

**Ueber die regeneration des Epithels der Cornea : inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doctorwürde / von Albert Peters.**

Contributors

Peters, Albert, 1862-1938.
Ophthalmological Society of the United Kingdom. Library
University College, London. Library Services

Publication/Creation

Bonn : Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi, 1885.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/crepx7f8>

Provider

University College London

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by UCL Library Services. The original may be consulted at UCL (University College London) where the originals may be consulted.

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

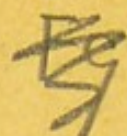


Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

7
9

(Aus dem anatomischen Laboratorium in Bonn.)

14

Ueber die 

Regeneration des Epithels der Cornea.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen medicinischen Facultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

eingereicht

am 1. August 1885

von

Albert Peters

aus Siegen.

Bonn,

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

1885.

Digitized by the Internet Archive
in 2014

<https://archive.org/details/b2164357x>

1843688

Meiner lieben Mutter.

Robert Henry Martin

Nachdem die neueren Forschungen über die Zellvermehrung als übereinstimmendes Resultat ergeben haben, dass eine Zelle nur von einer bestehenden hergeleitet werden kann, der Kern nur von einem vorgebildeten Kerne, und dass die Zellvermehrung nur auf dem Wege der indirecten mitotischen Theilung der vorhandenen Zellen möglich ist, musste auch in Bezug auf die Regeneration der Gewebe der Schluss gezogen werden, dass alle Neubildung durch Mitose von den Zellen und ihren Kernen ausgehe.

Studirt man nun die Erscheinungen der Epithelneubildung auf Defecten, so treten uns hier Thatsachen entgegen, die es nicht ohne Weiteres gestatten, den Satz auszusprechen, dass der bei dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen constatirte Zellvermehrungsprocess — die Mitose — auch die Regeneration ausschliesslich beherrsche.

In den Arbeiten v. la Valette St. George's¹⁾ und Nussbaum's²⁾ ist der Nachweis erbracht worden, dass als Einleitung der Vermehrung der Samen- und Eizellen eine maulbeerförmige Einschnürung der Kerne auftritt und erst die weitere Vermehrung durch indirecte Kerntheilung erfolgt.

1) Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 12.

2) Dasselbe, Bd. 18 und 23.

Gelegentlich seiner Untersuchungen über die Regeneration verschiedener Epithelien fand Nussbaum vor dem Beginn der mitotischen Theilung Zellen und Zellkerne, die den Gedanken an eine directe Zellvermehrung nahe legen mussten. Da aber die Natur der Objecte keine continuirliche Beobachtung gestattete, so blieb die Frage nach der Bedeutung der gewonnenen Bilder offen.

Ich folgte daher gerne der Aufforderung des Herrn Prof. Nussbaum, über die Regeneration des Epithels der Cornea Untersuchungen anzustellen, um Aufklärung über die hierbei auftretenden Erscheinungen zu erhalten.

Eine Durchsicht der einschlägigen Literatur ergab, dass die meisten früheren Arbeiten über die Veränderung an den Epithelzellen resp. über deren Vermehrung ebenfalls die Hornhaut als Ausgangspunkt nahmen, und dass zu jener Zeit die Hauptfrage nur die nach der Ableitung der Zellen sein konnte. Der eine Theil der Autoren liess die Zellen frei entstehen, der andere leitete sie von präexistirenden ab, so dass, abgesehen von der Enthüllung der feineren Vorgänge bei der Theilung, die Cardinalfrage schon lange gestellt und bejahend im Sinne der continuirlichen Descendenz der Zellen beantwortet war.

Während Henle¹⁾ in seinem Handbuche der systematischen Anatomie Kölliker gegenüber die Ansicht vertritt, dass die Epithelzellen, insbesondere die der Cutis, frei an der Oberfläche entstanden und sich hier später mit Zellmembranen umgäben, weist schon Schneider²⁾ darauf hin, dass die Vermehrung der

1) Bd. 2, p. 3.

2) Würzburger naturwissensch. Zeitschrift 1862 u. 63, p. 105.

Epithelzellen der Cornea durch Theilung der präexistirenden erfolge. Nach ihm geschieht die Vermehrung der Epithelzellen der Cornea durch Theilung der Kerne in der Querrichtung und durch Bildung einer Scheidewand zwischen den beiden getheilten Kernen, so dass die Zelle in zwei zerfällt. „Dieser Vorgang kommt nur in den unteren Epithelzellen vor“, sagt er weiter, „man kann alle Phasen der Theilung des Kernes, von leichten Einkerbungen bis zur vollkommenen Theilung desselben verfolgen“.

Auch Schalygen¹⁾ ist im Wesentlichen dieser Ansicht, die kurz zusammengefasst folgende ist: Die Epithelzellen theilen sich meist in zwei neue; die Theilung der Epithelzellen ist eine Thätigkeit der Zellen, wodurch dieselben auf stattgehabte Reizung reagiren. Bei der Wiederherstellung nach Geschwüren geschieht das Auswachsen des Epithels aus den das Geschwür umgebenden Grenzpartien. Es handelt sich gewöhnlich nur um die Hyperplasie des nebenliegenden Epithels, wobei weder die Hornhautsubstanz noch die Lamina elastica Bowmann eine Rolle zu spielen scheinen.

Mit diesen Ansichten steht Arnold²⁾ im Widerspruch und zwar vertritt er folgende Anschauung in seiner Arbeit über die Vorgänge bei der Regeneration epithelialer Gebilde: „Die regeneratorsche Neubildung von Epithelien geht nicht aus von präexistirenden epithelialen Gebilden, und zwar weder nach dem Typus der fissiparen Theilung, noch nach dem der endogenen Kernvermehrung, der endogenen freien Zellenbildung, noch nach dem der Abschnürung von Protoplasma.

1) Archiv für Ophthalmologie Bd. 12, p. 88.

2) Virchow's Archiv für patholog. Anatomie und Physiologie Bd. 46, p. 168.

