und bald darauf sah die Versammlung die wohlgelungene Photographie, die eine scheinbar unmögliche Aufgabe mit staunenswerter Vollkommenheit löste. — Ein brausender Beifall brach los — wir hatten den Eindruck, einem weltgeschichtlichen Moment beigewohnt zu haben.

Es wird Sie nun interessieren, zu hören, was die Diskussion zu dem Vortrag zu sagen hatte. *Koelliker* fand Worte inniger Anerkennung und sprach auch die Überzeugung aus, dass die neue, in so bescheidener Form vorgebrachte Entdeckung, die in den Annalen der Gesellschaft ihresgleichen nicht habe, für die experimentellen Naturwissenschaften, vielleicht auch die Medizin von weittragender Bedeutung sein könnte. Er schlug vor — was seitdem allgemein angenommen ist — die neuen Strahlen Röntgenstrahlen zu nennen — sein dreimaliges Hoch auf *Röntgen* fand begeisterte Zustimmung.

Ein anwesender Vertreter der Chirurgie war allerdings weniger optimistisch. Er glaubte, davor warnen zu sollen, sich zu grossen Hoffnungen hinzugeben. Denn wenn auch für den Nachweis von Nadeln und Geschossen und Knochenverletzungen die Methode sicher

ihre Zukunft habe, so lägen doch die Verhältnisse an wenigen Stellen so günstig wie an der Hand und am Fuss und für die innere Diagnose schiene die Methode doch noch nicht allzuvielen Aussichten zu bieten. — Als wir aber nachher beim Glase Bier zusammensassen, da ergingen sich doch die Phantasievolleren unter uns in den verschiedensten kühnen Vermutungen, was mit dieser Methode noch zu machen sein werde. Aber so phantasievoll wir auch träumten und sannen, die allerkühnsten Erwartungen sind durch die Tatsachen unendlich weit übertroffen worden. Nicht eine Methode, eine ganze Wissenschaft hat sich aus des Meisters folgenschwerer Entdeckung entwickelt, eine Wissenschaft, die theoretisch und praktisch gleich bedeutungsvoll gewesen ist!

Wir grüssen unseren ehemaligen grossen Kollegen, der in körperlicher Rüstigkeit und voller geistiger Frische bis vor kurzer Zeit noch der Professur für Physik in München vorgestanden hat und denken mit herzlicher Dankbarkeit daran, wie diese Entdeckung zunächst das Ansehen unserer Gesellschaftspublikation, den Ruhm Würzburgs und endlich unseres ganzen deutschen Vaterlandes in der Welt vermehrt hat. Ich habe mich öfters auf Reisen im Ausland fremden Kollegen gegenüber auf die Frage, wo Würzburg sei, mit der Antwort geholfen, „das ist die Stadt, in der *Röntgen* seine Strahlen entdeckt hat“. Und wenn unsere Gegner alles in Deutschland befeindeten, verleumdeten und verspotteten — an der deutschen Wissenschaft mussten sie Halt machen. Zu den festesten wissenschaftlichen Bollwerken der deutschen Weltgeltung gehört aber *Röntgens* bahnbrechende Entdeckung, die Freund und Feind gleich treu gedient hat, Wunden zu heilen, die der Krieg geschlagen.

Herr Stark:

### Geschichte und Bedeutung der Entdeckung Röntgens.

Vor etwas mehr als 25 Jahren hat *Röntgen* in diesem damals von ihm geleiteten physikalischen Institut der Würzburger Universität die nach ihm benannten Strahlen entdeckt; in diesem Raume hat er vor 25 Jahren der Würzburger Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zum ersten Male darüber vorgetragen. Zur Feier der Gross-tat und der Persönlichkeit *Röntgens* haben wir uns heute hier versammelt; wir werden uns der Bedeutung beider am besten bewusst, wenn wir uns die Umstände vergegenwärtigen, unter denen *Röntgen* seine Entdeckung gemacht hat, und wenn wir die Bedeutung ermessen, welche sie für den Fortschritt der Forschung gewonnen hat.

Zu Beginn der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts war die Erforschung der elektromagnetischen Wellen zu einem gewissen Abschluss gekommen. Die Entdeckungen und Untersuchungen von *H. Hertz* hatten folgende Eigenschaft des Äthers aufgeklärt: die zwei gerichteten Zustände, welche im Äther hergestellt werden können, das elektrische und das magnetische Feld, sind in einer elektromagnetischen Welle derartig räumlich und zeitlich miteinander verknüpft, dass ihre Achsen senkrecht aufeinander und senkrecht zur Achse der Fortpflanzung stehen. Die Lichtstrahlen sind derartige elektromagnetische Wellen, sie unterscheiden sich lediglich durch ihre kürzere Wellenlänge von den von *Hertz* entdeckten längeren Wellen.

Nach Gewinnung dieses grundlegenden Erkenntnis über die Elektrodynamik des Äthers und über die Natur der Lichtstrahlen wandte sich zu Beginn jener Zeit das Interesse der Physiker einer besonderen Art von Strahlen zu, welche zwar schon vor längerer Zeit von *Hittorf* entdeckt, aber bis dahin noch nicht eingehend erforscht waren, dies um so mehr, als diese Strahlen ein Verhalten zeigten, welches mit der Theorie der elektromagnetischen Wellen nicht zu vereinigen war. Es waren dies die Kathodenstrahlen, welche unter der Einwirkung eines starken elektrischen Feldes in einem verdünnten Gas von der Kathode weglaufen und, wie schon *Hittorf* festgestellt hatte, von einem zu ihnen quer gestellten magnetischen Feld aus ihrer Richtung abgelenkt werden, während Lichtstrahlen eine derartige Ablenkung nicht erfahren. Die Bahn für die Erforschung der Natur der Kathodenstrahlen wurde von *Lenard* gebrochen. Er veröffentlichte in den Jahren 1892 und 1893 aufsehen erregende Untersuchungen. Es gelang ihm nämlich, Kathodenstrahlen durch dünne Metallblättchen hindurchtreten zu lassen aus dem Raum heraus, in welchem sie unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes erzeugt worden waren, in einen Raum hinein, in welchem sie für sich allein untersucht werden konnten. *Lenard* baute für diesen Zweck besonders geeignete Röhren, darunter auch eine, in welcher die Kathodenstrahlen im Raume ihrer Erzeugung in ein Platinröhrchen geleitet wurden und an dessen Ende durch ein aufgekittetes Aluminiumblättchen hindurch austreten konnten.

In diese Zeit der Erforschung der Kathodenstrahlen fällt nun die Entdeckung *Röntgens*. Er hat der Welt nicht mitgeteilt, welche Untersuchungen und Überlegungen ihn zu seiner Entdeckung geführt haben. Dies hat Anlass zu allerlei Erzählungen gegeben. Nach meinem Dafürhalten ist die Annahme falsch, dass *Röntgen* sozusagen im Vor-

beigehen ohne wissenschaftliche Vorarbeit seine Entdeckung gemacht hat. Vielmehr bin ich überzeugt, dass seine Entdeckung die Frucht sorgfältiger, wenn vielleicht auch zum Teil zufälliger Beobachtungen an Kathodenstrahlen war. Ich habe nämlich Grund anzunehmen, dass *Röntgen* bereits im Laufe des Jahres 1894 in den Besitz einer *Le-nardschen* Kathodenstrahlenröhre, wie sie oben gekennzeichnet wurde, gelangt ist. Und hat er im Herbst 1895, wie es wahrscheinlich ist, seine Entdeckung gemacht, so verstrich ungefähr mindestens ein ganzes Jahr zwischen der Aufnahme seiner Untersuchungen an Kathodenstrahlen und der Entdeckung der neuen Strahlen. In welchem Umfange und in welcher Richtung in diesem Jahre sich *Röntgen* mit den Kathodenstrahlen beschäftigte, wissen wir nicht. Wir dürfen indes aus seiner theoretischen Stellungnahme zu seiner Entdeckung und aus der Art seiner Forschertätigkeit folgenden Schluss ziehen: *Röntgen* ist zu seiner Entdeckung nicht durch eine theoretische Folgerung wie *Hertz*, auch nicht durch eine gefühlsmässige Ahnung neuer Möglichkeiten, sondern durch gewissenhafte und scharfe Beobachtung von Tatsachen gekommen. Seine theoretische Stellungnahme zu seiner Entdeckung am Schluss seiner ersten Veröffentlichung ist nämlich nur kurz gehalten und irrtümlich, dagegen tritt in allen seinen übrigen Mitteilungen über die neuen Strahlen das Bestreben hervor, durch möglichst mannigfaltige Versuche und scharfe unvoreingenommene Beobachtung die tatsächlichen Erscheinungen zu enthüllen.

In der Art, wie *Röntgen* die Untersuchung der von ihm entdeckten Strahlen durchführte und wie er darüber berichtete, tritt uns eine wissenschaftliche Persönlichkeit und ein menschlicher Charakter von seltener Grösse entgegen. Im Herbst 1895 machte er seine Entdeckung; über ihre Neuartigkeit und weittragende Bedeutung konnte er von Anfang an nicht in Zweifel sein; er musste damit rechnen, dass die Untersuchung der Kathodenstrahlen in kürzester Zeit einen anderen Forscher zu der gleichen Entdeckung führen könnte. Ein Forscher von kleinerem Masse hätte seine epochemachende Entdeckung wenige Tage, nachdem sie gemacht war, der Welt bekannt gegeben. Nicht so *Röntgen*. Er übte eine unvergleichliche Selbstzucht. Seine wissenschaftliche Gewissenhaftigkeit liess ihn nur an die Sache denken. So schloss er sich denn zunächst in seine Arbeitsräume ein und stellte über die Eigenschaften der neuen Strahlen eine Reihe gründlicher Untersuchungen an. Und erst als diese zu einem gewissen Abschluss gelangt waren, da verkündete er nicht in der Tagespresse seine

sensationelle Entdeckung, ging auch nicht auf Vortragsreisen, legte seine erste Mitteilung darüber nicht einmal einer berühmten Akademie der Wissenschaften vor, sondern beschränkte sich darauf, sie in den Berichten der Würzburger Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu veröffentlichen. *Röntgen* hätte mit einer populären Schrift über seine Entdeckung einen grossen Erfolg erzielen können, es wurden ihm Angebote zu ihrer wirtschaftlichen Ausbeutung gemacht. Er lehnte ab, er wollte nur für die Wissenschaft und die Menschheit gearbeitet haben.

*Röntgen* blieb seinem zurückhaltenden vornehmen Charakter, seiner Arbeit um der Sache willen treu, auch nachdem seine Entdeckung das grösste Aufsehen erregt hatte und der Ruhm seines Namens die ganze Welt erfüllte. Unbeirrt hiervon arbeitete er an der Aufklärung der Eigenschaften seiner Strahlen weiter. Und seinem experimentellen Geschick, der Schärfe und Zuverlässigkeit seiner Beobachtung gelang dies in einem Masse, dass für Jahre hinaus gegenüber seinen Arbeiten kein wesentlicher Fortschritt in der Erforschung der Röntgenstrahlen erzielt wurde.

Wenden wir uns nun zu der Bedeutung, welche die Entdeckung *Röntgens* für die Physik und Chemie gewonnen hat! Ihre Bedeutung für die Medizin wird von berufener Seite gewürdigt werden.

An sich bedeutet die Entdeckung der Röntgenstrahlen eine Bestätigung der elektromagnetischen Theorie und eine ungeahnte Erweiterung unserer Kenntnisse von dem Spektrum der elektromagnetischen Wellen. Diese stellen ja, wie ich eingangs erwähnte, eine sich räumlich fortpflanzende Schwingung des elektrischen und des magnetischen Feldes senkrecht zur Fortpflanzungsachse dar. Sie kommen zustande, wenn das elektrische und das magnetische Feld, welche bewegte elektrische Ladungen umkleiden, eine Geschwindigkeitsänderung erfahren. Es schnürt sich dann aus ihnen ein elektrisches und magnetisches Teilfeld ab und läuft hin- und herschwingend von den Ladungen fort. In den Kathodenstrahlen erkannte man bald nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen materielle Teilchen, welche eine bestimmte elektrische Ladung und eine grosse Geschwindigkeit besitzen. Sie sind also mit einem elektrischen Feld umkleidet. Erfahren sie daher beim Stoss auf chemische Atome, z. B. Platinatome, eine rasche Geschwindigkeitsänderung, so müssen sie aus ihrem elektromagnetischen Feld heraus eine elektromagnetische Schwingung in den umgebenden Äther hineinsenden. Und diese von rasch beschleunigten Kathodenstrahlen ausgehenden raschen elektromagnetischen Schwin-

gungen sind Röntgenstrahlen. Darin also, dass die Kathodenstrahlen die Erzeuger der Röntgenstrahlen sind, liegt es begründet, dass *Röntgen* die Röntgenstrahlen beim Arbeiten mit einer *Lenardschen* Kathodenstrahlenröhre an der Auftreffstelle der Kathodenstrahlen auf das Platinröhrchen oder auf die Glaswand entdecken konnte.

Wenn man die eben gekennzeichnete Verknüpfung der Röntgenstrahlen mit den Kathodenstrahlen auch frühzeitig erkannte, so bot der Nachweis der elektromagnetischen Wellennatur der Röntgenstrahlen doch grosse experimentelle Schwierigkeiten. Sie lagen in der Kürze der Wellenlänge der Röntgenstrahlen begründet. Heute sind jene Schwierigkeiten überwunden. Es ist nachgewiesen worden, dass die Röntgenstrahlen dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit wie die gewöhnlichen Lichtstrahlen haben und die Schwingung in ihnen ebenso wie in diesen senkrecht zur Fortpflanzungsachse erfolgt. Ja es ist schliesslich sogar die Wellenlänge der Röntgenstrahlen gemessen worden. Und wie zu erwarten war, hat sich ergeben, dass die Wellenlänge verschieden absorbierbarer Röntgenstrahlen verschieden gross ist. Die sogenannten weichen oder stark absorbierbaren Röntgenstrahlen haben eine grössere Wellenlänge als die harten, wenig absorbierbaren Röntgenstrahlen. Gerade die Kleinheit der Wellenlänge der Röntgenstrahlen, ihr Unterschied von der Wellenlänge der gewöhnlichen Lichtstrahlen ist der Grund für die auffallende Eigenart der Röntgenstrahlen im Unterschied von den Lichtstrahlen. Es ist nämlich die Wellenlänge der Röntgenstrahlen kleiner als der Durchmesser der chemischen Atome und deren kleinster Abstand in festen und flüssigen Körpern, während die Wellenlänge der Lichtstrahlen tausendmal grösser ist. Aus diesem Grunde verhalten sich feste und flüssige Körper gegenüber sichtbaren Lichtstrahlen wie Medien, in denen auf einer Länge und einer Breite von ihrer Wellenlänge tausende Atome so verteilt sind, als ob sie stetig das Gebiet einer Wellenlänge erfüllten. Für sichtbare Lichtstrahlen gibt es darum Grenzflächen von materiellen Medien, an denen sie reflektiert und gebrochen werden. Nicht so für die Röntgenstrahlen. Sie können die Erscheinung der Reflexion und Brechung an Oberflächen materieller Medien nicht zeigen, weil es für ihre kurze Wellenlänge keine Medien, sondern nur einzelne Atome gibt. Sie ändern ihre Fortpflanzung an den einzelnen Atomen, werden an ihnen zerstreut.

