

✓  
VERHANDLUNGEN  
DER  
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT  
ZU  
WÜRZBURG.

---

HERAUSGEGEBEN  
VON DER  
REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT:  
PROF. DR. O. SCHULTZE.  
PROF. DR. W. REUBOLD.      PRIV.-DOC. DR. P. REICHEL.

---

NEUE FOLGE. XXIX. BAND. 1895.  
MIT 5 TAFELN UND 3 TEXT-ABBILDUNGEN.

---

WÜRZBURG.

VERLAG UND DRUCK DER STAHEL'SCHEN K. B. HOF- UND UNIVERSITÄTS-  
BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

1896.

*Franz 1682 d.*

FREUNDE MAINFRÄNKISCHER  
KUNST UND GESCHICHTE  
WÜRZBURG

## Inhalt des XXIX. Bandes.

---

	Seite
<b>Boveri, Theodor,</b> Über das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigel-Eies, nebst allgemeinen Bemerkungen über Centrosomen und Verwandtes. Mit 1 Textabbildung. (Heft 1)	1
<b>Brand, Karl,</b> Über die Bacterien des Lidrandes und Bindehautsackes, sowie über deren Beeinflussung durch verschiedenartige Verbände und Augensalben, (Heft 5)	189
<b>Buehler, Anton,</b> Protoplasma-Structur in Vorderhirnzellen der Eidechse. Mit 3 lithographischen Tafeln. (Heft 6)	209
<b>Fick, Adolf,</b> Arbeitleistung des Muskels durch seine Verdickung. Mit 2 Textabbildungen (Heft 7)	255
<b>Gattel, Felix,</b> Beitrag zur Kenntniss der motorischen Bahnen im Pons. Mit 1 lithographischen Doppeltafel (Heft 4)	145
<b>Michel, André,</b> Zur Kenntniss der Gürber'schen Serum-Albumin-Krystalle. Nebst einem Nachtrag von August Gürber. Mit 1 Lichtdruck-Tafel. (Heft 3)	117
<b>Rieger, Konrad,</b> Die Psychiatrie in Würzburg von 1583 bis 1893. Fortsetzung aus Bd. XXVII. (Heft 2)	77

---



# Ueber das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigel-Eies

nebst allgemeinen Bemerkungen über  
Centrosomen und Verwandtes.

Von

PROF. Dr. TH. BOVERI.

## I. Spezieller Teil.

Als *Fol* im Jahre 1891 für das Seeigel-Ei seine bekannte „*Quadrille des centres*“ (26) beschrieben hatte, mochte wohl der Anschein entstehen, als sei damit ein Gesetz gefunden, das sich für die Befruchtungsvorgänge im ganzen Tier- und Pflanzenreich als giltig erweisen müsse. War man doch damals allgemein zu der Ueberzeugung gelangt, dass die männliche und weibliche Sexualzelle nur verschiedene Differenzierungen ursprünglich ganz gleichartiger Gameten seien, für die eine Gleichwertigkeit aller essentieller Bestandteile anzunehmen sei; und hatte doch *E. van Beneden* (2) schon im Jahre 1884 für die Kerne des Eies und Spermatozoon eine solche — später überall bestätigte — vollkommene Gleichwertigkeit in überraschendster Weise nachgewiesen. Was konnte wohl näher liegen als die Annahme, dass auch jene anderen, neben Protoplasma und Kern als selbständige Bildungen unterscheidbaren Zellen-Organen: die Centrosomen, in dem neu entstehenden Organismus sich aus gleichwertigen Stücken von Vater und Mutter her kombinieren müssten? — So schien durch die *Fol*'sche Darstellung geradezu ein theoretisches Bedürfnis befriedigt zu werden und die Wirkung seiner Mitteilung war eine so rasche und mächtige, dass in Lehrbüchern, die sich die genaue Darstellung dieser Verhältnisse zur Aufgabe setzen, wie denen von *R. Bergh* und *Oscar Hertwig*, die anders lautenden Angaben anderer Forscher vollständig ignoriert werden.