Sie geht ferner nicht aus von einer Metamorphose der Bildungszellen, die durch Theilung aus Bindegewebskörperchen hervorgehen, noch durch Umwandlung von amöboiden Zellen.“ Seine Ansicht lässt sich kurz dahin formuliren, dass zunächst der Defect von einer feinkörnigen Masse ausgefüllt wird. Am Defectrande tritt dann eine glasige Protoplasamasse auf. In dieser erfolgt eine Furchung, ähnlich der Furchung am Ei, und zwar vom Rande aus, so dass Linien in dem Protoplasma auftreten, welche die einzelnen Protoplasma-theile von einander abgrenzen. In diesen durch Furchung begrenzten Platten zeigen sich dann glänzende Körperchen, Kernkörperchen. Um diese herum treten allmählich Contouren von Kernen auf, die jedoch präexistiren. Somit liefert weder das Bindegewebe noch das Epithel den Ersatz, sondern ersteres durch Vermittlung des letzteren. Arnold betrachtet demnach die feinkörnige Substanz am Epithelrande als die Matrix jenes hellen Protoplasmas, welches durch Furchung zu Epithelien wird. Die trübe Substanz leitet er von dem Hornhautgewebe ab, ohne dass er den Einfluss präexistirender Zellen auf die Regeneration ganz in Abrede stellt.

Etwas später stellten Wadsworth und Eberth¹⁾ Untersuchungen über denselben Gegenstand an. Sie weisen zunächst die Betheiligung der feinkörnigen Substanz an der Regeneration zurück und lassen dieselbe durch Zelltheilung erfolgen: „das Epithel wächst am Rande des Substanzverlustes durch Vergrößerung der marginalen Zellen. Diese vermehren sich durch Theilung, nachdem schon vorher eine Vermehrung der Kerne stattgefunden hat.“ Auch Epithelinseln pro-

1) Virchow's Archiv Bd. 51, p. 361 ff.

duciren neues Epithel und die Regeneration erfolgt hierbei immer von dem restirenden Epithel gegen den Defect hin.

Auch F. A. Hoffmann¹⁾ weist die Neubildung von Epithelien aus den Bindegewebszellen oder aus amoeboiden Zellen zurück und lässt die Neubildung des Epithels der Cornea durch eine Proliferation von den noch vorhandenen Epithelzellen aus geschehen. Nach ihm treiben die Zellen Fortsätze und je nachdem dieselben Raum finden, entwickeln sie sich dicht neben der Mutterzelle weiter oder drängen sich zwischen benachbarte Epithelzellen nach der Seite des geringsten Widerstandes durch, und zwar betheiligen sich alle Schichten hieran, entgegen der Ansicht von Krause²⁾, der die unterste Epithelschicht als eine perennirende betrachtet. Die Lücke wird nicht ganz durch junge Zellen geschlossen, sondern es drängen sich auch alte Zellen dahin, so dass man um den Defect herum ein Mosaik von jungen und alten Zellen findet.

Ebenso leitet Heiberg³⁾ die nach Substanzverlusten neugebildeten Hornhautepithelien von den alten intacten Epithelzellen ab. Er fand nur selten mehrkernige Zellen, aber an den den Defect begrenzenden Zellen einen Fortsatz und in diesem Fortsatz zuweilen ein glänzendes Körperchen. Heiberg weist die Annahme von der Regeneration der Hornhautepithelien von Seiten eingewanderter Lymphkörperchen zurück, da in der That die Schnelligkeit der Epithelneubildung mit dem reichlichen Auftreten von Wanderzellen nicht zusammenfällt, die Wanderzellen vielmehr nur mit der

1) Virchow's Archiv Bd. 51, p. 388.

2) Göttinger gelehrte Anzeigen 1870, p. 160.

3) Wiener med. Jahrbücher, herausg. v. Stricker, 1871, p. 7 ff.

Intensität der Reizung an Zahl zunehmen. Während Heiberg also den Satz „*omnis cellula e cellula*“ vertheidigt, muss er es unentschieden lassen, ob die Kerne nicht etwa neu entstanden oder auch durch Theilung der alten sich bildeten.

Lott¹⁾ beschreibt als unterste Schicht des Cornealepithels sogenannte Fusszellen und sagt: Das Cornealepithel besitzt ein Wachsthum von unten nach oben, die unterste Lage, also die der Fusszellen, ist als das Bildungslager zu betrachten, entgegen Cleland²⁾, der diese aus den überliegenden, sog. gefingerten, Zellen entstehen und an Ort und Stelle zu Grunde gehen lässt; entgegen Krause³⁾, der sie als perennirende Schicht betrachtet und entgegen Hoffmann⁴⁾, der ihre Betheiligung an der Regeneration in Abrede stellt.

Auch Klebs⁵⁾ lässt die Epithelien sich regeneriren durch Auswachsen der Epithelien der untersten Schicht. Auch erwähnt er schon die amoeboide Bewegung der Epithelzellen. Entweder geschieht dieses Auswachsen des Epithels in der Weise, dass die einzelnen Zellen dieser Schicht contractil werden, sich schliesslich lösen und epitheliale Wanderzellen darstellen, die sich wieder zu Netzen aneinander legen können, oder das Auswachsen findet gleichmässig an allen Zellen des Epithelrandes (in der tiefsten Schicht desselben) statt und entsteht hierdurch ein gleichmässiges Randwachsthum des Epithels, welches nur scheinbar durch den

1) Centralblatt für d. med. Wissensch. 1871, p. 579.

2) Journal of Anatomy and Physiology by Humphry and Turner 1868, II, p. 363.

3) Reichert's u. Dubois' Archiv 1870, p. 235.

4) Virchow's Archiv Bd. 51, p. 388.

5) Archiv f. experimentelle Pathologie 3. Bd., p. 153.

Erguss eines homogenen Plasmas gebildet wird, vielmehr durch die Entwicklung gesonderter und ebenfalls contractiler Protoplasmacylinder bewirkt wird, welche aus den Rändern des Epithelrandes hervorwachsen. Diese letzteren zerfallen durch Furchung (ähnlich wie die Eizelle) in polygonale, kernhaltige Platten, welche der Contractilität entbehrend, die neugebildeten, fixen Epithelzellen darstellen.