Gerade die Kleinheit der Wellenlänge der Röntgenstrahlen ist es, welche die ungeahnte Erweiterung unserer Kenntnis vom elektromagnetischen Spektrum bedingte. In dieser Eigenschaft ist die grund-

legende Bedeutung der Entdeckung der Röntgenstrahlen an sich und in ihren Anwendungen begründet.

Die wissenschaftlich bedeutendsten Anwendungen der Röntgenstrahlen bestehen in der Ermittlung der Abstände der Atome in Kristallen und in der Charakterisierung des Atominnern durch sehr grosse Schwingungszahlen.

Wie soeben dargelegt wurde, ändern die Röntgenstrahlen beim Eindringen in einen Körper ihre Fortpflanzung an den einzelnen Atomen. Diese werden somit zu Mittelpunkten von Röntgenwellen. Sind sie nun so regelmässig angeordnet, wie man es schon vor langer Zeit für Kristalle vermutet hatte, so tritt eine regelmässige Überlagerung (Interferenz) der von den einzelnen Atomen kommenden Röntgenwellen ein; in gewissen ausgezeichneten Achsen können sie sich verstärken, in den übrigen auslöschen. Diese Erscheinung der Interferenz der Röntgenstrahlen an Kristallen führt einerseits zu einer Messung der Wellenlänge der Röntgenstrahlen, andererseits zu einer Ermittlung der Anordnung der Atombausteine in den Kristallen. Auf diese Weise hat sowohl die Physik wie ihre Tochter, die Kristallographie, eine grosse Förderung erfahren.

Auch die Chemie verdankt den Röntgenstrahlen einen Fortschritt, nämlich einen Aufschluss über eine optische Eigenschaft des Atominnern. Die Wellenlänge der Röntgenstrahlen ist so klein, dass sich im Innern eines chemischen Atoms eine grosse Zahl von Wellenlängen aneinanderreihen kann. Es war daher von vorneherein mit der Möglichkeit zu rechnen, dass das Innere von Atomen dadurch der Ursprung von Röntgenschwingungen werden könne, dass gewisse ihm angehörige elektrische Teilchen ähnlich wie die Kathodenstrahlteilchen eine Geschwindigkeitsänderung erfahren und damit der Ausgangspunkt von Röntgenstrahlen bestimmter Wellenlänge werden können. Diese Erwartung hat sich in der Tat bestätigt; es hat sich zeigen lassen, dass die Atome eines jeden chemischen Elements ebenso wie im Gebiet des Spektrums langwelliger Strahlen, so auch im Gebiete des Röntgenspektrums charakteristische Eigenschwingungen oder Spektrallinien besitzen. Und zwar hat sich herausgestellt, dass die Röntgenspektren der chemischen Elemente in einem einfachen Zusammenhang mit ihrer Anordnung zu einem System nach chemischen und physikalischen Eigenschaften stehen.

Röntgens Entdeckung hat der Physik und Chemie ein neues wichtiges Gebiet erschlossen. Sie hat diesen Wissenschaften auch mittelbar zu einem grossen Fortschritt verholfen. Sie hat nämlich

die Entdeckung der Radioaktivität veranlasst. Das Geheimnisvolle und Überraschende, das in ihr lag, hat Jahre hindurch anreizend und aufregend auf Naturwissenschaftler, Mediziner und Laien gewirkt. So hat sie *H. Becquerel* veranlasst, zu untersuchen, ob phosphoreszierende Substanzen neben sichtbaren Strahlen nicht auch unsichtbare Strahlen, z. B. Röntgenstrahlen aussenden. Er fand dies in der Tat bei gewissen Substanzen und, wie seine Entdeckung schliesslich zur Auffindung neuer Elemente und des Vorganges ihrer Umwandlung in andere Elemente führte, ist auch weiteren Kreisen bekannt geworden.

Halten wir uns die grosse grundsätzliche Bedeutung vor Augen, welche die Röntgenstrahlen für die Physik, Kristallographie und Chemie gewonnen hat, erinnern wir uns daran in welcher nie dagewesener Weise sie die physikalische Forschung befruchtet hat, nehmen wir dazu, welche unschätzbare Bedeutung sie für die Diagnostik und Therapeutik in der Medizin gewonnen hat, so müssen wir zugestehen, dass sie einzig in ihrer Art in der Geschichte der Naturwissenschaft dasteht. Mit Recht darf die Universität Würzburg darauf stolz sein, dass sie in einem ihrer Institute von einem ihrer Professoren gemacht wurde. Mit Ehrfurcht gedenken wir des grossen Mannes, dem unsere Universität diesen Ruhm verdankt. Auch als Deutsche sind wir *Röntgen* zu Dank verpflichtet. In der schweren Zeit, welche das deutsche Volk gegenwärtig durchlebt, darf uns seine Persönlichkeit und Tat ein Trost und ein Ansporn sein. Seine Entdeckung ist ein unbestreitbarer Beweis der unersetzlichen Bedeutung des deutschen Volkes für die Menschheit. Sein Beispiel lehrt uns, dass die grosse Leistung aus der Persönlichkeit und aus treuer Arbeit um der Sache willen geboren wird.

Herr König:

### Über die Einwirkung von Röntgens Entdeckung auf ärztliches Handeln und medizinische Erkenntnis.

Wir haben soeben mit grosser Bewegung die Schilderung des Herrn *K. B. Lehmann* vernommen, wie am Schlusse jener denkwürdigen Sitzung die Hand des greisen Anatomen *v. Koelliker* durch die Röntgenplatte verewigt wurde. Nun, tief und unauslöschlich hat sich uns Miterlebenden das Urbild jener beringten Knochenhand eingepägt, als es vor 25 Jahren die erste Kunde der gottbegnadeten Entdeckung *Röntgens* in die Welt hinausgeschickte. Hier war ein vollkommen Neues: dass diese neue Kraft unermessliche Bedeutung für die Medizin

in sich schloss, das konnte niemand bezweifeln. Und wenn wir heute, in dankbarem Gedenken die Einwirkung der Entdeckung auf ärztliches Handeln und medizinische Erkenntnis in freilich reicher, aber wegen der Kürze der Zeit so sehr unvollkommener Übersicht an uns vorübergehen lassen, so verstehen wir, dass eine wissenschaftliche Medizin ohne *Röntgen* nicht mehr denkbar ist.

Den grössten Anstoss empfing unser ärztliches Tun durch die in den Röntgenstrahlen gegebene Steigerung diagnostischen Könnens. Den Weg durch dieses grosse Gebiet wollen wir wieder an der beringten Knochenhand beginnen. Auf den Kontrasten beruhte die neue Diagnostik und die beiden am intensivsten hervortretenden Teile, der Ring und der Knochen liessen die Erkennung des Fremdkörpers und der Knochenkrankungen als das nächstliegende Ergebnis annehmen.

Der Nachweis verschluckter Fremdkörper ist auf die eleganteste Weise gelöst. Nicht nur Metall, auch Knochensplitter und Gebrauchsgegenstände aller Art sind im Schattenbild nachzuweisen. Besonders bei zweifelhafter Anamnese wie so oft beim Kinde ist der Befund des verschluckten Geldstücks im Speiserohr, des aspirierten Kragenknopfs, der Metallhülse im Bronchus die Indikation zur lebensrettenden Operation. Verschluckte Nadeln und Nägel können wir auf ihrer Wanderung durch den Magen-Darmkanal verfolgen, wir sehen, wenn sie sich festsetzen und entnehmen aus dem Röntgenbefund die genaue Indikation für die Operation und für den Ort des Einschnitts. Die Röntgenstrahlen decken unvermutet Fremdkörper auf: ein mir zugehender Patient mit einer Thoraxfistel nach Operation war lange in einem Lungensanatorium behandelt: bei der Röntgenaufnahme zeigte sich ein in den Thoraxraum gegliittenes Gummidrainrohr, dessen Entfernung den Lungenkranken schnell gesund machte.

Noch steht die Bedeutung des kriegschirurgischen Nachweises von Steckgeschossen für ihre Entfernung vor aller Augen. Und hier hat das Bedürfnis, den einfachen Nachweis durch eine genaue Ortsbestimmung zu ergänzen, zu zahlreichen Versuchen geführt. Nach *Grashey* gab es schon 1917 250 Methoden der röntgenologischen Fremdkörperbestimmung. Die gebräuchlichsten sind wohl die Lokalisation durch Aufzeichnung der 4 Punkte von *Levy-Dorn* und das Röntgenstereogramm. Mit Hilfe dieser konnten wir manches Geschoss aus entlegenen Gehirnteilen herausholen und es gelang uns, ein hinterm Brustbein, gleich oberhalb des Herzens, dem Aortenbogen aufsitzendes Granatstück erfolgreich zu entfernen. Aber die Fremdkörper können

wandern, bald nach der Röntgenaufnahme haben sie ihren Platz geändert. Gegen diese Gefahr schützt der Röntgenoperationstisch, bei welchem Röntgendurchleuchtung und Operation Hand in Hand gehen.

Fremdkörper, welche der Organismus selbst ausfallen lässt, nennen wir Konkreme oder Steine. Hier kommt am meisten in Betracht die Steinbildung in den Harnwegen. Den unablässigen Bemühungen vieler Forscher ist es gelungen, zu einem fast sicheren Nachweis der Nieren-, Ureter- und Blasensteine auf der Röntgenplatte zu kommen. Der Operateur weiss jetzt, ob grosse ob kleine Steine, ob einer ob mehrere vorhanden sind. Die Diagnose der Steinkrankheit beruht heute auf dem Röntgennachweis, und für Blasensteine, die in Divertikeln liegen, für Steine bei Kindern u. v. a. ist er unentbehrlich für unser Handeln, ja das einzig mögliche Verfahren.

Schon das älteste Bild jener feinen Knochenhand liess erwarten, dass Veränderungen in Knochen- und Gelenkbildung sicher zu sehen sein würden. Das betrifft vor allem die schweren Verletzungen, Luxationen und Frakturen. Der Kandidat der Medizin von heute ist sich der herrlichen Leistungen der Röntgenstrahlen stark bewusst. Ich habe vor kurzem im Examen auf meine Frage, wie man die Ellbogenluxation erkenne, als erste Antwort erhalten: im Röntgenbild —. Nicht so glücklich ist der Arzt auf dem Lande. Genau wie einst vor 1896 selbst in den Kliniken muss er einsehen, dass die Diagnose einer schwierigen Verrenkung ohne Narkose unmöglich und mit dieser unvollständig ist. Erst die Röntgenstrahlen zeigen neben der Luxation auch die feineren oder schweren Knochenbrüche und lehren uns, was geschehen muss. Aber sie stehen auch bei der verkannten uneingerichteten Luxation drohend als Rächer! Deshalb soll bei jeder schwierigen Gelenkverletzung ein Röntgenbild gemacht werden.

Dies gilt ganz gewiss auch für die Knochenbrüche.

Manche Bruchformen, z. B. an der Handwurzel, waren vor der Röntgenära gar nicht zu erkennen und wurden deshalb falsch behandelt. Beim Schenkelhalsbruch sagt uns das Röntgenbild sofort, ob eine Behandlung aussichtsvoll ist oder nicht, es lehrt uns in anderen Fällen, wie die Streckbehandlung zu leiten ist. Es gibt kleine Knochenabsprengungen in Gelenken, gibt grosse Knochenbrüche mit Verdrehung der Enden, hier führt die alte Behandlung zu schlechten Erfolgen: es muss alsbald operiert werden, und wenn wir hier etwa 3 Wochen abwarten bis zur Röntgenaufnahme, dann kommen auch diese Massnahmen zu spät.

Auch nicht erkannte und nicht geheilte Brüche werden aufgedeckt und manchem Rentenempfänger ist erst danach sein Recht geworden.

Wie sehr unser Tun in der Lehre der Frakturen und Luxationen durch *Röntgens* Entdeckung beeinflusst wurde — das kann mit diesen wenigen Worten kaum angedeutet werden.

Die Erkennung der einzelnen Knochenerkrankungen konnte erst möglich werden durch Verfeinerung der Aufnahmetechnik. Seit in wundervollen Kontrastbildern die ganze Architektur des Knochens auf den Röntgenbildern erschien, mussten auch Abweichungen sichtbar werden. Da gilt es namentlich Entzündungen untereinander und gegen Tumoren abzugrenzen; bei klinisch äusserst ähnlichem Verhalten werden chronische Osteomyelitis und Tuberkulose durch die Knochenatrophie bei letzterer erkannt, die ersterer fehlt. Und während klinisch ein Knochenabszess, eine Zyste und ein Sarkom äusserst ähnlich sein können, weist die runde glatte Höhle mit Knochenverdickung auf Abszess, mit Verdünnung auf Zyste, die wolkigen Schatten auf Tumor hin, und es wird heute nicht mehr vorkommen, dass eine Amputation aus diagnostischem Irrtum vorgenommen wird.

Die Zahnheilkunde hat ausserordentliche Anreize aus dem Röntgenverfahren gewonnen. Die Filmaufnahmen sind für den Zahnarzt etwas Alltägliches geworden. Erkrankungen an den Wurzeln, der die Zahnfistel verursachende Krankheitsherd, Zysten, retinierte Zähne u. v. a. gründen das zahnärztliche Handeln auf die Ergebnisse der Röntgenplatte.

In den Gesichtsschädel eingeschlossen sind die lufthaltigen Nebenhöhlen der Nase. Durch Anfüllung mit Eiter, durch einen Tumor werden die Stirn-, Kieferhöhlen usw. verschattet, der Rhinologe zieht daraus die wichtigsten Schlüsse für sein Handeln. Das leitet uns über zur Erkennung von Höhlenergüssen überhaupt. Heute erkennt der Mediziner die Ergüsse, das Empyem der Pleura am schönsten am Röntgenschirm; noch mehr, aus der Form des Flüssigkeitsspiegels wird erkannt, ob der Eiter über oder unter dem Zwerchfell sitzt. Eine einfache Rippenresektion ist im ersten Falle, im zweiten Falle eine sehr komplizierte tiefere Operation geboten. Auch in der Bauchhöhle ist dies Verfahren ausschlaggebend, denn wir können heut beim Darmverschluss die im erweiterten Darm stehenden Flüssigkeitsspiegel erkennen. Erst vor kurzem habe ich daraufhin einen erkrankten Knaben sofort operiert und den durch Verwachsungen bedingten Darmverschluss behoben.

Wir sind damit schon ganz in das Gebiet der Kontraste in weichen Geweben gelangt. Hier feiert die Kunst der Röntgen-

durchleuchtung ihre Triumphe. Die so folgenschwere Unterscheidung im Brustraum sitzender Strumen von den mediastinalen Geschwülsten, vor allem dem Aneurysma der Aorta weist dem Chirurgen wichtige Wege. Die Erkennung und damit die Therapie der Herzkrankheiten wird auf die Röntgenstrahlen begründet. Erkrankungen der Hilusdrüsen, Entzündungen, Tuberkulose, Geschwülste der Lunge haben ihre genauen Röntgentypen und diese entscheiden über die Behandlung.