Was meine eigene Stellung in dieser Sache, speziell mit Rücksicht auf das Seeigel-Ei, anlangt, so hatte ich im Jahr 1888 das Verhalten der Strahlenfiguren im lebenden Seeigel-Ei ziemlich genau verfolgt; eine kurze Beschreibung meiner Beobachtungen findet sich in meinem Aufsatz: Ueber partielle Befruchtung (9). Ich konnte die früheren Darstellungen dieser Vorgänge, besonders diejenige von *O. Hertwig* im Wesentlichen bestätigen, aber doch soweit vervollständigen, um zu dem Schluss zu gelangen, dass die Polkörperchen der ersten Furchungsspindel, die allerdings nur aus ihrer Strahlung zu erschliessen waren, ausschliesslich von einem dem Spermatozoon zugehörigen Centrosoma abzuleiten seien.

Zu dem gleichen Resultat hatten mich schon früher (1887) andere Erwägungen geführt. In dem fast ganz unbekannt gebliebenen Aufsatz: Ueber den Anteil des Spermatozoon an der Teilung des Eies, in welchem ich auf Grund meiner ein halbes Jahr früher mitgetheilten Resultate über die Befruchtung des *Ascaris*-Eies (7) die Bedeutung des Centrosoma in der Zelle erörterte und den ersten Versuch machte, die bei der Befruchtung auftretenden Strahlenfiguren aus dieser neuen Erkenntnis zu erklären, heisst es (pg. 158): „Ist es richtig, dass jedes Spermatozoon ein Centrosoma enthält, welches im Ei das Archoplasma um sich contrahiert, so muss bei der polyspermen Befruchtung jedes eingedrungene Spermatozoon einen Teil dieser Substanz für sich in Anspruch nehmen: es muss um jeden Spermakopf eine Strahlenfigur entstehen. Dies ist bekanntlich der Fall. Ist es weiterhin richtig, dass bei der normalen Befruchtung das Centrosoma des eingeführten Spermatozoons sich nach einer bestimmten Zeit in zwei solche Körperchen teilt, welche, indem sie sich von einander entfernen, die einfache Strahlung in eine doppelte überführen, so muss auch bei der polyspermen Befruchtung nach Ablauf der gleichen Zeit an Stelle jeder einfachen Strahlung eine doppelte vorhanden sein, also doppelt so viel Strahlensonnen als Spermatozoen eingedrungen sind. Auch diese Forderung scheint durch die Untersuchungen *Fol's* und der Brüder *Hertwig* vollkommen bestätigt zu werden. Gelangen zwei Spermakerne, jeder mit seiner Strahlung ausgestattet, zur Verschmelzung mit dem Eikern, so entsteht stets eine karyokinetische Figur mit vier Polen, während jeder nicht zur Copulation gelangende Spermatozoenkopf für sich allein eine zweipolige Figur, einen Spermaamphiaster

erzeugt. Diese Thatsachen scheinen mir die Möglichkeit, dass das Ei irgendwie an der Bildung der Spindelpole beteiligt sei, vollkommen auszuschliessen und nur die eine Annahme zu gestatten, dass die Polkörperchen der ersten Furchungsspindel durch Teilung eines vom Spermatozoon eingeführten Centrankörperchens ihre Entstehung nehmen.“