Die indirecte Kerntheilung an den Epithelzellen hat Mayzel¹⁾ zuerst beschrieben. „Die in Theilung begriffenen Kerne beobachtete ich niemals an dem Randtheil des Epitheldefectes, in welchem der Regenerationsprocess am lebhaftesten vor sich geht, sondern stets nur inmitten der bereits völlig regenerirten Zellschichten und zwar in den tiefsten und den mittleren Zelllagen, selten in der oberflächlichen Schicht. Die jene Kerne einschliessenden Zellen contrastiren gegen die umgebenden Elemente durch ihre bedeutendere Grösse, mehr abgerundete Contouren, grössere Durchsichtigkeit ihrer Substanz und insbesondere durch das eigenthümliche Aussehen ihrer Kerne. Letztere sind theils bedeutend grösser als die ihrer Umgebung, theils bedeutend kleiner, und lassen keine deutlichen, scharf begrenzten Contouren wahrnehmen.“ Auch aus den übrigen Mittheilungen geht hervor, dass er indirecte Kerntheilungen beobachtet hat.

Fast gleichzeitig erschien eine Arbeit von Eberth²⁾, in welcher indirecte Kerntheilung im Epithel der Cornea nachgewiesen wird, nachdem er in einer früheren Arbeit derartige Kernformen wohl beschrieben, aber nicht als indirecte Kerntheilung gedeutet hatte. Von

1) Centralblatt für die med. Wissensch. 1875, p. 849 ff.

2) Virchow's Archiv Bd. 67, p. 523 ff.

seinen Beobachtungen über das Auftreten der Kernfiguren hebe ich folgende hervor: „Ungefähr zu der gleichen Zeit, wie in dem Cornealepithel des Kaninchens, 3 Tage nach dessen Ablösung, sah ich jene Zellen auch in dem wuchernden Cornealepithel des Frosches und in der Nickhaut. Fünf Tage nach theilweiser Entfernung des Descemet'schen Endothels sind sie in diesem schon recht häufig. Vom 10. Tage nimmt ihre Zahl wieder ab.“ Ferner pag. 525: „In der den Epitheldefect umsäumenden jüngsten Proliferationszone vermisste ich selbst bei einer sehr üppigen Regeneration die Körner- und Fadenzellen, dagegen fand ich sie in einiger Entfernung davon in dem schon regenerirten Epithel.“ Auch erwähnt er, dass die Lebhaftigkeit der regenerations Wucherung und die Ausdehnung, in der sie stattfindet, in keinem proportionalen Verhältniss steht zu der Zahl der körner- und fadenhaltigen Zellen; dass bei sehr ausgedehnter Wucherung letztere oft seltener, bei beschränkter dagegen zahlreich gefunden würden.

Die Frage nach der Herkunft der einen Defect auf der Cornea deckenden Zellen war damit noch nicht in befriedigender Weise beantwortet. Nussbaum¹⁾ vermuthete, dass dieselben durch directe Kerntheilung geliefert würden, da die Mitosen erst nachdem der Defect mit einer einschichtigen Epithellage gedeckt sei, zur Beobachtung kämen und viele Einschnürungen auf directe Kerntheilung hindeuteten. Da aber die directe Kerntheilung in diesem Falle nicht unter dem Mikroskop verfolgt werden konnte, so war bei der Verwerthung des Befundes grosse Reserve geboten. Da Nuss-

1) Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde 1882, p. 183; 1883, p. 107 u. 188.

baum ausserdem beobachtete, dass in der Umgebung des Defectes die zackigen Zellgrenzen im Bereiche der Regenerationszone undeutlicher würden, so war immerhin daran zu denken, dass eine Vereinigung von Zellen stattfände und dass die sogenannte maulbeerförmige Kerntheilung, die Einschnürung der Kerne, ebenso gut der Ausdruck einer Kernvereinigung als einer Kerntheilung sei. Im Falle der Kernvereinigung, sagt Nussbaum weiter, muss aber trotzdem eine Trennung der vorher vereinigten Zellen und Kerne vorkommen, weil die indirecte Kerntheilung, wie sie im gedeckten Epitheldefect sich findet, stets abläuft an wohlbegrenzten kleinen Zellen mit einem Kern, der nicht grösser ist als beim normalen Ersatz im unverletzten Epithel. Die Trennung muss auch deshalb stattfinden, weil am 3. Tage nach der Epithelverletzung in der Hornhaut des Frosches die Zellen mit durchschnürtem, maulbeerförmigem Kern oder vielen einzelnen Kernen geschwunden sind und dann schon 2 Epithelzellenlagen die Stelle des Defectes überziehen.

Die neuesten Arbeiten über diesen Gegenstand verdanken wir Flemming¹⁾ und seinen Schülern. Flemming vertritt mit grosser Entschiedenheit den Standpunkt, dass nur durch indirecte Kerntheilung eine Zellvermehrung erfolge. Dass diese Behauptung den Thatsachen nicht vollständig gerecht wird, geht aus der Arbeit Nussbaum's hervor, dass der Defect in der Cornea der Frösche und in der Haut der Froschlarven ohne das Auftreten der indirecten Kerntheilung mit einer einfachen Zellenlage gedeckt wird. Die indirecte Kerntheilung ist ja auch vor Flemming in der Cornea gesehen worden und namentlich Nussbaum hat an

1) Archiv f. mikroskopische Anatomie Bd. 24.

anderen Stellen den Ersatz der abgängigen Zellen durch indirecte Kerntheilung nachgewiesen. Es handelt sich also darum, die von Nussbaum offen gelassene Frage zu entscheiden, woher die erste Lage der im Defecte mehrschichtiger Epithelien auftretenden Zellen abstammen. Ich hoffe diese Frage im Folgenden in befriedigender Weise beantworten zu können, indem ich dazu übergehe, meine eigenen Beobachtungen mitzutheilen.

Bei den Untersuchungen der vorletzten Cornea bediente ich mich folgender, schon von Nussbaum als die vortheilhafteste erprobten Methode.

Es wurde auf der Cornea von *Rana fusca* oder *R. esculenta* ein Defect angelegt, indem mit einem Scalpell oder einer Lanzette das Epithel in Quadratform mit 1,5 mm Seite losgelöst wurde. Es war dabei zu beachten, dass das Hornhautgewebe nicht mit verletzt wurde, da dann in Folge der eintretenden Entzündungen die Regeneration des Epithels viel schwerer und ungleichmässiger erfolgte. Die so behandelten Thiere wurden in Gefässen aufbewahrt, die von Zeit zu Zeit mit Sublimatlösung desinficirt wurden, denn die Erfahrung hat gelehrt, dass z. B. Froschlarven stets starben, wenn sie nach Anlegung eines Epitheldefectes in dasselbe, ungereinigte Gefäss zurückgebracht wurden.