Ärztlichem Erfindungssinn ist es gelungen, auch dort, wo Kontraste im Röntgenbild fehlen, Bilder zu erzielen durch Einbringung von kontrastgebenden Substanzen in Körperhöhlen. *Rieder* hat zuerst systematisch durch Einbringen der Wismutmahlzeit in den Magen die verschlungenen Bahnen der Speisewege zu erforschen gelehrt. So wird mit spielender Eleganz das Ösophagusdivertikel erkannt und der Behandlung zugeführt. Vor allem aber hat sich der inneren Medizin ein ungeahnter Ausbau der Magen- und Darmdiagnostik aufgetan; festgegründete Methoden, die die Geschwüre und Karzinome des Magens und Duodenum genau erkennen lassen, die Indikationen für chirurgisches Eingreifen geben, die Erfolge der Behandlung kontrollieren usw. Ja, die Behandlung der Darmkrankheiten ist so weit gefördert, dass die Pharmakologie im Röntgenbilde die Einwirkung verschiedener Arzneimittel auf Dünn- oder Dickdarm genau unterscheiden und danach ihre Anwendung abgrenzen kann.

Die Einbringung kontrastgebender Lösungen von Silbersalzen in die Harnwege — Blase, Ureter, Nierenbecken haben unser ärztliches Tun vielleicht weniger beeinflusst, sicher aber weisen uns diese Mittel für die Verfolgung von Fistelgängen und damit für die Behandlung wichtige Wege.

Endlich sind durch Einblasen von Sauerstoffgas in die freie Bauchhöhle Kontrastwirkungen erzeugt worden, welche die Erkenntnis und Behandlung von Gallensteinen, von Verwachsungen usw. fördern sollen. Die Lehre vom Pneumoperitoneum ist noch im Werden.

Als direkte Einwirkung auf ärztliches Handeln haben wir die Röntgentherapie anzusehen, die heute eine Unsumme von Kräften in Bewegung setzt.

Schon im Beginn der nur der Diagnostik dienenden Röntgentechnik zeigten sich gewisse Einwirkungen auf die Haut. Entzündliche Reizwirkungen, dann wieder Schrumpfungen, Geschwüre, ja Verbrennung lernte man kennen. Die experimentelle Forschung nahm diese Fragen in Angriff. Es zeigte sich eine Hemmung der Zellentwicklung, ein

Zugrundegehen bestimmter Zellgruppen. Vor allem das lymphatische Gewebe ging bald zugrunde, aber auch Epithelzellen wurden geschädigt. In den Geschlechtsdrüsen kam es zu Nekrose der Keimzellen; bestrahlte Gliedmassen blieben im Wachstum zurück.

So sehr diese Ergebnisse zur Vorsicht mahnten, so ergab sich doch die Möglichkeit einer therapeutischen Ausnutzung. Man kann sagen, dass mit der Zeit kaum eine Affektion nicht bestrahlt wurde. Lassen Sie uns kurz einige feststehende Ergebnisse betrachten.

An der Haut ist die Röntgentherapie für manche Affektionen fester Besitz. Die Epilation und mit ihr die Heilung mancher parasitärer Hauterkrankungen gelang; an gewissen Lupusformen wurden Erfolge erzielt, die Aktinomykose in vorher nicht gesehenem Masse beeinflusst. Oberflächliche Hautkarzinome, das sog. *Ulcus rodens*, Sarkome der Haut wurden geheilt.

Bei der Tuberkulose ist die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf Lymphdrüsenenerkrankung und Bauchfelltuberkulose unbestritten. Die Exstirpation tuberkulöser Lymphome, einst eine vielgeübte Operation, ist fast verschwunden. Weniger Erfolg hat die mit grosser Erwartung begonnene Röntgentherapie der Lungentuberkulose und auch der tuberkulösen Gelenke. Bei kleinen Gelenken durchführbar, bleibt sie grösseren gegenüber in niedrigen Dosen erfolglos, in hohen Gaben gefährlich.

Auch auf die Lymphome der *Hodgkin*schen Krankheit, wie die leukämischen Lymphome, sind die Strahlen angewandt und von zweifelloser, wenn auch nicht dauernder Einwirkung.

Mit einem gewissen Erfolg ist man an die Beeinflussung schwerer Blutungen gegangen. Hier waren vor allem die klimakterischen Blutungen schwer gefürchtet, die durch die Röntgenbestrahlung eine sichere Heilung erfuhren. Auch die Blutungen durch Myome gehören hierher, wie denn in der Behandlung der Uterusmyome die Indikationen zur Operation wesentlich eingeschränkt wurden.

Die Gynäkologie hat das grosse Verdienst, die Wirksamkeit der Röntgenstrahlen auf das Uteruskarzinom nachdrücklichst verfolgt zu haben. Heute ist als feststellend anzusehen, dass etwa ebensoviel Heilungen auf diese Weise zustande kommen, wie durch die grossen operativen Verfahren. Und da diesen noch immer eine nicht ganz geringe Operationsmortalität anhängt, so ist der Erfolg hier ein sehr bemerkenswerter.

Die Heilung anderer bösartiger Karzinome und Sarkome ist heute noch gerade so unsicher, wie vor 10 Jahren. Ohne klare Erkenntnis

sehen wir Fälle zur Heilung kommen, andere versagen. Hier ist noch viel zu tun bis zu einem Verständnis.

In allen schwer zu beeinflussenden Krankheiten hat die Röntgentechnik immer höhere Leistung der Strahlen ins Treffen geführt. Dass mit dieser Steigerung der hochgespannten Ströme Schädigungen verbunden sein können, haben wir zum Schaden manches Arztes und manches Patienten erkannt. Segensreich und furchtbar ist die uns geschenkte Kraft, und schwer die Verantwortung der Röntgentherapie, die der Natur der Sache gemäss vielfach nur durch Empirie arbeiten kann. Dass sie immer mehr aus dieser heraus den Bahnen exakt wissenschaftlicher Erkenntnis sich zuwende, muss gewünscht werden.

Es entspricht den Zielen dieser unserer Gesellschaft, wenn wir zum Schluss noch fragen, welcher Nutzen sich für die medizinische Erkenntnis ergeben hat. Aus manchem Angeführten geht hervor, dass auch Anatomie und Physiologie daran teilnehmen. Der Anatom sieht die Lage der Organe im Körper in neuer Beleuchtung, der Physiologe sieht die Bewegung der Organe, des Herzens, der Lunge, des Magen-Darmkanals wie im Experiment. Durch Injektion schattengebender Substanzen in die Arterienbahn sind die feinsten Verbreitungen der Arterien im Knochen wie in einem Korrosionspräparat zur Darstellung gebracht worden. Das Wachstum der Röhrenknochen ist ausgezeichnet beobachtet, es gibt heute Atlanten der epiphysären Entwicklung — es lässt sich zudem das Wachstum an ein und demselben Individuum Jahr für Jahr feststellen. Die Formgestaltung der Knochen unter gewissen Bedingungen kann genau studiert werden. So vermochte ich an einer ganzen Reihe von Kindern, welche von früh gelähmt und nie gegangen waren, zu zeigen, dass ihre Schenkelhalse ausnahmslos die Steilrichtung der Coxa valga zeigten — es ist also die Formbildung des Schenkelhalses nicht eine in Tausenden von Jahren ererbte, sondern bildet sich bei jedem Individuum wieder unter dem Einfluss der Belastung, die hier gefehlt hat. Das Gesetz der funktionellen Gestaltung, wie es besonders von Roux betont ist, ist am gebrochenen Knochen durch Serien von Röntgenaufnahmen ausgezeichnet zu begründen. Zuerst der in unbestimmten Formen gehaltene Kallus, dann formt sich die Knochenbruchstelle — wo keine Beanspruchung, da tritt Resorption auf, wo die Funktion Leistungen fordert, da werden alte Knochenteile verstärkt, neue angebildet. Das zeigt sich am schönsten an schief geheilten Knochenbrüchen von Kindern. In systematischen Röntgen-

aufnahmen konnte ich nachweisen, dass in der Wachstumszeit die dislozierte Bruchheilung sich gänzlich umwandelt — hier wird eine ganze Kortikalis durchbrochen, um der Markhöhle wieder Kontinuität zu verschaffen, dort werden lange Kortikalisteile völlig aufgesogen und endlich an anderen Stellen erst gebildet, um schliesslich ein Knochenbild zu erzeugen, das der Beanspruchung in möglichst vollkommener Masse entspricht — ja sogar Verkürzungen werden wieder eingeholt. Und so dient das Röntgenbild dazu, um uns die Leistungen der funktionellen Gestaltung in einer Klarheit vorzuführen, wie sie schöner nicht gedacht werden kann.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie auch unsere medizinische Erkenntnis durch die Röntgenstrahlen Förderung erfahren hat. Wer sich andauernd mit dieser wunderbaren Kraft befasst, der erhält fast täglich neue Anregung, die ihre Früchte noch bringen muss, und die uns zeigt, wie in der *Röntgenschen* Entdeckung wieder die eine Disziplin die anderen beleben kann.

Herr Wessely:

### Schlusswort.

Aus den Worten der berufenen Fachvertreter, die wir soeben gehört haben, ist das Bild der *Röntgenschen* Entdeckung in seiner ganzen Bedeutung vor uns erstanden, wir haben in dieser Stunde ihren unermesslichen Einfluss auf die moderne Wissenschaft erneut auf uns wirken lassen.

Wir hatten gehofft mit diesen Ausführungen den Entdecker selbst persönlich ehren, ihn heute hier in unserer Mitte begrüßen zu können. Zu unserem grossen Bedauern hat sich Exzellenz *v. Röntgen* nicht entschliessen können, unserer Einladung Folge zu leisten. Ich darf vielleicht die Zeilen, mit denen er uns antwortete, hier verlesen:

„Für die freundliche Einladung zu der Sitzung der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft am 29. Januar, mit der Sie mich beehrt haben, danke ich herzlichst. Ich bitte mir aber nicht verübeln zu wollen, wenn ich mich nicht entschliessen kann, an dieser mich persönlich so nahe berührenden Feier teil zu nehmen. In Gedanken werde ich in Ihrer Mitte sein und mich in dankbarer Erinnerung an eine glückliche Zeit an dem vielen Wohlwollen und an der vielen Freundschaft, die mir aus Würzburger Kreisen noch immer entgegen gebracht werden, erheben und erfreuen.“

*W. C. Röntgen.*

Meine Damen und Herren! Wenn wir so auch auf persönliche Bezeugung unserer Anhänglichkeit und Verehrung verzichten mussten, so möchte ich doch vorschlagen, diesen auf anderem Wege Ausdruck zu geben, nämlich ein Telegramm folgenden Inhalts an Exzellenz *v. Röntgen* zu senden:

„Die Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu einer Feier des denkwürdigen 23. Januar 1896 vereinigt, sendet ihrem berühmtesten Mitglied verehrungsvollen Gedenkgruss.“

Aus Ihrem lebhaften Beifall entnehme ich Ihre Zustimmung.



## Rudolf Virchow in Würzburg.

Vortrag, gehalten auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für  
Geschichte der Medizin in Kissingen am 16. September 1921.

Von

**M. B. Schmidt-Würzburg**

In wenig Wochen, am 13. Oktober d. J., werden 100 Jahre vergangen sein, seitdem *Rudolf Virchow* das Licht der Welt erblickte. Das fast 81jährige Leben hat ihn zu einem der ersten geistigen Vertreter Deutschlands zu seiner Zeit emporgehoben und sein 70. und 80. Geburtstag, sowie sein Tod gaben dem gebildeten Teil des ganzen Erdenrundes Anlass, ihm zu huldigen. Das Gesamtbild seines Lebens und Wirkens, welches bei diesen eindrucksvollen Feiern gezeichnet wurde, steht wohl den meisten von uns noch vor Augen, und ich möchte mich bei der heutigen Gedenkfeier darauf beschränken, den 7 Jahre umfassenden Abschnitt von *Virchows* Leben herauszuheben, welcher sich in Würzburg abgespielt hat. Derselbe steht im Gegensatz zu den beiden Berliner Epochen, welche ihn einrahmen, gilt als der glücklichste und friedlichste seines ganzen Lebens, weil *Virchow* sich hier, befreit von äusseren Sorgen, in einer Umgebung befand, welche seinem Temperament nicht den gefährlichen Zündstoff bot, wie die Grossstadt Berlin.

Einen Einblick in diese Periode geben die Akten der Universität Würzburg, welche sich mit *Virchow* mehr als mit irgendeinem anderen Fakultätsmitglied befassen, und die Briefe *Rudolf Virchows* an seinen Vater, welche einige Jahre nach seinem Tode von seiner Tochter, *Marie Rabl*, veröffentlicht worden sind, sowie die Berichte der physikalisch-medizinischen Gesellschaft, welche unmittelbar vor *Virchows* Antritt in Würzburg gegründet war und ihr rasches Aufblühen ihm zum grossen Teil verdankt.

Als die ersten Anknüpfungen über die Übernahme der Professur erfolgten, war *Virchow* auf einem kritischen Punkt seines Lebens angekommen. Die Revolution des März 1848 hatte ihn ganz in ihren Strudel gezogen. Er war von früh an politisch interessiert, war ausgesprochener Demokrat und der herrschenden Regierung abgeneigt, und eine besondere Nahrung empfing diese Opposition durch die persönlichen Erfahrungen, welche er im Militärmedizinalwesen als Eleve der Charité und dann gelegentlich der Hungertyphusepidemie in Oberschlesien machte, zu deren Studium ihn das Kultusministerium im Februar 1848 entsendet hatte. In Oberschlesien hatten mehrere Missernten die Ernährung der Bevölkerung herabgedrückt, sie hungerte seit Jahren und entbehrte auch sonst alles, was zu einem einermassen menschenwürdigen Dasein gehört, vielfach lebten Menschen und Vieh zusammen in den dürtigsten Behausungen, stumpf, von Krankheiten heimgesucht, und auf diesem Boden war in den letzten Monaten das endemische Leiden, welches seit Jahren dort heimisch war, zu einer grossen Epidemie angeschwollen, welche tausende von Opfern forderte. *Virchow* war erschüttert beim Anblick des ganzen Elends, und seine Empörung galt nicht nur der mangelhaften Fürsorge der Behörden für die augenblickliche Not, sondern mehr noch dem Umstande, dass die Regierung einen so grossen Volksteil dauernd in Unwissenheit, Faulheit und Aberglauben hatte versinken lassen. Die damals gewonnenen Eindrücke wurden für sein ganzes weiteres Leben bedeutungsvoll: Sie steigerten einerseits sein Interesse für die soziale Förderung des niederen Volkes, welches ihn nie wieder verlassen hat, und trieben ihn direkt der aktiven Politik in die Arme. Der grosse Bericht über die oberschlesische Epidemie in seinem Archiv geht weit über das Medizinische hinaus und entrollt ein grosses Programm, welches die unterdrückte und kulturell vernachlässigte Bevölkerung emporheben sollte, und geht scharf und schonungslos mit der herrschenden Regierung ins Gericht. Unmittelbar aus diesem Erlebnis wuchs sein politisches Glaubensbekenntnis hervor: „Volle und unumschränkte Demokratie“.