In Intervallen von je einer Stunde wurden die Thiere dann rasch abgetödtet, indem der mit einem kräftigen Scheerenschlage abgetrennte Kopf direct in eine Lösung fallen gelassen wurde, die nach Flemming's Angaben aus einem Gemisch von 2 Theilen 2⁰/₀-iger Osmiumsäure, 7 Theilen 1⁰/₀-iger Chromsäure und $\frac{1}{2}$ Theil Eisessig bestand. Damit die Epithelzellen der Cornea möglichst gleichmässig und rasch abge-

tödtet wurden, wurde darauf geachtet, dass die Nickhaut die Cornea nicht überlagerte.

Nach 10 Minuten wurden die Präparate in Wasser abgewaschen und dann 24 Stunden lang in doppelt-chromsaurem Kali in 2⁰/₀-iger Lösung gehärtet. Sodann wurde wieder ausgewaschen und die Härtung erst in 50⁰/₀-igem und dann in absolutem Alkohol 24 Stunden lang fortgesetzt. Die abgelöste Cornea brachte ich dann auf 24 Stunden in eine Haematoxylinlösung, hellte die Präparate in Nelkenöl auf und schloss sie in Damarlack ein.

Zunächst wurde an verschiedenen Objecten die normale Cornea beobachtet; die Augen jedoch grade so behandelt, wie oben angegeben, um durch rasche Fixirung mitotische Kerntheilungen sichtbar zu machen.

Das Epithel der Cornea ist bekanntlich beim Frosch ein mehrschichtiges und die oberen Lagen desselben sind platter als die unteren und von dichter aneinander gelagerten Zellen gebildet. Die von vielen Beobachtern gesehenen Kerntheilungsfiguren, denen man die normale Regeneration zuschreiben muss, liegen in den unteren Schichten und es rücken die jungen Zellen von unten nach oben vorwärts, während an der Oberfläche der Cornea die einzelnen Zellen nach und nach absterben und dem Conjunctivalsecret beigemischt nach Aussen entleert werden. Die obersten Schichten des Epithels sind frei von indirecten Kerntheilungen und es vollzieht sich in ihnen der Process des Absterbens. Die Anzahl der indirecten Kerntheilungen ist gering, wenn die Cornea vorher auf keine Weise gereizt worden war und diese geringe Anzahl entspricht auch der in anderen Organen gefundenen, indem die indirecte Kerntheilung auch hier die normale Regeneration bewirkt, die ganz allmählig und wahrscheinlich schubweise erfolgt.

Das bei einer Vergrößerung von Zeiss F Oc. II gesehene Bild einer normalen Cornea gestaltet sich folgendermassen:

Die einzelnen Zellen sind polygonal aneinander gelagert. Zwischen denselben finden sich in wechselnder Zahl die Langerhans'schen Zellen, deren Kerne bei dieser Vergrößerung deutlich sichtbar waren. Die Kerne der Epithelien sind von dem homogenen Protoplasma durch die dunklere Färbung hervorgehoben und bestehen im Wesentlichen aus 2 verschiedenen Substanzen, die sich durch ihr verschiedenes Verhalten gegen den Farbstoff auszeichnen. Es findet sich eine homogene Grundmasse, die nur wenig Farbstoff aufnimmt, während im Kerne zerstreut eine körnige, zuweilen fadenförmige Masse liegt, die sich sehr begierig mit Farbstoff imbibirt. Die Kerne gewinnen dadurch ein ungleichmässiges Aussehen, so dass sie zuweilen ganz runzlig erscheinen.

Was ihre Form betrifft, so variirt dieselbe sehr. Abgesehen von der eben erwähnten Schrumpfung, die sie dunkler erscheinen lässt, weil die färbbaren Körnchen näher zusammen rücken, nehmen die Kerne oft eine mehr gestreckte Form an, während dieselben sonst meistens rundlich oder oval sind. Der längliche Kern kann auch eine vollständige Hufeisenform annehmen, die ziemlich häufig beobachtet wurde. Ob dieselbe in irgend einer Beziehung zu Theilungsvorgängen steht, konnte nicht eruirt werden.

Die meisten Epithelzellen enthalten einen Kern, Ein Kernkern ist meistens nicht zu erkennen wegen der vielen Körnchen, oft aber als stark lichtbrechendes Körperchen aufzufinden. In allen Präparaten finden sich jedoch auch Kerne, die den Gedanken an directe Kerntheilung wachrufen. Sehr häufig zeigt der Kern

eine Einschnürung, oft liegen 2 Zellen so aneinander, dass die Anordnung der Kerne und der Zellsubstanz eine symmetrische ist; es liegen dann z. B. die länglichen Kerne mit parallelen Längsachsen aneinander, oder die Kerne zeigen eine grade Trennungslinie, während ihre Convexität nach Aussen sieht. 3 oder mehrkernige Zellen kommen auch öfters zur Beobachtung. Es liegen dann die Kerne nebeneinander oder es tritt die sog. Maulbeerform auf¹⁾).

Was die Aneinanderfügung der Zellen betrifft, so konnte öfters beobachtet werden, dass dieselben durch zackige Fortsätze mit einander verbunden waren.

Es sind dies die von Max Schultze als Stacheln und Riffe beschriebenen Zellfortsätze, die man nach den neueren Entdeckungen an pflanzlichen und thierischen Zellen von Strasburger und Pfitzner als Substanzbrücken zwischen Zellen auffassen muss.

Die Langerhans'schen Zellen fanden sich in wechselnder Menge. Sie färbten sich tief dunkel.

1) Das wechselnde Vorkommen und Aussehen dieser Zellen bestimmte mich auf Anregung von Herrn Prof. Nussbaum zu dem Versuche, ob das Licht ähnlich wie bei den Chromatophoren einen Einfluss auf die Gestalt dieser Zellen ausübte. Ich setzte Frösche hellem Sonnenlichte aus, tödtete sie nach einiger Zeit und behandelte die Präparate nach der oben angegebenen Methode. Es wurden dann Frösche von derselben Species, die bis dahin unter gleichen Bedingungen gehalten worden waren, wie die vorigen, in's Dunkle gebracht und auch dort nach einiger Zeit getödtet. Die nach derselben Methode behandelten Präparate wurden nun auf das Vorkommen und die Gestalt der Langerhans'schen Zellen geprüft, jedoch konnte in Bezug hierauf kein Schluss gezogen werden, dass dem Lichte irgend welcher Einfluss zukomme. Die gleichzeitig beobachteten Schwimmhäute der Versuchsthiere zeigten wie bekannt bei Dunkelfröschen verästigte Chromatophoren, bei den dem Lichte ausgesetzten Thieren klumpige Farbzellen. Es

Was ihre Form betrifft, so variirt dieselbe sehr. Sie sind länglich oder rundlich, je nach den Interstitien zwischen den Epithelzellen. Sie können auch die regelmässige Form der Epithelzellen annehmen, so dass sie nur durch die dunklere Farbe von demselben unterschieden werden können. Meistens sind sie jedoch an den Fortsätzen zu erkennen, welche sie zwischen die Epithelzellen aussenden und die ihnen bei schwacher Vergrösserung eine sternförmige Gestalt geben. Zu erwähnen ist noch, dass auch in den Langerhans'schen Zellen öfters 2 Kerne, meist von länglicher Form, beobachtet wurden.

Alle diese Formen konnten auch nach Anlegung eines Defectes beobachtet werden. Dagegen traten am Rande des Defectes charakteristische Veränderungen ein.

Bevor ich jedoch zu deren Beschreibung übergehe, muss ich einige Bemerkungen über die Defecte vorausschicken.

War die ganze Epithelschicht abgelöst, so waren im Defecte die fixen Hornhautkörperchen zu sehen. War jedoch das Cornealgewebe getroffen, so wurden die nierenförmigen Kerne der Descemet'schen Membran deutlicher. Es konnte diese Verletzung des Cornealgewebes nicht immer vermieden werden. Die Regeneration war dann, wie schon erwähnt, nicht so regelmässig, indem durch das Schaben mit der Lanzette losgelöstes Cornealgewebe an den Rand des Defectes

können somit die Langerhans'schen Zellen wegen ihrer verschiedenen Lagerung und wegen des abweichenden Verhaltens gegen Licht nicht wohl mit den Chromatophoren verglichen werden. Wie es eine demnächst erscheinende Arbeit von Schöler wahrscheinlich machen wird, sind die Langerhans'schen Zellen Nervenendigungen im Epithel.

gedrängt wurde. Da die Fibrillen desselben einen viel stärkeren Zusammenhang besitzen als die Epithelzellen, so wurde hier ein Wall gebildet, der den Defectrand überragte und entweder die Regeneration an dieser Stelle ganz hinderte oder, falls der Wall mehr vom Defectrande entfernt lag, nur ein Vordringen der Regenerationszone bis zu diesem Walle hin gestattete.

Auch blieben in der Nähe des Defectrandes häufig Epithelinseln zurück, die dann ihrerseits sich an der Regeneration betheiligten oder zu Grunde gingen.

Im letzteren Falle fanden sich Complexe von Zellen, die eine ganz homogene Masse darstellten. Ein Kern war nicht mehr sichtbar, der Zusammenhang zwischen den einzelnen Zellen gelockert, ihre ursprüngliche Form verloren gegangen. Von den Hornhautkörperchen waren sie leicht dadurch zu unterscheiden, dass sie gruppenweise auftraten und blasser gefärbt erschienen, während jene in ganz bestimmten Zwischenräumen angeordnet sind.

Derartige Zellen werden wohl als abgestorben gedeutet werden müssen. Schwieriger zu entscheiden ist es bei anderen Zellen, die auch im Defecte liegen, mit der Randpartie des Defectes wenig oder gar nicht im Zusammenhang stehen. Das Protoplasma dieser Zellen war dunkel gefärbt, während der Kern eine ganz helle Masse darstellte, in der verschiedenartige Fäden und Körnchen in durchaus unregelmässiger Form und Anordnung zu finden waren. Dass es sich hierbei trotz der Anordnung eines Theiles der Kernsubstanz zu Fäden nicht um einen Process handelte, der an indirecte Kerntheilung erinnern konnte, war daraus zu schliessen, dass diese Zellen kleiner waren, als alle übrigen, dass sie stets von einander isolirt auftraten und auch mit den regenerirten Partieen wenig oder gar keinen Zusammenhang besassen.

Ferner waren diese Zellen einkernig und kamen stets mit den soeben als abgestorben beschriebenen vor.

Es liegt nahe diese Form als ein Stadium des Absterbens zu bezeichnen¹⁾.

Einige Stunden nach der Verletzung treten am Defectrande Veränderungen auf. Fast an allen Präparaten kann man schon mit blossen Auge eine helle Zone, die den Defect umgiebt, wahrnehmen. Bei der mikroskopischen Untersuchung ergibt sich, dass diese Zone von Epithelzellen herrührt, die in einfacher Schicht glatt ausgebreitet sind. Im Uebrigen stellt sich die Epitheldecke folgendermaassen dar. In den peripheren Partien ist die Structur der Cornea unverändert. Es bleibt die polygonale Anordnung der Epithelien, auch die Langerhans'schen Zellen zeigen keine Veränderung.

Nach dem Defecte zu geht die regelmässige polygonale Anordnung allmählich verloren, die Zellgrenzen werden immer undeutlicher, bis sie am Rande des Defectes kaum mehr zu erkennen sind. Die Kerne werden undeutlicher, sind ganz homogen und enthalten alle einen stark lichtbrechenden Kernkern. Während in den peripheren Zonen die einkernige Zelle vorherrscht, treten hier mehrkernige auf und zwar in grosser Anzahl.

Von diesen mehrkernigen Zellen ist eine andere Form wohl zu unterscheiden. Am Rande des Defectes

1) Während des Druckes dieser Arbeit erschien der Aufsatz Flemming's: Ueber die Bildung von Richtungsfiguren in Säugethier-eiern beim Untergang Graaf'scher Follikel. (Archiv f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte von His und Braune 1885, Heft IV) worin ein gleicher oder ähnlicher Vorgang an den Kernen der Follikel-epithelien beschrieben und mit dem Namen der Chromatolyse bezeichnet wird.

begegnet man oft mehr oder weniger isolirten, scharf begrenzten Zellen, die eine grosse Anzahl von Kernen enthalten, die kleiner als die übrigen und dunkler gefärbt sind. Dieselben müssen auch als abgestorben gedeutet werden, wozu besonders der Umstand berechtigt, dass sich in diesen Zellen oft Vacuolen im Protoplasma finden.