Wenig Tage nachdem er in solcher Stimmung aus Oberschlesien zurückgekehrt war, brach der Märzsturm in Berlin los und riss auch *Virchow* mit sich fort. Die temperamentvollen Briefe an seine Eltern zeigen ihn als Verteidiger einer Barrikade in der Friedrichstrasse gegen die königlichen Truppen, sind voll der Begeisterung über den Erfolg des Volkes und die Niederlage der Regierung. Und nun folgte die Aufregung der Wahlen zur Nationalversammlung, aus denen

*Virchow* selbst als Wahlmann für die deutsche und preussische Deputiertenwahl hervorging; morgens 7—9 Uhr hielt er seinen Kurs, von 9 bis nachts 12 oder 2 Uhr war er auf den Beinen, um an den verschiedensten Versammlungen teilzunehmen. Sehr am Herzen lag ihm, in der Umwälzung dieser Zeit auch eine Reform des Medizinalwesens herbeizuführen, und diesem Zweck sollte die Wochenschrift dienen, welche er mit *Leubuscher* unter dem Namen „Medizinische Reform“ gründete. Je mehr seit dem Herbst die Reaktion an Boden gewann und die Erfolge der Revolution in Frage stellte, desto heftiger wurde der Kampf, und ohne Rücksicht auf seine Person trat *Virchow* gegen die Regierung auf. Sein alter Gönner, Geheimrat *Schmidt* vom Medizinalministerium, verfasste eine heftige Gegenschrift gegen ihn und die Angriffe der „Medizinischen Reform“, der Kultusminister stellte ihn darüber zur Rede, wie er es mit seiner Stellung vereinigen könne, aufregende Flugblätter zu verbreiten, auf *Virchows* Antrag wurde der Direktor der Medizinalangelegenheiten bei den Wahlen ausgeschlossen usf.; so lockerten sich durch die politischen Leidenschaften die amtlichen Verbindungen und Ende März 1849 wurde *Virchow* vom Ministerium seiner Stelle als Charitéprosektor enthoben und seiner Wohnung verlustig erklärt. Wurde auch durch das Eingreifen einflussreicher Männer die Massregel etwas gemildert, so war doch der Boden unter *Virchow* wankend geworden.

In dieser Zeit tauchte als lichter Punkt am Horizont die Möglichkeit einer Berufung nach Würzburg in die ordentliche Professur, welche durch den Tod *Mohrs* frei geworden war, auf. Nach dem damaligen Modus führte der akademische Senat die Berufungsverhandlungen auf Grund der Fakultätsvorschläge und nach Ermächtigung seitens der Regierung. Die medizinische Fakultät Würzburgs war sich darüber klar, dass sie eine erste Kraft gewinnen wollte, sie schätzte sich mit Recht hoch ein und reihte sich an Ansehen den beiden hervorragendsten Medizinschulen Wien und Prag unmittelbar an. Drei Bewerber, welche sich durch Immediateingaben an den König gewandt hatten, wurden von ihr abgelehnt und *Rudolf Virchow* einstimmig vorgeschlagen. In der Begründung heisst es: „Es hat gleich vom Beginn an der Fakultät der Name eines Mannes vorgeschwebt, der, wenn auch keiner besonderen Schule angehörend, sondern mehr urwüchsiger Art, durch seine glänzenden schriftstellerischen Leistungen auf dem hier in Frage kommenden Gebiete eine so eminente Tüchtigkeit an den Tag gelegt hat, dass hierdurch schon allein die Anwartschaft desselben auf eine Professur der pathologischen Anatomie als

hinreichend begründet erscheint“, und weiter: „Wenn man die grosse Zahl der *Virchowschen* Schriften überblickt, so könnte man in Zweifel geraten, ob man mehr über die Masse des in so kurzer Zeit Geleisteten, oder über die Genialität der Auffassung, über die Klarheit der Darstellung, oder über die Gediegenheit seiner Gelehrsamkeit staunen soll“<sup>1)</sup>.

Trotz dieser glänzenden Befürwortung stiess die Berufung *Virchows* auf grosse Schwierigkeiten beim Ministerium wegen seiner politischen Betätigung; namentlich der Oberschlesische Bericht und die tendenziösen Artikel in der medizinischen Reform spielten dabei eine Rolle. Es mochten da Erinnerungen an die politischen Vorgänge wach sein, welche im Jahre 1832 zur Absetzung *Schönleins* von seiner Professur und zu der Versetzung *Textors* nach Landshut geführt hatten. Die Fakultät sah mit richtigem Blick in *Virchows* politischem Treiben nur den jugendlich-ungestümen Ausdruck einer tiefen Empfindung für das Wohl des niederen Volkes und erkannte das redliche und sittlich hochstehende Wollen und den Geist, welcher hinter den gedruckten Äußerungen stand, an. Aber das Ministerium verlangte feste Garantien. Die Universitätsakten über diese Episode, welche auch *Virchows* Originalbriefe enthalten, zeigen, dass er mit Würde und, ohne sich das Geringste zu vergeben, der gestellten Forderung nachkam. Auf Veranlassung des Ministeriums war ihm die Erwartung ausgesprochen worden, „dass er sich von der im vorigen Jahre beschrittenen politischen Arena zurückziehen werde“; er beantwortete dieselbe durch einen Brief, in dem es heisst: „Es gibt Zeiten, wo es für jeden ehrlichen Mann gilt, seine politische Meinung offen zu vertreten, und in einem solchen Falle kann ich natürlich nie zu einer feigen Rolle mich verdammen. So lagen die Verhältnisse bei uns im vorigen Jahre. Wenn ich zu Ihnen, in mir durchaus fremde Verhältnisse komme, so werde ich mich gewiss nicht in eine Stellung hineindrängen, welche meiner unmittelbaren Tätigkeit nur Hindernisse bereiten kann. Sie dürfen daher von mir erwarten, dass ich mit dem Wunsche, den politischen Vorgängen ferne zu bleiben, zu Ihnen gehe“<sup>2)</sup>. Trotzdem fühlte sich das Ministerium nicht beruhigt und machte seine Zustimmung von einer vorherigen Versicherung abhängig, dass *Virchow* „von seiner politischen Richtung entschieden abgegangen sei“<sup>3)</sup>. Die Fakultät ersparte ihm den Widerruf seiner Gesinnung; sie wusste wohl, dass

<sup>1)</sup> Fakultätsbericht an d. Senat 15. II. 1849.

<sup>2)</sup> Aus einem Privatbrief an *Kiwisch*. — Senat an Minister. 23. VI. 1849.

<sup>3)</sup> Minister. an Senat. 8. VII. 49.

*Virchow* sich dazu nicht verstanden haben würde, und erbat nur eine Erklärung von ihm, dass er „bei sich etwa ergebender Gelegenheit nicht auch Würzburg zu dem Tummelplatz seiner früheren kundgegebenen radikalen Tendenzen machen würde“<sup>1)</sup>. *Virchow* gab dieselbe ab in einem interessanten Schreiben<sup>2)</sup>, in dem er zugleich mit Freimut sich gegen die Anschauungen des Ministeriums über seine bisherige Tätigkeit verwahrt, „welche er bisher nur bei erklärten Gegnern anzutreffen gewohnt sei“, und deutlich erkennen lässt, dass er sein Selbstgefühl dem Streben nach der Stelle nicht zum Opfer bringen würde: „Mein Wirkungskreis als Lehrer (auch für ältere Ärzte), meine pekuniäre Stellung, das mir zu Gebote stehende Material sind in Berlin grösser, als sie mir in Würzburg geboten werden, und so dankbar ich auch die ehrenvolle Anerkennung, welche meinen bisherigen Arbeiten durch diese Berufung zu Teil wird, empfinde, so würde diese mich doch nicht haben bestimmen können, Berlin zu verlassen, wenn ich nicht gefunden hätte, dass ich für die Fortsetzung meiner Untersuchungen in der Weise, wie ich sie wünsche, einer grösseren Ruhe und Musse bedarf, als ich sie hier je erwarten darf. Sehnte ich mich nach politischer Tätigkeit, so läge kein Grund vor, warum ich Berlin verlassen sollte, denn ich bin nie gewohnt gewesen, meine Kräfte für unbedeutende Zwecke zu vergeuden“. Das Ministerium beruhigte sich dabei und so erfolgte die Ernennung.

Zum Beginn des Wintersemesters 1849 siedelte *Virchow* nach Würzburg über, am 1. Dezember begann er seine Vorlesungen. Damit brach jäh das zerrissene und aufgeregte Leben in Berlin ab und an seine Stelle trat die friedliche Existenz in Würzburg. Ein grosser Gegensatz! Bei der Betrachtung dieser Verhältnisse drängt sich mir immer der Vergleich mit *Schiller* auf, als er aus der inneren Gärung und der äusseren Not der Zeit in Bauerbach und Mannheim und aus dem Zerwürfnis mit denen, auf die sich sein Schaffen aufbauen sollte, plötzlich durch ein gütiges Geschick nach Leipzig in die friedensatmende Nähe des *Körnerschen* Hauses versetzt wurde. Vor dem Abschied verlobte sich *Virchow* mit der Tochter des Geheimen Sanitätsrats *Mayer* in Berlin und im folgenden Jahre fand die Verheiratung statt. Damit war etwas in sein Leben getreten, was neue zarte Seiten in ihm weckte, obwohl schon bisher in den Briefen an seinen Vater wiederholt eine Rücksicht und Weichheit gegenüber diesem offenbar schwierigen Mann zu Tage getreten war, welche eigenartig mit dem

<sup>1)</sup> Senat an *Virchow*. 16. VII. 49.

<sup>2)</sup> *Virchow* an Rektorat. 22. VII. 49.

entschlossenen und leicht schroffen Charakter *Virchows* kontrastierten. Er selbst<sup>1)</sup> erblickte in seiner Frau eine stete neue Mahnung zur Ruhe, zur Enthaltung von der aktiven Politik. So verliefen für *Rudolf Virchow* die 7 Würzburger Jahre in der Art, wie es bei einem akademischen Gelehrtenleben von damals und von heute das Gewöhnliche ist, versenkt in den Beruf, und in den Mussestunden mit seiner Familie und für dieselbe lebend. Er genoss die Schönheit und Fruchtbarkeit des Frankenlandes, war in den Ferien mit Frau und Kindern in Veitshöchheim und in der Rhön und freute sich daran, das Blühen der Natur aus unmittelbarster Nähe zu beobachten. Wenn er in seiner zweiten Berliner Epoche, welche der Würzburger folgte und bis an sein Lebensende währte, sich wieder stärker am öffentlichen Leben beteiligte, so trat dabei die politisch-parlamentarische Tätigkeit hinter der sozialen mehr zurück. Immer übten die Oberschlesischen Erfahrungen ihren nachhaltigen Einfluss und *Virchow* sprach es wiederholt aus und handelte danach, dass die Medizin eine soziale Wissenschaft, die Wissenschaft vom Menschen werden müsse. Sein späterer Übergang zur Anthropologie wurzelt wenigstens zum Teil ebenfalls in diesem allgemeinen Interesse für den Menschen, wenn auch wissenschaftliche Probleme, namentlich die Frage der Schädelbildung, ihren Anteil daran haben.

Die pathologische Anatomie hatte damals in Würzburg, wie an den meisten Universitäten, erst seit wenig Jahren den Kopf stärker gehoben, in dem Masse, als das Interesse dafür unter dem Einfluss der *Rokitanskyschen* Schule gewachsen war. Die normalen Anatomen *Ignaz Döllinger*, dann *Heusinger* und *Münz* hatten sie zunächst nebenbei vorgetragen, auch Sektionspräparate demonstriert und aufbewahrt, aber von eigener Forschung war keine Rede. Und so blieb es auch, nachdem sich der Würzburger Dr. *Bernhard Mohr* 1838 als erster für das Fach speziell habilitiert hatte; er stieg 1842 zum ausserordentlichen und bald zum ordentlichen Professor auf und hat offenbar in seinen Vorlesungen die steigende Bedeutung des Fachs den Studenten und Ärzten zum Bewusstsein gebracht. In der Eingabe, in welcher die Fakultät die ordentliche Professur für *Mohr* beantragt, bezeichnet sie die pathologische Anatomie schon als „die wesentlichste Grundlage der ganzen Pathologie“. An wissenschaftlicher Forschung hat *Mohr* nichts Nachhaltiges geleistet, daran hinderte ihn schon die ungenügende Beherrschung des Mikroskopierens. Als 39-jähriger Mann starb er an einem Brustleiden. *Virchow* wurde sein Nachfolger.

<sup>1)</sup> Briefe, 7. IV. 1851, p. 201.

Die medizinische Fakultät, in welche er als Jüngster eintrat, war modern gerichtet. In der ausführlichen Eingabe, in welcher sie die Berufung *Virchows* vorschlägt, gibt sie ein Bekenntnis ihrer wissenschaftlichen Anschauung, welches zeigt, dass sie mit vollem Bewusstsein die Schlacken der naturphilosophisch-spekulativen Richtung abgeschüttelt hatte und auf naturwissenschaftlichem Boden stehen wollte. Als innern Kliniker fand *Virchow Karl Friedrich v. Marcus* vor, der ein glänzender Redner und guter Lehrer war, aber trotzdem die Klinik nicht auf der Höhe seines Vorgängers *Lukas Schönlein* halten konnte; erst sein Nachfolger *Heinrich v. Bamberger*, der ihn 1854 ersetzte, brachte sie zu neuer Blüte. Als Professor der Chirurgie war *Cajetan v. Textor*, nach 2jähriger politischer Verbannung nach Landshut, wieder tätig, als Gynäkolog *Kiwisch*, der bald nach Prag übersiedelte und durch *Scanzoni* abgelöst wurde; der vielseitige *Rinecker* wirkte als Polikliniker, Pädiater, Dermatolog und Psychiater. Einige Jahre hindurch war *Virchow* noch zusammen mit einem älteren Mitglied der Fakultät *Hensler*, welcher ein warmer Vertreter des tierischen Magnetismus war; *Virchow* erzählt von ihm, dass er in den Fakultätssitzungen nicht zu bewegen war, sich niederzusetzen, weil er besorgte, dass aus den, seiner Meinung nach nicht richtig gearbeiteten Stühlen krankhafte Erregungen in seinen Körper übergehen möchten. Neben *Scherer*, dem Vertreter der medizinischen Chemie, ragte als bedeutendste wissenschaftliche Kraft der Fakultät *Albert Kölliker* hervor, der 3 Jahre vor *Virchow* zunächst als Physiologe und vergleichender Anatom nach Würzburg berufen war, 1849 nach *Münz'* Tod auch die Professur für normale Anatomie erhalten hatte und erst von 1864 an sich auf diese beschränkte. Wahrscheinlich ist manchem von ihnen das Bild aus dem Jahre 1850 bekannt, welches *Virchow* zusammen mit *Kölliker*, *Scherer*, *Kiwisch* und *Rinecker* darstellt. Eng haben diese Männer auch in der wissenschaftlichen Arbeit zusammengehalten; dies geht aus zahlreichen Äusserungen *Virchows* und seiner Kollegen hervor, nicht zum wenigsten aus den warmen Abschiedsworten, welche *Kölliker Virchow* widmete, als derselbe nach 7 Jahren nach Berlin zurückkehrte.