Die Regenerationszone enthält immer einkernige und mehrkernige Zellen nebeneinander. In den meisten Fällen lassen sich am Rande des Defectes keine Zellgrenzen mehr wahrnehmen. Die Kerne liegen dann unregelmässig durcheinander, aber immer weiter von einander entfernt, als in der normalen Cornea. Nur wenn sich den proliferirenden Zellen ein Hinderniss in den Weg stellt, rücken die Kerne dichter aneinander und es kann sogar scheinen, als ob sich dieselben übereinander häuften.

In den mehrkernigen Zellen finden sich oft zahlreiche Einschnürungen von Kernen oder es liegen 2 gleichgeformte Kernhälften symmetrisch aneinander. Treten mehrere Kerne auf, so liegen dieselben entweder in grösseren Abständen von einander entfernt oder es finden sich Kernhaufen, in denen zwischen den einzelnen Kernen kein Protoplasma mehr zu erkennen ist. Die Kerne können sich dann gegen einander abplatten, sind aber leicht einzeln zu erkennen und enthalten stets einen stark lichtbrechenden Kernkern. Auch mehrkernige Zellen von der sogenannten Maulbeerform sind häufig. Oft sind die mehrkernigen Zellen ganz schmal, so dass die dicht aneinander gelagerten Kerne eine einzige lange Reihe bilden.

Merkwürdig ist das Vorkommen von sogenannten Vacuolen. Dieselben finden sich auch in den mehr peripher gelegenen Partien, treten aber am häufigsten

in der Nähe des Defectrandes auf. Sie enthalten stets mehrere hellgefärbte Zellen, die dicht aneinander liegen, öfters auch maulbeerförmige Anordnung der Kerne, jedoch bleibt die Vacuole stets dadurch erkennbar, dass die Zellen dieselbe nie ganz ausfüllen. Auch kommen darin Einschnürungen von Kernen vor.

Die ganze Gegend um den Defect herum macht den Eindruck, als ob von allen Seiten her die Zellen zusammenflössen, um den Defect zu decken. Dementsprechend findet sich in fast allen Präparaten eine deutliche, auf das Centrum des Defectes gerichtete, radiäre Richtung der Zellen. Die Epithelzellen werden dann nach dem Defecte zu immer länger und schmaler; die Kerne werden länglich und sind oft mit ihrer Längsaxe schief oder quer zu der der Zelle gestellt. Die Zellen können spindelförmig werden und es wurde öfters beobachtet, dass eine solche Zelle einen längeren Fortsatz in den Defect hineinschickte. Die Zellen sind somit amoeboid, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde.

Die vorhin erwähnte radiäre Zeichnung im Epithel an der Peripherie des Defectes wird öfters verschoben; es scheint dann, als ob irgend ein Hinderniss für das Vordringen der Zellen bestände, welches ihnen einen anderen Weg anwies. In der That finden sich dann oft Gruppen von abgestorbenen Zellen, die von solchen zusammenfliessenden Zellen umgeben sind und jene Anordnung stören. Die radiäre Gruppierung verschwindet resp. wird undeutlicher an Präparaten, in denen der Defect nahezu gedeckt ist. Es scheint dann, als ob die von den anderen Richtungen her entgegenwachsenden Epithelien einen Widerstand bildeten für die amoeboiden, spindelförmigen Zellen und sie nöthigten, sich in die Breite auszudehnen und so

den Rest des Defectes zu decken. Stets stehen diese vorgeschobenen Zellen in Verbindung mit den weiter rückwärts gelagerten und es kommt in den ersten 24 Stunden nur zur Ausbildung einer einfachen Epithellage auf der Stelle des früheren Defectes.

Eine zu dieser Zeit gefundene doppelte Epithelschicht erwies sich stets als zufällig entstanden durch Umklappen einer Schicht von Epithel und Ueberlagerung der weiter hinten liegenden Zellen. Dieses Ueberlagern einer einschichtigen regenerirten Epithellage über die weiter rückwärts gelegenen Zellen konnte direct unter dem Mikroskop beobachtet werden, indem man bei frischen Präparaten, denen zu viel Damarlack zugesetzt war, durch Druck auf das Deckgläschen bewirken konnte, dass ganze Schollen von neuem Epithel sich loslösten oder dass dieselben nach rückwärts umklappten und so das Bild mehrschichtigen Epithels gaben.

Anders gestaltet sich die Sache, wenn beim Anlegen des Defectes derartige Verlagerungen der normalen Gewebselemente stattfanden. Wie schon oben erwähnt, war es oft nicht zu vermeiden, dass beim Anlegen des Defectes ein Wall von Cornealgewebe gebildet wurde, der dann die Grenze desselben bildete. In diesem Falle ist keine Regeneration an dieser Stelle möglich. Höchstens können die Zellen das Hinderniss umgreifen und jenseits desselben wieder ein geschlossenes Ganze bilden. War der Wall nicht bis zum Defectrande vorgeschoben, so drangen die Epithelzellen bis zu dem Hinderniss vor und es hatte den Anschein, als ob sie sich hier übereinander häuften.

Wurde schon beim Anlegen des Defectes eine Epithelscholle umgeklappt, wie es an einem Präparate besonders schön zu sehen war, so fand hier ebenfalls

kein Nachschub von jungen Zellen statt. Nur wenige Zellen lagen im Defecte und zwar standen sie durch ganz schmale Substanzbrücken mit dem Rande des Defectes in Verbindung. Es scheint also, als ob doch einzelne Zellen durch ihre amoeboide Bewegung einen Ausweg gefunden hätten und so in den Defectraum gelangt seien, während eine vollständige Bedeckung der Stelle des Defectes nicht stattfinden konnte.

Noch andere Umstände wirken zuweilen mit, um eine Regeneration zu verhindern, ohne dass man jedoch im Stande wäre, einen Grund hierfür zu finden. So finden sich z. B. oft ganz regelmässig regenerirte Partien; plötzlich hört jedoch jede Regeneration auf, indem der Rand des Defectes gebildet wird von einer protoplasmatischen Substanz, die zahlreiche, kleine, geschrumpfte Kerne enthält. Das Protoplasma ist dann sehr lückenreich, d. h. das ganze Gewebe ist an dieser Stelle mit kleinen Vacuolen durchsetzt.

Wie schon oben erwähnt, ist man genöthigt, diese Partien als abgestorben anzusehen. Es ist also die Regeneration an diesen Stellen gehemmt. Ob nun diese abgestorbenen Stellen präexistirten und nur ein Vordringen des Epithels bis dahin gestatteten oder ob die Regeneration in normaler Weise begann und die neugebildeten Zellen an einer Stelle plötzlich aus unbekannter Ursache dem Untergang anheimfielen, wage ich nicht zu entscheiden. Vielleicht dürfte die Entzündung des Cornealgewebes in einigen Fällen die Ursache gewesen sein. Es fand sich dann zugleich mit diesen Vacuolen Trübung des ganzen Cornealgewebes und ausgewanderte weisse Blutkörperchen und diese zuweilen in Fibrin eingebettet.

Was nun den zeitlichen Verlauf der Regeneration

anbelangt, so richtet sich derselbe natürlich nach der Grösse des Defectes. Die durch Anfertigung von ca. 150 Präparaten erlangte Uebung gestattete es jedoch bald, die Defecte möglichst gleichmässig in einer Ausdehnung von 1,5 mm im Quadrat anzulegen. Es konnte dann schon nach wenigen Stunden, z. B. nach 5 oder 6, Ueberlagerung von Epithelien auf den Defect beobachtet werden. Am schönsten stellten sich die regenerirten Partien dar an Präparaten von 12—16 Stunden, da dann die Regeneration noch nicht so weit vorgeschritten war, dass von der entgegengesetzten Seite heranwachsende Epithelien die radiäre Anordnung verschwinden liessen. Es konnte dann noch ein deutlicher Defect wahrgenommen werden, auch mit blossem Auge. In verschiedenen Präparaten war der Defect nach 20 Stunden gedeckt und zwar mit einer einschichtigen Epithellage, doch konnten auch 24—30 Stunden vergehen, bis dieses eingetreten war. Nach 2 Tagen war der Defect oft schon mit zweischichtiger Epithellage ausgefüllt, aber es war dann immer noch die Stelle an der helleren Färbung zu erkennen. Nach 3 Tagen konnte man die Defectstelle kaum mehr von dem übrigen Gewebe unterscheiden.

Was endlich das Vorkommen der indirecten Kerntheilung bei der Regeneration anbelangt, so kann ich nur bestätigen, was Nussbaum bereits als wahrscheinlich hingestellt hat.

Sind schon in der normalen Cornea die Kernfiguren selten, so werden sie es noch mehr, wenn ein Defect angelegt worden ist. In der normalen Cornea finden sich oft keine, oft aber in einem Gesichtsfeld mehrere Kernfiguren. Die in Betreff des Vorkommens der Langerhans'schen Zellen angestellten und schon oben erwähnten Versuche gaben mir reichliches Material

an die Hand, um das Auftreten von Kernfiguren an der intacten Cornea zu prüfen.

War dagegen ein Defect angelegt, so konnte man in der Regenerationszone niemals Kernfiguren beobachten. So oft auch die Präparate in dieser Hinsicht untersucht wurden, so konnte doch nie ein Bild gefunden werden, das man mit einer Kernfigur hätte vergleichen können. Wohl fanden sich Kernfiguren in den peripheren Partien nach der Sclera zu, aber so vereinzelt, dass in der normalen Cornea deren mehr enthalten sind. Keinesfalls ist das vereinzelte Vorkommen derselben in Beziehung zur Regeneration zu bringen.

Man könnte einwenden, dass die Kernfiguren, ähnlich wie es bei der normalen Cornea der Fall zu sein scheint, schubweise aufträten und man deshalb auch bei raschem Abtöden des Gewebes keine Kernfiguren zu erhalten brauchte.

Demgegenüber dürfte doch wohl die grosse Anzahl der untersuchten Präparate zu berücksichtigen sein.

Es wäre doch kaum denkbar, dass es in ca. 150 Präparaten, zu denen noch ca. 100 von Nussbaum früher untersuchte hinzukommen, nicht gelungen sein sollte, gerade auf ein derartiges schubweises Auftreten von Kernfiguren zu stossen.

Auch die Methode der Untersuchung kann nicht beschuldigt werden, unzulänglich zur Fixirung eventueller Kernfiguren in der Regenerationszone gewesen zu sein, denn es sind grade durch diese Methode Präparate gewonnen worden, die die verschiedensten Stadien der Kerntheilung zur anschaulichen Darstellung brachten.

Ist der Defect durch eine einschichtige Epithellage gedeckt, dann beginnt sofort ein massenhaftes

Auftreten von Mitosen. Es finden sich dann die verschiedensten Stadien. Am meisten gelangte die Knäuelform zur Beobachtung, ferner die Spindel- und die Fassform. Auch die die Zelltheilung einleitende Einschnürung des Protoplasmas wurde oft gesehen. Die Spindelfasern waren deutlich zu erkennen, wie denn überhaupt die Methode in keiner Weise zu wünschen übrig lässt.

Noch einige Tage lang dauert dieses massenhafte Auftreten dieser Kernfiguren, bis sie allmählig seltener werden und später der normale Zustand wieder eintritt.

Somit müssen wir die früheren Beobachtungen durchaus bestätigen: Die erste Bedeckung eines Epitheldefectes erfolgt ohne Mitose. Ist der Defect mit einer einschichtigen Lage von Zellen versehen, so beginnt die Zellvermehrung auf dem Wege der indirecten Kerntheilung.

Es fragt sich nun, ob die Ausfüllung des Defectes mit einer einfachen Lage von Zellen nach den vorliegenden Beobachtungen überhaupt auf eine Zellvermehrung zurückzuführen sei, oder ob nicht vielleicht, wie Nussbaum dies jüngst bei Hydra nachgewiesen hat, einfache Verlagerung in Folge activer Bewegungsvorgänge der schon vorhandenen Zellen den Erscheinungen zu Grunde läge.

Günstig für eine solche Auffassung muss die schon von mir an Epithelzellen beobachtete amoeboide Beweglichkeit sein, und die für eine directe Theilung sprechenden Bilder an den Kernen können, wie Nussbaum auseinander setzte, ebenso gut auf Zusammenfließen als auf Trennung bezogen werden. Denn bei den Infusorien kommt an vielkernigen Species sowohl Vereinigung als Trennung von Kernen ohne Mitose

vor. Auch hier in der Cornea folgt auf die Vereinigung Trennung der Kerne (Nussbaum¹).