Ein pathologisches Institut, in welchem wissenschaftliche Forschung getrieben werden konnte, bestand vor *Virchow* noch nicht. Es wurde zunächst im Gartenpavillon des Juliusspitals, dem wunderbaren Barockbau untergebracht, der noch heute unverändert so steht, wie ihn *Pedrini* 1705 errichtet hat, und welcher eine geräumige Mittelhalle und 2 symmetrische Seitenflügel mit je einem niedrigen,

breiten Turm besitzt. Schon bald nach der Erbauung, 1724, war demselben die Rolle des „Theatrum anatomicum“ zugewiesen worden, und auch nach Lösung der Personalunion für normale und pathologische Anatomie blieb doch der Hörsaal für beide Disziplinen der gleiche. Architektonisch schön war dieses Institut, wie schwerlich sonst ein medizinisches oder naturwissenschaftliches, aber für seine Bestimmung äusserst eng und unzweckmässig: Die Mittelhalle mit den hohen Rundbogenfenstern und der reich ornamentierten gewölbten Decke war durch eine Bretterwand geteilt, links von dieser lagerten grosse Holzvorräte, die rechte Hälfte war durch Aufstellen eines Tisches und eines stufenförmigen Podiums als Hörsaal eingerichtet. An den letzteren schlossen sich die zwei kleinen Zimmer des südlichen Seitenflügels. Das waren die engen Grenzen für die beiden Institute, und doch, was ist aus diesen an geistigem Leben hervorgegangen! Gerade diese räumliche Nachbarschaft von *Kölliker* und *Virchow* ist wohl nicht ohne Einfluss auf den inneren Zusammenhang ihrer Arbeiten gewesen, aus denen die Zellenlehre emporstieg.

Unter *Virchows* Händen, durch seine Erfolge bei Studierenden und Ärzten und durch die Ablehnung zweier Rufe an die Universität Zürich, welche ihm erst, 1852, die Professur für spezielle Pathologie und Therapie als Nachfolger *Hasses* und später, 1855, eine solche für pathologische Anatomie und Physiologie antrug, wuchs der Umfang seiner Stelle: Aus der blossen Professur wurde das Institut, alle aus dem Juliusspital und der Poliklinik stammenden Sektionen wurden *Virchow* zugewiesen, die pathologische Sammlung von der normal-anatomischen abgetrennt und ihm als Konservator unterstellt. Die Vornahme der poliklinischen Sektionen auf dem städtischen Friedhof ist seitdem als eine sehr wichtige Einrichtung erhalten geblieben. Auch die regelmässige Aufnahme ausführlicher Protokolle von allen Sektionen wurde durch *Virchow* eingeführt; zunächst schrieb er viele derselben selbst und die Bücher mit den eigenhändigen *Virchowschen* Berichten, von denen ich eines hier mitgebracht habe, sind ein wertvoller Besitz des pathologischen Instituts. Unter Hinweis auf diese Aufgabe wurde es erreicht, dass das Ministerium von 1852 ab eine Assistentenstelle für das Institut einrichtete; der zweite Inhaber desselben war *Ernst Haeckel*, der dritte *Joseph Eberth*, der spätere Pathologe von Zürich und Halle, dann *Grohé*, der später nach Greifswald kam. Ferner wurde unter *Virchow* die pathologische Anatomie zum Nominal- und ständigen Examensfach erhoben. Da der juliusspitälische Gartenpavillon den

Arbeitsbedürfnissen der beiden Institute nicht mehr genügte, wurde im Jahre 1853 eine neuerbaute Anatomie, bezogen. Nach weiteren 25 Jahren verliessen die pathologische Anatomie und bald auch die normale wieder dieses Haus, welches seitdem als medizinisches Kollegienhaus anderen Instituten dient, um getrennte Gebäude zu beziehen, und zu *Virchows* 100. Geburtstag wird abermals ein neuerrichtetes pathologisches Institut eingerichtet, das vierte Heimwesen der Disziplin in Würzburg seit ihrem Bestehen; alles das baut sich auf *Virchows* Schultern auf.

Nachdem durch den Übergang nach Würzburg die äusseren Verhältnisse gesichert und die innere Ruhe ihm wiedergegeben waren, kam bei *Virchow* alles, was wissenschaftlich dem Durchbruch zustrebte, zur Entwicklung. Seine wissenschaftliche Tätigkeit während der 7 Jahre ist ungemein gross, fast jede sorgfältig gemachte Sektion brachte neue Beobachtungen und Probleme, und so reiht sich eine neue Entdeckung an die andere. Ich kann nur wenige Punkte daraus hervorheben: Direkt im fränkischen Boden wurzeln zwei Untersuchungen: 1. die über „Die Not im Spessart“ und 2. die über den „Kretinismus in Unterfranken“.

Die erstere ist eine medizinisch-geographisch-historische Studie, eigentlich das Spiegelbild zu derjenigen des oberschlesischen Hungertyphus, und wurde, wie diese, durch einen Regierungsauftrag veranlasst. Auch im Spessart war eine von der Welt abgeschlossene, wenig kultivierte, arme, schlecht ernährte, indolente Bevölkerung, die in chronischer Not dahinlebte und, wenn Missernten einfielen, an den Rand des Verhungerns kam. Auch damals hatten mehre ertragsarme Jahre das Elend gesteigert, und es sollte festgestellt werden, ob etwa epidemische Krankheiten auf dem Boden des Hungers sich breit gemacht hätten. *Virchow* fand wenig Vorarbeiten sowohl über die geographischen als auch über die gesamten Lebensverhältnisse der Bevölkerung vor und hat nach achttägiger intensivster Arbeit in genialen Zügen ein umfassendes Bild der Lage hergestellt, welches grosse allgemeine Bedeutung besass: Er zeigte, dass nicht Krankheiten, sondern der chronische Hungerzustand die Geissel der Spessartbewohner bildete, dass die Bodenverhältnisse keineswegs ungünstig, sondern sogar infolge der Elevation des Landes günstig lagen und der Tiefstand der Kultur die Ursache des ganzen Elends bildete und weniger ärztliche, als soziale Fürsorge, welche Bildung, Wohlstand und Freiheit hebt, Abhilfe schaffen müsse. Auf den friedlichen Gemütszustand *Virchows* wirft es ein bezeichnendes Licht, dass diese Mitteilungen,

im Gegensatz zu dem oberschlesischen Bericht, von jeder politischen Tendenz und jedem Angriff auf die Regierung freiblieben, der letzteren sogar Anerkennung für ihren Versuch, zu helfen, gespendet wurde. Die Erhebungen über den Kretinismus in Unterfranken hatten ihren Ursprung darin, dass die physikalisch-medizinische Gesellschaft sich die naturhistorisch-medizinische Erforschung des fränkischen Landes zum besonderen Zweck gesetzt hatte. *Virchow* ging den endemischen Herden des Leidens nach und suchte in die pathologische Anatomie und Pathogenese desselben tieferen Einblick zu gewinnen, und auch diese Untersuchungen führten ihm weit über das lokale Interesse hinaus, denn daran knüpften sich die berühmten Forschungen über das Schädelwachstum, speziell dasjenige der dreiteiligen knöchernen Schädelbasis und seinen Einfluss auf die Physiognomie. Zudem enthalten sie die Behandlung des Problems, in welchem Verhältnis die Entwicklungsstörungen des Schädels und des Gehirns zueinander stehen. — Förderlich war auch gerade das Würzburger reiche poliklinische Material der Vervollkommnung von *Virchows* Vorstellungen über die Rachitis; er erkannte, dass das Wesen derselben in einer Störung der Wachstumsvorgänge beruht, und gab dadurch der ganzen Forschung eine neue, noch heute massgebende Richtung. Auch die Entdeckung des Amyloids und die der Leukämie stammen aus *Virchows* Würzburger Zeit. Die wertvollste Frucht derselben aber ist die Zellularpathologie, welche er als neue Lehre im Jahre 1855 an der Spitze des VIII. Bandes seines Archivs zuerst verkündete. Der weltberühmte Satz: „*Omnis cellula e cellula*“, welcher mit allen Schlussfolgerungen der Humoralpathologie in *Rokitanskys* Sinne brach, wurde von *Virchow* in Würzburg geprägt.

Leicht ändert sich mit zunehmender Entfernung das Urteil über die Bedeutung des Einzelnen fürs Ganze. Aber *Rudolf Virchows* Grösse ist nicht mit seiner Zeit vergangen, sondern er spricht noch in unsere Zeit hinein mit dem ganzen Gewicht seines überragenden Geistes. Es ist wohl gesagt worden, der anatomische Gedanke für die innere Medizin sei überlebt und die Zellularpathologie verdrängt worden durch Bakteriologie und physikalische Chemie. Aber wie lassen sich diese Dinge gegeneinander abwägen! Nebeneinander liegen sie als die Grundlagen für das sich dehnende Gebäude der allgemeinen Pathologie! Manche der Zweifel, welche der Zellularlehre entgegengehalten worden sind, treffen im Grunde genommen nur die Formulierung, nicht den Kern derselben; andere Fragen, vor allem

die, ob nicht auch Zwischensubstanzen und Flüssigkeiten selbständig und unabhängig von Zellen Lebensäusserungen von sich geben können, stehen noch in Diskussion; für die Flüssigkeiten des Körpers, besonders kolloidale Lösungen, darf es in der Tat angenommen werden. Dadurch könnte die Ausschliesslichkeit der ursprünglichen *Virchowschen* Lehre eine Einschränkung erfahren, eine Verkleinerung derselben wäre es nicht. Aber wir werden über solche Betrachtungen nicht das Grosse verkennen, was darin liegt, dass *Virchow* die Medizin auf dem Wege der pathologischen Anatomie, durch das Ausgehen von der realen Beobachtung, durch die Untersuchung der Materie überhaupt der naturwissenschaftlichen Forschungsmethode erschlossen hat. Das werden ihm auch künftige Geschlechter noch danken.

---



## Gerhardt-Gedächtnis-Feier.

Gehalten in der Phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg  
am 1. Dezember 1921.

Herr Wessely,

z. Z. Rektor der Universität, als Vorsitzender der Gesellschaft:

Von all den schmerzlichen Verlusten, die die Universität, die Fakultät und unsere Physikalisch-medizinische Gesellschaft im Laufe dieses Sommers zu beklagen hatte, hat keiner uns so jäh und darum so schwer betroffen wie der Heimgang von *Dietrich Gerhardt*. Wohl wussten die ihm Näherstehenden, dass ihm, dem die Erforschung der Herzkrankheiten eine spezielle Lebensaufgabe geworden war, das eigene Herz in den letzten Jahren wiederholt den Dienst versagt hatte, dass die Möglichkeit eines plötzlichen Abberufenwerdens wie ein Damoklesschwert über ihm schwebte, aber gerade im Augenblicke fürchtete weder er noch seine Umgebung etwas Ernstes, sondern erhoffte nur Erholung von den Mühen des Semesters in den Ferien. Darum traf der Schlag alle so hart. Und nicht nur unseren engeren Kreis, auch weit darüber hinaus bei den Kollegen in der Stadt, seinen Kranken, sowie seinen Fachgenossen in ganz Deutschland war die Trauer eine allgemeine. Kein störend Wort mischte sich in die Zeichen der Teilnahme und Anhänglichkeit. In allen Nachrufen kam es zum Ausdruck, dieser Mann hatte keinen Feind, keinen Neider, keinen Gegner gehabt. Wahrlich eine seltene aber darum doppelt wohltuende Erscheinung in unserer sich immer mehr im Konkurrenzkampf verengenden und verhärtenden Zeit. Worauf beruhte sie? Wir, die wir 10 Jahre hier an der Universität mit ihm zusammen arbeiteten, wir wissen es. Weil zwei Eigenschaften sich mit seinem reichen Wissen und Können vereinten: Bescheidenheit und Wohlwollen. Jeder, auch wer ihm persönlich noch nicht näher getreten war, wurde von diesen Eigenschaften

angezogen. Wie oft in Fakultät und Senat empfanden wir es. *Gerhardt* stand immer, wo es zu entscheiden galt, auf der Seite der Milde und Versöhnlichkeit. Manchem vielleicht in Zeiten des Kampfes zu nachgiebig erscheinend. Aber dafür wusste die Partei, die *Gerhardt* auf ihrer Seite hatte, immer, dass das Gütigere und Vornehmere geschah. Und überall, worum es sich auch immer handelte, trat er mit seiner eigenen Person ganz in den Hintergrund, sogar noch in Zeiten der Krankheit jederzeit bereit, Mühen für Fakultät und Universität auf sich zu nehmen. Wie er denn überhaupt in seinem Berufe sich selbst nie schonte, ja Entbehrungen und Anstrengungen als eine Befriedigung empfand und sie fast suchte, noch zu einer Zeit, wo die Wissenden sie ihm gern ferngehalten hätten. So gedenken wir dankbar dessen, was er in schwierigen Lagen — ich erinnere nur an die Kämpfe um den Krankenhausneubau — durch seine versöhnliche Art für Universität und Fakultät geleistet hat.

Das ist das Bild des Kollegen *Gerhardt*, wie er allezeit lebendig vor uns stehen wird. Wir aber wollen auch dessen gedenken, was er als Mitglied für unsere Gesellschaft war. Uns allen sind seine klaren Vorträge in lebhafter Erinnerung, in denen er in fast zu selbstkritischer, zu bescheidener Weise uns seine Untersuchungsergebnisse vortrug, uns an seinem reichen Wissen und unbestechlichem wissenschaftlichen Urteil teilnehmen liess. Wir sehen ihn noch vor uns, wenn er, fast wie um Entschuldigung bittend, dass er überhaupt das Wort ergreife, an der Diskussion teilnahm, von Wort zu Wort uns durch seine klaren Ausführungen mehr fesselnd, stets alles tüchtige Neue aufs herzlichste willkommen heissend, Unfertiges und Unkritisches mit feinem Humor abweisend.

Der fast übergrosse Drang zur Objektivität, der seine eigenen Forschungen belastete, spiegelte sich auch in der ärztlichen Tätigkeit und äusserte sich in einem weitgehenden therapeutischen Skeptizismus. Aber wie viele Kollegen der Universität haben, wenn sie selbst oder die Ihren krank waren, seine Gewissenhaftigkeit und teilnehmende Sorgfalt als Arzt dankbar kennen und schätzen gelernt. Wie wohltätig wirkte seine beruhigende, feinfühlig von einem stillen Optimismus durchzogene Art am Krankenbette. Kein oberflächliches Schönsehen, sondern ein abgeklärtes Zutrauen zur Selbsthilfe der Natur und ein Sichbescheiden unabänderlichen Notwendigkeiten gegenüber. Ich glaube, hierin lag überhaupt ein hauptsächlicher Wesenszug *Gerhardts*. Auch in den schweren Katastrophen des Krieges und der Nachkriegsjahre tat er uns gegenüber oft Äusserungen, die seinen unerschütter-

lichen Glauben an die in der menschlichen Natur selbst liegende Gesundungsfähigkeit bekundeten, wie ihn denn seine Selbstbescheidung alles Leid verhältnismässig leicht zu nehmen befähigte. So stand er auch seiner eigenen Krankheit gegenüber; auch sie wurde überwogen durch alles, was ihm das Schicksal durch das ganze Leben hindurch Gutes beschert hatte. Und wenn er heute unter uns weilte, würde er einen so schnellen, leichten Tod, wie er ihm beschieden war, als ein Glück preisen. Den Seinen freilich und uns allen ist er viel zu früh entrissen. Aber indem wir heute sein Bild lebendig vor uns erstehen lassen, mischt sich in die Trauer um seinen Verlust doch auch die Freude, eines so reinen Charakters gedenken zu können.