Ist die Bedeckung des Defectes auf eine Zellwanderung ohne Neubildung zurückzuführen, so müssen in der Umgebung des Defectes, trotzdem er scharf-randig und steil angelegt war, die Ränder des intacten Epithels zugespitzt erscheinen und die Zahl der Schichten auf grössere Entfernung hin abnehmen. Findet dagegen von Anfang an eine Zellvermehrung statt, die man mit Rücksicht auf die beobachteten Erscheinungen an den Kernen als „directe Theilung“ bezeichnen müsste, so liegt kein Grund für eine Abnahme der Mächtigkeit der intacten Epithelschicht vor.

Um diese Frage zu entscheiden, wurden Defecte des Cornealepithels angelegt, die Thiere nach 24 Stunden getödtet und die Hornhäute desselben in der oben angegebenen Weise behandelt. Sodann wurden die Präparate allmählig in Alkohol mit Terpentin durchtränkt und in Paraffin eingebettet mit dem Mikrotom in einzelne Querschnitte zerlegt, so dass die Schnitt-richtung der horizontalen Axe der Cornea parallel war. Ich erhielt auf diese Weise Schnitte von 0,05 mm Dicke, welche das Cornealgewebe mit dem daraufsitzen- den Epithel sehr deutlich erkennen liessen.

Es stellte sich heraus, dass die Epithellage nach dem Defecte zu ganz allmählig dünner wird, bis meistens das Cornealgewebe in der Mitte des langen Streifens ganz frei liegt, wenn der Defect noch nicht ganz geschlossen ist. Es ergiebt sich also, dass der Ersatz der Epithelien geliefert wird von den weiter rückwärts gelegenen Partien durch Vorschieben von Zellen, also durch Verlagerung und nicht durch Neubildung.

1) Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft etc. 1883.

Für die Beobachtung, dass wir es mit einem Verlagern und Zusammenfliessen von Zellen zu thun haben, sprechen auch andere Thatsachen, die schon oben erwähnt wurden. Die Kerne sind während der Regeneration grösser, homogener und rundlicher und liegen weiter auseinander, weil sie sich nach dem Defecte zu frei entfalten können, indem nicht mehr von allen Seiten ein Druck auf sie ausgeübt wird.

Stellt sich den wandernden Zellen ein Hinderniss in den Weg, so wird die Regeneration gehemmt. Es geschieht dies sowohl beim Vorhandensein eines Walles von Cornealgewebe im Defecte, so dass dem Vordringen der Zellen hier Einhalt geboten wird, oder es kann das Vorrücken auch durch Umklappen einer ganzen Epithelschicht beim Anlegen des Defectes verhindert werden.

Fassen wir nun zum Schlusse die Vorgänge bei der Regeneration des Cornealepithels zusammen, so ergibt sich, dass der Defect zunächst von einer einschichtigen Lage von Zellen ausgefüllt wird, die ihren Ursprung den alten Epithelzellen am Rande des Defectes verdanken, indem von hier aus die Zellen vermöge ihrer amoeboiden Beweglichkeit in den Defect wandern und denselben in einschichtiger Lage decken. Während dieses Vorganges schieben sich die Zellen so eng aneinander, dass die Zellgrenzen verwischt und die Kerne nahe aneinander gelagert werden. Die Wiederherstellung der Zellgrenzen und Trennung der Kerne erfolgt, wenn die Ueberwucherung des Defectes complet geworden ist und damit der Druck der benachbarten Zellen einen Widerstand gefunden hat. Sind im Defecte wieder isolirte, einkernige Zellen vorhanden, so treten massenhaft mitotische Kerntheilungsfiguren auf, so dass man der indirecten Kerntheilung die Fort-

setzung der Regeneration zusprechen muss, zumal nach vollständiger Regeneration des Defectes die Zahl der Kernfiguren beständig abnimmt, bis schliesslich ihre Zahl der Anzahl der in einer normalen Cornea enthaltenen entspricht.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, den Herren Professoren von la Valette St. George und Nussbaum für das mir stets bezeugte Wohlwollen meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

V i t a.

Geboren wurde ich, Albert Peters, als Sohn des Hüttendirectors Richard Peters und der Johanna Peters geb. Giesler, evangelischer Confession, am 19. September 1862 zu Meggen in Westfalen. Nach dem 1869 zu Saarbrücken erfolgten Tode meines Vaters siedelte meine Mutter nach Siegen über, wo dieselbe jetzt noch lebt. Ich besuchte zuerst eine Privatschule in St. Johann-Saarbrücken, dann die Elementarschule in Siegen und von Ostern 1871 ab das dortige Realgymnasium, welches ich zu Ostern 1880 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Nach einjährigem Besuche des Gymnasiums zu Weilburg wurde ich Ostern 1881 bei der philosophischen Facultät in Bonn inscribirt und bestand Ostern 1882 das Abiturientenexamen als Extraneus am Archigymnasium zu Soest. Meine medicinischen Studien setzte ich sodann in Tübingen fort, wo ich gleichzeitig meiner Dienstpflicht genügte, bezog darauf wieder auf 2 Semester die Universität Bonn und bestand hier am 18. Juli 1883 das tentamen physicum. Nach halbjährigem Aufenthalte in Berlin kehrte ich wieder nach Bonn zurück, um hier meine Studien zu vollenden. Das Examen rigorosum bestand ich am 16. Juli 1885.

Meine Lehrer waren die Herren Professoren und Docenten:

In Tübingen: Eimer, Froriep.

In Berlin: Gluck, Gusserow, Guttman, Hirsch, Liebreich.

In Bonn: Burger, Clausius, Doutrelepont, Finkelnburg, Finkler, Fuchs, A. Kekulé, Kochs, Koester, Krukenberg, v. Leydig, Nussbaum, Pflüger, Prior, Ribbert, Rühle, Rumpf, Saemisch, Schaaffhausen, Strasburger, Trendelenburg, Ungar, v. la Valette St. George, Veit, Walb, Witzel.

Allen diesen hochverehrten Herren spreche ich hiermit meinen herzlichsten Dank aus.