### Herr E. Magnus-Alsleben namens der Schüler:

Die kurzen Worte, welche die Vertreter der Universität, der Fakultät, des Luitpoldkrankenhauses, die Verwandten, die Schüler und die Studenten am Sarge *Dietrich Gerhardts* sprachen, bevor seine Überreste von der Flamme verzehrt wurden, klangen alle aus in den Dank für das, was der Verblichene ihnen gewesen, und was er ihnen gegeben. Einige Wochen später folgten die Nachrufe in den wissenschaftlichen Zeitschriften. Diese sprachen zu einem grossen Kreise allerorts, welchem der Name *Dietrich Gerhardt* sicherlich nicht fremd war, aber von denen viele ihn persönlich nicht kannten und, wie es in unserer raschlebigen Zeit nicht anders sein kann, für allzu detailliertes Eindringen in seine Persönlichkeit keine Zeit und keine Musse hatten. Heute hat sich die Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg hier in *Gerhardts* altem Hörsaal versammelt, um in einem engen Kreise von Fachgenossen, Universitätskollegen, Schülern, Freunden und Verwandten einen Abend seinem Gedenken zu weihen.

Das Bild eines jeden Menschen gewinnt ein eigenes Ansehen, je nach dem Standpunkte, von dem man es betrachtet. Anders sieht es aus, wenn es ein Freund aus der Jugendzeit entwirft, anders wenn wir den Worten eines nahen Verwandten lauschen, wieder anders, wenn ein Schüler von seinem Lehrer spricht. Wenn ich in dieser Eigenschaft, als ältester Schüler von *Dietrich Gerhardt*, der fast 15 Jahre lang, in Jena, in Basel und hier in Würzburg ihm nahe gestanden hat, heute vor Ihnen von ihm sprechen soll, so drängen

sich mir als seine eindrucksvollsten Eigenschaften auf: sein nie ermüdender Fleiss, seine stets gefällige Hilfsbereitschaft und selbstlose Unterstützungsfreudigkeit, seine persönliche Anspruchslosigkeit und seine ruhige abgeklärte Selbstsicherheit. Diese letztere Eigenschaft trat nicht ohne weiteres zutage, und wer ihn nur oberflächlich kannte, der merkte vielleicht gar nicht, dass *Gerhardt* in seinem tiefsten Innern sehr wohl dasjenige Selbstvertrauen besass, welches er auf Grund seiner Kenntnisse, seines klaren Denkens und seines durchdringenden Blickes mit vollem Recht haben durfte und sollte. Seine nüchterne Kritik blieb ihm eben auch in der Beurteilung seiner eigenen Person treu. Er wusste genau, dass er die Fähigkeit besass, in allen Lagen und Fragen des Lebens klar und nüchtern abzuwägen und sich dann ohne Affekte zu entschliessen. Dieses Bewusstsein schützte ihn vor Skrupeln und Zweifeln, von denen schwankende Naturen bekanntermassen nachträglich gerne befallen werden. Ich glaube, dass Ähnliches seinem greisen Lehrer *Naunyn* vorgeschwebt haben mag, als er in seinem Nachrufe auf *Gerhardt* von der „Sicherheit und Unbeirrtheit“ seines Wesens sprach. Nur einen einzigen, schwerwiegenden, für sein weiteres Leben einschneidenden Entschluss, den er sich damals nach langem Zaudern auf einstimmiges Zureden aller seiner Freunde hin mit schwerem Herzen abrang, hat er, glaube ich, in seinem tiefsten Innern später nicht immer gut geheissen; davon nachher noch einige Worte.

*Gerhardts* eigentliches Element war seine Klinik. Dort fühlte er sich am wohlsten und er verbrachte einen grossen Teil des Tages dort. Er hat mir oft erzählt, wie er alles, was ihn an Ärger oder Sorgen drückte (ebenso wie seine körperlichen Beschwerden in den letzten Jahren) vergass, wenn er früh morgens anfang, seinen Rundgang durch die Krankenzimmer zu machen. Mit jedem Kranken wusste er genau Bescheid; alles auch noch so Geringfügige aus der Anamnese eines jeden hatte er im Kopfe, manchmal besser als der Stationsassistent. Während dieser Visiten hatte er, wie übrigens auch sonst, nichts vom unnahbaren Chef an sich, sondern die Fragen, Belehrungen, Anregungen auch mit dem jüngsten Klinikmitgliede wickelten sich ab, wie inter pares. Am Nachmittag war er ebenfalls mehrere Stunden in der Klinik, während deren er sich theils mit eigenen Arbeiten beschäftigte und theils an den Arbeiten der Assistenten teilnahm. Er interessierte sich für jede und sein ausserordentlich ausgedehntes Wissen ermöglichte es ihm, seinen Schülern auf jedem Gebiete mit seiner Kritik und mit förderndem Rat zur Seite stehen. Ganz be-

sonders hervorzuheben ist seine Art, wie er freundlich aufzumuntern verstand, wenn man zeitweilig über eine Schwierigkeit nicht hinwegzukommen fürchtete und von der Weiterarbeit mutlos Abstand nehmen wollte. Aber ebenso wie er freigebig und fröhlich gab, so wusste er auch dankbar und freundlich zu nehmen. Er sagte oft, dass er sich niemals und keinem gegenüber zu alt oder zu erhaben fühlte, um von ihm zu lernen. Von Assistenten, welche von anderen Kliniken kamen, liess er sich stets gerne über die dort herrschenden Anschauungen belehren, und er griff alles ohne weiteres auf, was ihm besser oder richtiger erschien.

Allgemein bekannt ist seine Bescheidenheit und seine Anspruchslosigkeit, ich möchte geradezu sagen, es machte ihm Freude und es gewährte ihm Befriedigung, mit den allerbescheidensten Mitteln auszukommen. So war er in seinen äusseren Lebensgepflogenheiten, so hielt er es bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten. Er brachte zwar jeder neuen Methode reges Interesse entgegen und versuchte sich ein eigenes Urteil darüber zu bilden; aber für seine eigenen Arbeiten verwendete er doch stets nur die allereinfachsten Mittel. Für seine Herzuntersuchungen, bekanntlich sein Lieblingsgebiet, blieb er fast ausnahmslos derjenigen Methode treu, mit der er im Jahre 1894 schon seine allerersten Beobachtungen veröffentlicht hatte, nämlich der Registrierung des Venen- und Arterienpulses mittels ganz gewöhnlicher, am Halse des Patienten aufgesetzter Glastrichterchen. Ein kleines Kymographion allerbescheidenster Konstruktion, das er sich als junger Assistent in Strassburg selber gekauft hatte, begleitete ihn von Strassburg nach Erlangen, von Erlangen nach Jena, von dort nach Basel und auch hier in Würzburg hat er bis zuletzt am Krankenbette und in Tierversuchen damit gearbeitet. Die Kurven, welche die alten, zu zahllosen Malen gelöteten und geklebten Kapseln aufzeichneten, waren klein und unansehnlich. Wenn die fixierten Blätter vor einem auf dem Tische lagen, mussten sie für jedermann ein unentwirrbares Chaos scheinen. Aber *Gerhardt* strahlte über das ganze Gesicht, wenn er dann an den Kurven herummass, rechnete und verglich. Die auf diese Weise gewonnenen Resultate hielten, wie jedermann weiss, der strengsten Kritik aller Fachgenossen stand.

Sein eminenter Fleiss ist so bekannt, dass ich darüber kaum ein Wort zu verlieren brauche. Niemals verschob er etwas auf den nächsten Tag, niemals sammelten sich auf seinem Schreibtische aufzuarbeitende Sachen an, alles wurde stets sofort erledigt. Eine besonders schöne Schrift und eine leichte Hand kamen ihm hierbei in

der glücklichsten Weise zu statten. Er brauchte keine Stenographistin und keine Schreibmaschine, um alles in kürzester Zeit formvollendet und in schöner gut leserlicher Schrift zu Papier zu bringen. Einer, wenn auch nur äusserlichen Eigenschaft von ihm, muss ich noch kurz Erwähnung tun, nämlich seiner ausserordentlichen körperlichen Beweglichkeit und Rührigkeit. Wenn man ihn im letzten Jahre manchmal hier auf der Strasse in einer Droschke fahren sah, so musste das bei ihm als ein böses Zeichen gelten. In seinen gesunden Tagen ist er niemals gefahren. Er erledigte alle seine Wege zu Fuss oder per Rad, auch bei Wind und Wetter, meist ohne Mantel.

Am reinsten kamen *Gerhardts* menschliche Eigenschaften zum Ausdruck in derjenigen Periode seines reifen Mannesalters, in welcher er sich auch am wohlsten gefühlt hat, nämlich in seiner Basler Zeit. Das ist besonders bemerkenswert. Denn fast jeder der vielen Deutschen, welche ihr Geschick an die Basler Hochschule geführt hat, freuten sich der bequemen und reichen Arbeits- und Lerngelegenheit, welche sie da fanden, und unter diesem Gesichtspunkte gedenkt jeder, der dort war, seiner Basler Zeit mit Dankbarkeit. Aber keinem wurde warm unter den Baslern; keiner glaubte dort eine zweite Heimat finden zu können. Nur *Gerhardt* machte eine Ausnahme. Wenn ich vorhin gesagt habe, dass er nur einen einzigen reiflich überlegten Beschluss wohl manchmal gerne ungeschehen gewünscht hätte, so dachte ich daran, dass er hier in Würzburg stets und dauernd mit leiser und weicher Sehnsucht Basels und der Basler gedachte. Was fesselte ihn denn besonders? Ich habe oft darüber nachgedacht. Vor allem wohl ihr strenger Puritanismus, ihr Schlichtheit, ihre Geradheit, ihre Arbeitsfreudigkeit, weil das alles seinem innersten Wesen verwandt war. Dass der Basler persönlich anspruchslos blieb, auch wenn ihm seine äusseren Verhältnisse jeden Luxus erlaubt hätten, dass er bis in sein höchstes Alter hinein jeden Tag seinem Berufe weiter nachging, statt ein *otium cum dignitate* zu pflegen, das entsprach seinen Anschauungen, so wollte er auch durchs Leben gehen. Ich glaube, diese und ähnliche Eigenschaften, welche *Gerhardt* besonders ausgesprochen besass, erklären zum guten Teil seine Anhänglichkeit an Basel.

In dieser Basler Periode, auf dem Höhepunkt seines Schaffens, machten sich schon die ersten Anzeichen eines Herzleidens bemerkbar. Erst pochten sie nur leise und undeutlich an, so dass er sich mit Hilfe seines gesunden Optimismus lange Zeit über ihren Ernst hinwegtäuschen konnte. Nach und nach wurden sie eindeutig, so dass

er nicht länger zweifeln durfte. Aber selbst dann sprach er zu keinem darüber, bis zunehmende Beschwerden ihn im Frühjahr 1919 zwangen, seine Tätigkeit für einige Monate auszusetzen.

Seiner Natur entsprechend hat er niemals geklagt, auch zu seiner Gattin nicht. Und in verständnisvollem Eingehen auf seine Eigenart hat sie ihn auch niemals nach seinem Befinden gefragt. Sie versuchte auch nicht, ihn zu grösserer Schonung zu veranlassen; denn sie wusste genau, dass ein bequemes und beschauliches Leben, so wie er nun einmal war, zur Unmöglichkeit für ihn geworden wäre. Sie musste ihn seinem Geschicke überlassen. So stürmte er weiter durchs Leben in voller Tätigkeit, bis er eines Tages in den Sielen tot hinfiel. Wir Schüler werden, wie alle die ihm nahe gestanden haben, seine Hilfe und seinen Rat oft vermissen. Dann werden wir uns jedesmal erinnern, wie viel er zu geben hatte und wie freundlich er zu geben wusste, und so werden wir seiner stets gedenken in wärmster Dankbarkeit und treuester Anhänglichkeit.

### Herr Friedrich Müller (München):

Wir sind heute versammelt zum Gedächtnis eines Mannes, dem wir alle die wärmste Verehrung entgegen brachten, und der vielen unter uns ein naher Freund war. Die Zahl seiner Freunde ist gross, und wo sie auch in der Welt zerstreut sein mögen, in Berlin, in Erlangen, in Basel, vor allem auch sein grosser Lehrer *Naunyn*, sie sind heute im Geist mit uns vereinigt, wenn wir *Dietrich Gerhardts* Trauerfeier begehen.

Schon in der Schulzeit hatte er die Fähigkeit gezeigt, Freundschaften zu schliessen, und diese sind ihm bis über das Grab hinaus treu geblieben. — Wer in seiner Jugend Freundschaften zu erwerben und festzuhalten vermag, bei dem kann man vertrauensvoll in die Zukunft blicken; Vorsicht ist geboten bei jenen Menschen, welche ohne Freunde durchs Leben wandern.

Wir sind versammelt in diesem Hörsaal, der für uns Ältere die unauslöschliche Erinnerung weckt an *Carl Gerhardts* markige Gestalt. In diesem Hörsaal hat auch sein Sohn 10 Jahre lang sein Bestes gegeben, als Lehrer und Forscher, vor allem aber als Vorbild eines gewissenhaften treuen Arztes.

Wenn wir versuchen wollen, uns rückschauend *Dietrich Gerhardts* Leben und Schaffen noch einmal vor Augen zu führen, so werden wir seinen Entwicklungsgang verfolgen und auf das geistige Erbe zurückgreifen müssen, das er von seinem Vater erhalten hat. Wir können mit gutem Gewissen die beiden *Gerhardt* nebeneinanderstellen, ja wir können dessen sicher sein, dass der Alte sich von Herzen freuen würde, wenn er sehen könnte, dass wir ihm seinen Sohn an die Seite stellen.

*Carl Gerhardt*, der Vater, hatte eine trübe und entbehrungsreiche Jugend durchgemacht und die grosse Bedürfnislosigkeit, die er bis in sein Alter beibehielt und auf seine Kinder übertrug, war ihm von Jugend auf Pflicht und Notwendigkeit. Sein Vater, der ursprünglich Theologe und Gymnasialprofessor gewesen war, hatte seine Stellung aufgeben müssen und war Regierungssekretär geworden, ein verbitterter Mann.

*Carl Gerhardt* wandte sich hier in Würzburg dem Studium der Medizin zu in jener Zeit, als die Fakultät in ihrer höchsten Blüte stand. Er hörte *Virchow*, *Kölliker*, *Schultze* und schloss sich namentlich an *Bamberger* an, konnte aber nicht dessen Assistent werden, weil das Juliusspital damals, und noch auf lange Zeit hinaus, den Protestanten verschlossen war. So ging er als Assistent nach Tübingen zu *Griesinger*, kam aber nach einigen Jahren nach Würzburg zurück, um sich zu habilitieren, sehr gegen den Willen seines Vaters. Schon wenige Jahre später wurde er nach Jena berufen, wo er seine literarisch fruchtbarsten Jahre verbrachte, unter anderem sein Lehrbuch der Perkussion und Auskultation herausgab, die Entdeckung der Azetessigsäure und auch des Peptons im Harn machte. In Jena, wo *Carl Gerhardt* unter einem Freundeskreis bedeutender und zukunftsreicher Männer einer der lebhaftesten war, lernte er Fräulein *Wanda von Barby* kennen, eine feingebildete Dame aus einer jener Familien des preussischen Adels, die es für ihre Pflicht hielten, in den Dienst des Königs zu treten und aus deren Kreisen so viele Herrenmenschen hervorgegangen sind. Aus dieser Ehe sind 7 Kinder herangewachsen, *Dietrich* war das älteste. Er war der natürliche Führer und Berater seiner Geschwister und ist es ihnen zeitlebens treulich geblieben. *Carl Gerhardt* liebte und verehrte seine Frau mit jener Dankbarkeit, die der Mann der Mutter seiner Kinder entgegenbringt; sie war ihm nicht nur eine fürsorgliche Hausfrau und eine vortreffliche Erzieherin seiner Kinder, sondern er liess sie auch an seinen Arbeiten teilnehmen, und Frau *Gerhardt* war stolz darauf, dass sie in die Schriften des

leidenschaftlichen Mannes nicht selten mildernd eingreifen konnte und dass sie ihn vor manchen Härten und Übereilungen bewahrte.

Im Winter 1872 wurde *Gerhardt* als *Bambergers* Nachfolger nach Würzburg berufen und hier konnte er seine Lehrtätigkeit in ganz anderer Weise entwickeln als wie in den kleinen Verhältnissen Jenas. Bald strömten ihm aus allen Teilen Deutschlands die jungen Mediziner zu, und wenn wir uns fragen, worin seine Anziehungskraft und Autorität begründet waren, so lautet die Antwort: weil jeder Studierende sofort die innere Wahrhaftigkeit dieses Mannes empfand; hier stand ein Mann, an dem alles echt war, und der nur dasjenige lehrte, woran er selber unbedingt glaubte; dadurch unterschied sich *Gerhardts* Klinik von derjenigen mancher seiner Zeitgenossen. Die innere Medizin machte damals eine schwierige Periode durch, sie hatte an Kredit eingebüsst. Die Studenten wurden unsicher, sie fühlten den inneren Widerspruch, der darin lag, wenn der Professor die *Tabes* für eine unheilbare Erkrankung des Rückenmarks bezeichnete, und gleichzeitig zur Behandlung der *Ataxie* die Beine galvanisierte, oder wenn er notorisch unwirksame Arzneien nach äusserlicher Schablone verordnete, ut aliquid fecisse videatur. Die innere Medizin ist seitdem viel ehrlicher und aufrichtiger geworden und an diesem Läuterungsprozess, also an der Hebung des Kredits, haben die beiden *Gerhardt* ihre grossen Verdienste. — Wahrhaftigkeit forderte *Gerhardt* auch bei seinen Assistenten und auf diese musste neben seiner strengen Auffassung in allen sittlichen Fragen noch eine andere seiner Eigenschaften Eindruck machen und vorbildlich wirken: seine vornehme Gesinnung in allen materiellen Dingen. Er selbst sprach nie von Geld und er hielt es für unwürdig, im ärztlichen Handeln oder gar im wissenschaftlichen Streben den Gesichtspunkt des Geldverdienens in Betracht zu ziehen.

Hier in Würzburg hat sich *C. Gerhardts* Konsultativpraxis bedeutend entwickelt, er war häufig auf Reisen, und wenn er auch noch nicht jenen Weltruf besass wie später in Berlin (wo er z. B. auf einer Konsultationsreise in London die telegraphische Aufforderung fand, sofort ins Innere von Russland zu reisen), so gehörte er doch schon hier in Würzburg zu den bedeutendsten Konsiliarärzten Deutschlands. Als solcher hielt er es für seine Standespflicht, auch äusserlich aufzutreten. Er war ein vornehmer Mann, ganz im selben Sinne wie seine Kollegen *Scanzoni* und *E. v. Bergmann*. Ja er gab wohl auch seinen Assistenten, wenn sie eine Professur erlangt hatten, den Rat: „nun dürfen Sie nicht mehr zweiter Klasse fahren, das schickt

sich nicht, und Sie sollten sich einen Diener halten“. Im *Gerhardt*-schen Hause versammelte sich, namentlich in Berlin, bei festlichen Gelegenheiten eine glänzende Geselligkeit; neben den Grössen der Universität auch die Vertrauensmänner und die hohen Offiziere aus dem Kreise Kaiser Wilhelms I. im Schmuck ihrer Grosskreuze und breiten Ordensbänder.

Vergleichen wir mit diesem glanzvollen repräsentativen Auftreten der damaligen Klinikergeneration und also auch des Vaters, die bescheidene bürgerliche Lebensauffassung des Sohnes, so tritt uns nicht bloss ein gewisser Gegensatz dieser beiden Naturen entgegen, sondern auch vor allem der Wechsel der Zeiten wird offenbar: Der Kliniker ist heute nicht mehr wie damals der fürstliche Arzt, die Autorität und obere Instanz, welche die Ärzteschaft aufsucht, sondern er ist mehr und mehr in die Reihe der Gelehrten und damit der übrigen Universitätsprofessoren hineingerückt — nicht zum Schaden der Wissenschaft.

*Dietrich Gerhardt* hatte keinen Sinn für alles das, was man Repräsentieren nennt, oder für jene äusseren Ehrenzeichen und Titel, nach welchen andere streben. Er hatte im Elternhaus Gelegenheit gehabt, mit klugem Auge den innern Kern und die wahren Verdienste von der äusseren Erscheinung zu trennen; bekanntlich fällt es demjenigen, der in einer höheren Gesellschaftsschicht aufgewachsen ist, leichter auf Wohlleben und auf äussere Anerkennung zu verzichten, als wie jenem, der sich durch eigene Kraft erst in diese bevorzugten Kreise hat emporarbeiten müssen.

Hier in Würzburg ist *Dietrich Gerhardt* herangewachsen und zur Schule gegangen. Und von seinen damaligen Kameraden hören wir, dass er stets ein vorzüglicher Schüler gewesen sei; nicht ein Musterschüler in jenem üblen Sinne, der mit Streberei verbunden ist, denn ein Streber ist *Dietrich Gerhardt* in seinem Leben nie gewesen. Aber das Lernen fiel ihm leicht, es machte ihm Freude; er war mit einem ungewöhnlich guten Gedächtnis ausgestattet und besonders die Mathematik war ihm etwas Selbstverständliches und stand plastisch vor seinen Augen. Aber wenn er auch mit einer gewissen Selbstverständlichkeit nicht nur in Mathematik und im Griechischen, sondern auch im deutschen Aufsatz die erste Note erhielt, so wussten doch seine Lehrer mit leichtem Lächeln zu rügen, dass *Dietrich Gerhardts* Aufsätze zwar höchst sachlich aber wohl etwas trocken waren, dass sie den Schwung der Phantasie vermissen liessen. *Dietrich*

*Gerhardt* war ausser Stande, jene Phrasen zu machen, die auf dem Gymnasium so üppig gedeihen.

Seine grösste Freude waren die Ausflüge, welche er mit seinen Freunden unternahm. Er war ebenso wie sein Vater ein guter Botaniker, und seine helle Begeisterung für alle Schönheiten der Natur wirkte ansteckend auf alle, die mit ihm zusammen die Berge bestiegen oder an seinen „Rennpartien“ teilnahmen. Er war immer ein guter Kamerad, einer der Fröhlichsten unter den Frohen, und sein guter, niemals verletzender, trockener Humor belebte jedes Zusammensein.

Nach Beendigung des Gymnasiums war er wohl kaum einen Augenblick darüber in Zweifel, welchem Studium er sich zuwenden solle. Ein sicherer Instinkt führte ihn zur Medizin. Er ging nach Heidelberg, Würzburg und nach Berlin, wo er vor allem seinen Vater und *Bergmann* hörte, und schliesslich nach Würzburg zurück, um dort das Examen zu machen. Promoviert hat er in Berlin mit einer Dissertation über Urobilin im Harn, die heute noch oft zitiert wird.

Er ging sodann im Jahre 1898 nach Würzburg an das pathologische Institut zu *Rindfleisch*, weil sein Vater mit Recht die pathologische Anatomie als wichtigste Grundlage für alle Fächer der praktischen Medizin ansah. In den zwei Jahren, welche er bei *Rindfleisch* verbrachte, ist seine Liebe zur pathologischen Anatomie erwacht, die er sein ganzes Leben lang behalten hat und welche ihn später in besonders nahe Beziehung zu *Recklinghausen* und zu *Martin Benno Schmidt* brachte. Hier wurde auch seine Lust am feinen Beobachten gestärkt und eine schöne Arbeit über Veränderungen in der Leber stammt aus jener Zeit. Er konnte nachweisen, dass nach Unterbindung der Gallenwege jene kleinen Nekrosen auftreten, welche seitdem namentlich in der amerikanischen Literatur viel beachtet worden sind und er hat die Reparationsvorgänge danach sorgfältig zytologisch geschildert. Da seine Begabung zur pathologischen Anatomie offenkundig war, riet ihm einer seiner Freunde, er möge doch diesem Fache treu bleiben, er hätte gewiss in diesem die günstigsten Aussichten auf akademischen Erfolg. *Dietrich Gerhardt* stimmte diesen Gründen vollkommen bei und meinte selber, er sei für die klinische Laufbahn wohl zu wenig weltläufig; — und er ging trotzdem, ja sogar nicht ganz mit Zustimmung seines Vaters, an die interne Klinik und zwar zu *Naunyn*. Er folgte jenem inneren Triebe, der uns unbewusst leitet, der unser Handeln, ja unseren Charakter be-

stimmt und über den wir uns selbst am allerwenigsten Rechenschaft geben können.

In der *Naunynschen* Klinik trat *Gerhardt* in einen Kreis junger Männer ein, welche in voller Begeisterung an ihrem Meister hingen und durch ihre Arbeiten die Aufmerksamkeit der medizinischen Welt auf sich gezogen hatten. *Gerhardt* erwarb sich auch dort wie überall bald warme Anerkennung und Freundschaft, ja er wurde ihr Vorbild durch die gewissenhafte Liebe, mit welcher er die Kranken seiner Abteilung studierte. Fröhliche Partien in die nahe gelegenen Wälder und Berge der Vogesen und des Schwarzwaldes bildeten die Erholung, und nach langen nächtlichen Wanderungen in den Bergen stand *Gerhardt* des morgens frisch wieder auf seiner Station. *Naunyns* Geist erfüllte diese Schar mit seinen Ideen und es waren hauptsächlich Probleme der Stoffwechselfathologie und der klinischen Chemie, welche bearbeitet wurden.

*Naunyn* war als Schüler von *Johannes Müller* zur Klinik übergegangen, er hat den Gedankenkreis und die Probleme der Physiologie auf die Klinik übertragen, und er sah seine Aufgabe darin, die Fragen der Physiologie und der allgemeinen Pathologie, sei es am Krankenbette oder wo dort die Lösung nicht möglich schien, im Tierexperiment zu studieren. Auch *Dietrich Gerhardt* hat in diesem *Naunynschen* Gedankenkreis gearbeitet, indem er eine schöne und gründliche Studie über die Ausscheidung des Kalkes und der Magnesia bei schweren Diabetikern verfasste. Er konnte nachweisen, dass bei der diabetischen Azidose nicht nur das Ammoniak, sondern auch die Erdalkalien in bedeutend grösserer Menge ausgeschieden werden als beim Gesunden und dass der Diabetiker zur Deckung seiner Säuren grosse Mengen dieser Erdalkalien seinen Knochen entzieht. Auch einige neurologische Arbeiten stammen aus jener Zeit. Er konnte an der Hand einiger Fälle nachweisen, dass ätiologisch verschieden geartete Krankheitsprozesse fast genau dasselbe Symptomenbild liefern, wenn nur ihre anatomische Anordnung im Zentralnervensystem ähnlich ist. Er hat somit der neuesten Entwicklung der Neurologie vorgearbeitet, welche nicht mehr ausschliesslich die anatomische Lokalisation ins Auge fasst, sondern in erster Linie die Art des Krankheitsprozesses. Aber in der Hauptsache betrafen seine Arbeiten schon damals jenes Gebiet, welches ihm später zum Lieblingsfach wurde, nämlich die Krankheiten des Herzens und des Respirationsapparates. *Naunyn* erzählte lachend, „wenn ich dem *Gerhardt* ein recht schönes Thema über Diabetes oder Gallensteine gab, so kam er nach einigen Wochen wieder, und es

war eine Herzarbeit daraus geworden“. *Dietrich Gerhardt* empfing von *Naunyn* den tiefsten Eindruck, aber er war zu bescheiden, als dass er ihn hätte nachahmen wollen; er ging nicht in den Ideen des Meisters auf, sondern er bewahrte seine Selbständigkeit und ging unbeirrt seine eigenen Bahnen weiter. Es ist begreiflich, dass einem Manne von der geistigen Grösse *Naunyns* gerade eine solche Unbeeinflussbarkeit und Selbständigkeit an einem seiner Schüler gefallen musste, und es entwickelte sich aus gemeinsamer achtjähriger Arbeit an der Strassburger Klinik zwischen diesen beiden Männern ein Freundschaftsverhältnis, welches schliesslich in dem klassischen und rührenden Nekrolog des alten Mannes auf seinen jungen Freund seinen schönsten Ausdruck aber nicht sein Ende fand.

In Strassburg hat *Dietrich Gerhardt* seine Frau kennen gelernt. Nachdem er in seinem eigenen Elternhause Zeuge einer besonders glücklichen Ehe zwischen zwei gleichgestimmten edlen Menschen gewesen war, konnte *Dietrich Gerhardts* Wahl nur auf eine Frau treffen, die er seiner Mutter als gleichwertig an die Seite stellen und der er dieselbe Verehrung entgegen bringen konnte. Wir wissen, welches Glück er in dieser seiner Ehe gefunden hat, wie innig er seine Frau und seine Kinder geliebt hat.

Nachdem er sich im Jahre 1894 in Strassburg habilitiert und ebendort 1900 das Extraordinariat und den Lehrauftrag für klinische Propädeutik erhalten hatte, bekam er 1903 eine Berufung als a. o. Professor in Erlangen. *Dietrich Gerhardt* hat aus jener Extraordinariatsstellung, in welcher ihm nur das Ambulatorium als Lehr- und Arbeitsmaterial zur Verfügung stand, etwas zu machen gewusst, und er dachte auch in späteren Jahren immer dankbar an jene Erlanger Zeit zurück. Wie wichtig sind doch diese bescheidenen Extraordinariate für die weitere Entwicklung des akademischen Nachwuchses, und wie unrecht ist es, sie aus äusserlichen Gründen einziehen zu wollen. Sie geben dem jungen Gelehrten die ersehnte Selbständigkeit und die Gelegenheit, sein Können zu entwickeln und zu beweisen. Und mit welcher Dankbarkeit hängt man an jener Universität, an welcher man zum ersten Male sein eigener Herr geworden ist! Von Erlangen rühmte er, dass ihm durch *Penzoldt* das Interesse für das weite Gebiet der Tuberkulose erweckt worden ist, also für ein Gebiet, dem er auch später seine Arbeiten widmete und das er auf dem letzten Kongress für Innere Medizin mit seinem Referat vertrat.

In Erlangen blieb er nicht lange. Er folgte im Jahre 1905 einem

Ruf nach Jena an die Poliklinik, also an jene Stelle, welche auch sein Vater inne gehabt hatte. Im Jahre 1907 beriefen ihn die Erlanger zurück, nachdem die poliklinische Professur frei geworden war. Gleichzeitig aber kam ein Ruf nach Basel. *Gerhardt* zögerte nicht, den letzteren anzunehmen, da er ihm eine stationäre Klinik und damit ein sehr viel reicheres Arbeitsfeld zur Verfügung stellte.

Basel hat auf ihn befreiend gewirkt. Der hohe Bildungsstand und die vielen geistigen Interessen der altertümlichen Stadt, die bürgerliche Einfachheit der Sitten, die bewusste Geringschätzung aller Äusserlichkeiten waren ihm sympatisch. Das Bürgerspital lieferte ihm eine Fülle des interessantesten Beobachtungsmaterials, wie es kaum eine grosse deutsche Universität darzubieten vermag; die Studenten und namentlich auch die Ärzte der Stadt und der Umgebung brachten ihm bald das grösste Vertrauen entgegen. Er fühlte, wie sehr er geachtet und geschätzt wurde und dass dies alles nur seinem eigenen Können und nicht dem Sohn seines Vaters galt. Er fühlte seine Kräfte wachsen und bekam Selbstvertrauen. Er legte seine Schüchternheit ab, die ihn früher so oft gehemmt hatte, seine Rede wurde freier und eindrucksvoller. Als das Jubiläum der Universität gefeiert wurde, hat die Fakultät ihn, den Nichtschweizer, sogar zum Dekan gewählt. Die Jubiläumsfeier selbst wurde nach alter Gepflogenheit im Münster gefeiert, und *Dietrich Gerhardt* stand, als er die von der Fakultät kreierte Ehrendoktoren ernannte, auf der Kanzel des Münsters. *Dietrich Gerhardt* auf der Kanzel! Ein Anblick, der für alle diejenigen eines gewissen Humors nicht entbehrte, welche wussten, dass er sonst nicht in die Kirche zu gehen pflegte. *Gerhardt* hat wohl seine glücklichsten Lebensjahre in Basel verbracht und er dachte auch später immer mit dem wärmsten Dank an jene Schweizer Zeit zurück.

Als im Jahre 1911 *Leube* sein Lehramt niederlegte, berief die Würzburger Fakultät *Dietrich Gerhardt* zu seinem Nachfolger. Während andere wohl diese Berufung als das grösste Glück angesehen hätten, fiel ihm die Entscheidung schwer. Er fürchtete, dass seine Kräfte den grossen Aufgaben in Würzburg nicht völlig gewachsen sein könnten, und seiner Bescheidenheit war es peinlich, eine Klinik zu übernehmen, an welcher vor ihm Männer von der Bedeutung eines *Schönlein*, *Bamberger*, *Leube* und seines Vaters gelehrt hatten. Er war mit sich uneinig, ob er den Ruf an die grosse Universität annehmen oder ob er den ihm lieb gewordenen Verhältnissen von Basel treu bleiben sollte. In dieser Unsicherheit schrieb er einen Brief nach Bayern, in welchem er den ehrenvollen Ruf mit Dank annahm, dann aber

sofort einen zweiten, in welchem er seine Bedenken äusserte und ablehnte. Die beiden Briefe trug er noch des Nachts zur Post, immer noch unentschieden, welchen er in den Schalter werfen sollte, und erst dort warf er, endlich entschlossen, den Brief mit der Zusage ein. Die Liebe zur alten Heimat hatte gesiegt.

Er hat seinen Entschluss, nach Würzburg zu gehen, nie zu bereuen gehabt, und namentlich während der bösen Jahre des Krieges war er froh darüber, nicht im Ausland leben zu müssen, sondern seine ganze Arbeitskraft in den Dienst des Vaterlandes stellen zu können. Er war längere Zeit als konsultierender Arzt an der Front tätig, von allen geschätzt, die damals seine Aufopferungsfähigkeit in Anspruch nehmen konnten.

Hier in Würzburg ist er festgewurzelt. Der Kollegenkreis wurde ihm bald zum Freundeskreis und die Fakultät sah in ihm den zuverlässigsten und unbestechlichen Berater.

Sein Wirken in Würzburg steht Ihnen allen noch so lebendig vor Augen, dass es vermessen erscheinen würde, es in diesem Kreise schildern zu wollen. Sie kannten sein Wesen und wissen, dass es auf der Grundlage einer tiefinnerlichen Wahrheitsliebe aufgebaut war. Wie hätte dies auch anders sein können bei dem Sohn dieses Vaters. Aber die Wahrhaftigkeit war bei *Carl Gerhardt* eine sittliche Forderung, bei dem Sohn war sie eine Selbstverständlichkeit, nicht eigentlich eine Tugend oder gar das Produkt der Überlegung.

In seinem Streben, die Wahrheit zu erfassen, war er stets geneigt, auch die Gegengründe gelten zu lassen. Er war gerecht, und wenn sich etwa bei der Abwägung der Gründe die Wagschalen des Für und Wider ungefähr das Gleichgewicht hielten, so würde er sich niemals erlaubt haben, nach Art des Brennus sein Schwert in die eine Wagschale zu werfen, um eine Entscheidung zu treffen, die ihm lieb gewesen wäre. So kam es, dass er in seinen Schriften und Vorträgen den Gegnern seiner Anschauungen oft allzu grosses Gewicht beilegte und seinen Zweifeln mehr Ausdruck gab als es für die augenblickliche Wirkung erwünscht gewesen wäre. Aber was hier an äusserer Wirkung verloren ging, wurde reichlich aufgewogen durch das beim Hörer oder Leser erweckte Gefühl, dass ihm hier ein ehrlich Suchender entgegentrat, dem er unbedingt Vertrauen schenken konnte.

Dieses Streben nach Gerechtigkeit war bei dem Vater *Carl Gerhardt* nicht in demselben Masse ausgeprägt. *Carl Gerhardt* konnte zuweilen herzlich ungerecht sein, so gegen *Koch* oder gegen *Escherich*, und diese seine Ungerechtigkeit entsprang seiner leidenschaftlichen

Natur. Sein Sohn war ruhiger, gleichmässiger, kritischer, ihm fehlte das leidenschaftliche Temperament des Vaters. Er war keine Kampfnatur, aber er kannte auch keine Menschenfurcht. Er gehörte zu jenen Glücklichen, denen es unmöglich ist, an sich selbst zu denken, und die nur für andere leben. Ihm fehlte gänzlich die unglückselige Neigung zur Selbstbespiegelung. Ja, seine Bescheidenheit, die sich in früheren Jahren in einer gewissen Schüchternheit verriet, war sogar ein Grundzug seines Wesens. Sie veranlasste ihn häufig, die eigenen wertvollen Funde geringer einzuschätzen als sie es verdient hätten, und wenn er etwas Neues beobachtet hatte, so war es ihm ein Bedürfnis, die ganze Literatur daraufhin durchzuarbeiten, ob nicht vielleicht doch schon ein anderer vor ihm dieselbe Beobachtung gemacht hätte.

In seiner Habilitationsschrift über den Venenpuls hatte er den Nachweis geliefert, dass bei manchen Fällen von Tricuspidalinsuffizienz im Jugularispuls jene Welle fehlt, welche normalerweise der Vorhofskontraktion entspricht. Er war glücklich, als er in der Literatur auffand, dass auch *Skoda* schon ein ähnliches Verhalten des Halsvenenpulses beobachtet hatte. Er hätte sich sagen müssen, dass hier der bedeutungsvolle Nachweis für das Fehlen einer regulären Vorhofskontraktion gegeben war. Aber er war zu bescheiden, als dass er seinem Funde das gebührende Gewicht beigelegt und die These aufgestellt hätte, dass gewisse Formen der Herzunregelmässigkeit und der Überdehnung des rechten Vorhofs durch eine Lähmung des Vorhofs charakterisiert seien. Er hat in seinen zahlreichen mit liebevoller Sorgfalt ausgeführten Pulsschreibungen die Früchte heranwachsen lassen und reifen gesehen, die dann ein anderer Kühnerer pflückte. Ja, *Dietrich Gerhardt* war nicht einmal eifersüchtig, als *Mackenzie*, *Wenckebach* und andere die Lehre von den Herzunregelmässigkeiten in neues Licht rückten, er erhob keine Prioritätsansprüche, sondern begann sofort auf der neuen Basis mit der alten Liebe weiter zu arbeiten. So sind seine Untersuchungen über die Unregelmässigkeiten des Herzschlages zu einer wahren Fundgrube neuer Beobachtungen geworden. Sie zeichneten sich ebenso wie seine zusammenfassenden Werke über die Herzmuskelerkrankungen und die Endokarditis durch strengste Sachlichkeit aus, und der Leser sollte nicht merken, wie unendlich viel mühsame Arbeit diesen Schriften zugrunde lag. Er begnügte sich mit der Feststellung der Beobachtung, aber er war nicht leidenschaftlich genug, um daraus Hypothesen zu entwickeln, und nur selten fand er den Weg zum Experiment.

*Dietrich Gerhardt* war eine stille Gelehrtennatur, er war in viel höherem Masse Gelehrter als sein Vater, bei dem der Arzt überwog. Er hatte ein überaus breites Wissen, einen weiten Gesichtskreis und eine geradezu seltene Kenntnis der Literatur, bei der ihm sein vortreffliches Gedächtnis und die Leichtigkeit der Auffassung zu Hilfe kam. In Strassburg hat er namentlich auch die französische Literatur gepflegt und deren Bedeutung gebührend und gerecht hervorgehoben.

Seine Arbeitsfähigkeit kannte keine Grenzen, und hierin glich er dem Vater. Doch auch hier ein kleiner Unterschied: Für den Vater war die Arbeit ein Gebot der Pflicht, und dementsprechend verlangte er von seinen Assistenten, dass sie fleissig sein sollten, sich auch in wissenschaftlichen Dingen betätigten. Welche Probleme sie bearbeiteten, war ihm aber eigentlich gleichgültig. Es war ihm mehr um den moralischen Wert der Arbeit als um deren Ziel zu tun. Für den Sohn war die Arbeit nicht das Produkt des Fleisses, also bewusster pflichtmässiger Anstrengung, und vor allem nicht ein Mittel zum Streben nach Erfolg. Er hat die Arbeit nie dazu entwürdigt, um für sich ein Ziel oder einen Gewinn zu erreichen, die Arbeit war ihm vielmehr ein Bedürfnis und der wahre Inhalt des Lebens. Ihr opferte er alles andere hin, sein Behagen und seine Bequemlichkeit; so fuhr er lieber auf seine Konsultationsreisen bei Nacht als bei Tag, und wenn er, bildlich gesprochen, zwei Wege vor sich sah, einen bequemen und kürzeren oder einen längeren und mühsamen, dann war ihm eigentlich der mühsamere lieber.

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, die literarischen Arbeiten *Gerhardts* vor diesem Kreis aufzuzählen und zu erläutern; sein literarisches Schaffen war ausgedehnt und vielseitig, es betraf namentlich in seiner ersten Zeit Probleme der physiologischen und pathologischen Chemie, ferner die Neurologie, auf deren Gebiet er u. a. über das Verhalten der Reflexe bei totaler Rückenmarksdurchtrennung die endgültige Beantwortung einer viel umstrittenen Frage lieferte, er arbeitete über die Tuberkulose und andere Infektionskrankheiten; mit einer gewissen Vorliebe aber kehrte er immer wieder zu den Erkrankungen des Herzens, der Lungen, der Pleuren und überhaupt der Brustorgane zurück. Auf diesem Gebiete hat er sich bleibende Verdienste erworben.

Wenn wir uns der wehmütigen Aufgabe unterziehen, nochmals jenen stattlichen Pack von Büchern und Separatabdrücken durchzusehen, in denen der verstorbene Freund uns Jahr für Jahr die Früchte seiner Arbeit mitteilte, so erkennen wir leicht, dass er bei seinen Arbeiten fast niemals von einem bestimmten Problem, also einer

Fragestellung ausgegangen ist, es waren vielmehr meistens die Früchte der Beobachtung am Krankenbette, welche ihn veranlasst hatten, einer Erscheinung näher nachzugehen. Für ihn galt nicht das Wort: ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ λόγος, „im Anfang war das Wort“ oder vielmehr „der Begriff“; für ihn gab es niemals eine feststehende Lehre, ein Dogma, auf dem er aufgebaut hätte, er ging vielmehr stets aus von der Peira, der Empeiria, also der Erfahrung.

*Dietrich Gerhardts* liebste Arbeitstätte war nicht das Laboratorium oder der Schreibtisch, sondern seine Krankenabteilung, also das Juliusspital; dort bei der Visite verbrachte er viele Stunden des Tages, dort fühlte er sich zu Hause. Er war ein Meister der Beobachtung, und seine Stärke beruhte auf seiner Lust an feiner Naturbetrachtung. Bezeichnend dafür ist z. B. das Folgende: Als sein Schulfreund *Adolf Schmitt* als Assistent *Bergmanns* mit experimentellen Studien über die Knochentransplantation beschäftigt war, zeigte er *Gerhardt* seine mikroskopischen Präparate der gelungenen Knochenheilung. *Dietrich Gerhardt* machte seinen Freund *Schmitt* darauf aufmerksam, dass in dem überpflanzten eingehheilten Knochen die Knochenzellen ihre Färbbarkeit verloren hatten. „Hätte ich doch damals den richtigen Schluss aus dieser wichtigen, erst viele Jahre später richtig gedeuteten Beobachtung gezogen, wieviel Arbeit, Ärger und Enttäuschung wäre mir erspart geblieben!“ schreibt *Schmitt*.

In der feinen und liebevollen Beobachtungsgabe zeigt sich die Ähnlichkeit zwischen Vater und Sohn. Beide waren Ärzte im Geiste des grossen Ioniers *Hippokrates*; so wie dieser sammelten sie Erfahrung auf Erfahrung, indem sie sich darüber klar blieben, dass der beschränkte Erfahrungskreis des einzelnen nur allzuhäufig zu Trugschlüssen Veranlassung gibt, und dass es schwierig ist, ein bindendes Urteil zu gewinnen.

Und so glaube ich, dass wir das Lebensbild des verstorbenen Freundes nicht besser zusammenfassen können, als in jenen gewaltigen Sätzen, mit welchen *Hippokrates* seine Aphorismen einleitet:

ὁ βίος βραχύς, ἡ δὲ τέχνη μακρῆ. ὁ δὲ καιρὸς ὄξύς, ἡ δὲ πείρα σφαλῆρή. ἡ δὲ κρίσις χαλεπή.

Wollen wir aber *Dietrich Gerhardts* Charakter schildern, so wird dieser am schönsten ausgedrückt durch jene Worte, welche Goethe dem toten Schiller ins Grab nachgerufen hat:

„Und hinter ihm in wesenlosem Scheine lag, was uns alle bändigt, das Gemeine!“