Als daher im Jahre 1891 die *Fol's*che Mitteilung erschien, war mir die Richtigkeit seiner Beschreibung keineswegs über allen Zweifel erhaben. Doch schien es mir unstatthaft, meine Bedenken zu äussern; denn die Angaben *Fol's* beruhten auf Untersuchungsmethoden, die bis dahin nicht angewandt worden waren, sie lauteten überdies so bestimmt und waren von einer Serie von Abbildungen begleitet, die eine andere Deutung als die gegebene auszuschliessen schienen. So nahm ich mir vor, durch eigene neue Untersuchungen ein sicheres Urtheil zu gewinnen, hielt aber einstweilen das Gewicht der abnormen und pathologischen Befruchtungserscheinungen doch für gross genug, um 1892 in meinem, in *Merkel* und *Bonnet's* „Ergebnissen“ erschienenen Referat: Befruchtung an die Besprechung der Polyspermie nachstehende Folgerung anzuknüpfen (pag. 426): „Das Wichtige an den mitgetheilten Thatsachen (über die Vorgänge im polysperm befruchteten Seeigel-Ei) ist dies, dass dieselben keine Erscheinung enthalten, die man auf eine Beteiligung des Ei-Centrosoma an den geschilderten Entwicklungsprozessen beziehen könnte. Der Verlauf ist unter allen Umständen so, als träten nur die Spermacentrosomen in Aktion und es mag nun vielleicht begreiflich erscheinen, wie ich früher eben auf Grund dieser Thatsache die Ansicht aufstellen konnte, dass dem Seeigel-Ei ein Centrosoma fehle oder wenn vorhanden, nur als rudimentäres Organ zu betrachten sei. Auch heute halte ich diese letztere Anschauung trotz der von *Fol* aufgedeckten Vorgänge bei der normalen Befruchtung des Seeigel-Eies noch nicht für widerlegt. Denn es könnte sehr wohl die Beteiligung des Ei-Centrosoma an der Constituierung der Pol-Körperchen der ersten Furchungsspindel eine phylogenetische Reminiscenz sein, der eine physiologische Bedeutung nicht mehr innewohnt.“

Ich habe nun im vorigen Sommer die Befruchtungsvorgänge im Seeigel-Ei von Neuem untersucht und zwar gemeinsam mit Herrn Dr. *R. Lautenbach*, der sich hauptsächlich um die Anfertigung der Schnitte verdient gemacht hat. Das Material, ver-

schiedene Serien von *Echinus microtuberculatus* verdanke ich meinem Freunde, Herrn Dr. *W. M. Wheeler* aus Chicago, der gelegentlich eines Aufenthalts an der zoologischen Station in Neapel die Freundlichkeit hatte, es für mich zu conservieren. Da *Fol* seine Untersuchungs-Methode nicht angegeben hat, blieb nichts übrig, als sonst bewährte Methoden anzuwenden, von denen sich die Härtung in Pikrin-Essigsäure als die beste erwies. Um die feineren Verhältnisse zu studieren, ist es unerlässlich, Schnitt-Serien anzufertigen, wie dies auch von *Fol* geschehen war. Da es bei der Unmöglichkeit, die Eier im Paraffin zu orientieren, notwendig ist, sehr viele zu schneiden, und wünschenswert, eine möglichst grosse Menge auf einmal unter das Messer zu bringen, wandte ich ein Verfahren an, das auch für andere ähnliche Zwecke brauchbar sein dürfte. Es wurde nämlich eine grosse Masse von Eiern in eine dünne Haut eingewickelt, wozu wir die abgeworfenen Epidermisfetzen von *Cryptobranchus japonicus*, von dem das hiesige Institut zwei lebende Exemplare besitzt, benutzten. In dieser Verpackung wurden die Eier allen weiteren Prozeduren unterworfen.

Die Schnitte wurden fast ausschliesslich nach der *Heidenhain*'schen Eisen-Haematoxylin-Methode gefärbt. Dieses wertvolle Verfahren ergab weitaus die klarsten Bilder, wenn es auch für das Seeigel-Ei — auch nach Sublimathärtung — durchaus nicht das leistet, was *Heidenhain* an Wirbeltierzellen damit erreicht hat oder wenigstens erreicht haben will, nämlich eine spezifische Centrosomenfärbung. Im Protoplasma des Seeigel-Eies sind zahlreiche kleine Körnchen anscheinend verschiedener Art zerstreut, die auch in den günstigsten Fällen eine ebenso intensive Tinction bewahren, wie die Centrosomen; ja in denjenigen Stadien, wo die Centrosomen als Polkörperchen der Spindel zu grossen Kugeln aufgequollen sind, besitzen sie überhaupt gar keine Fähigkeit, den Farbstoff an sich zu binden, höchstens enthalten sie in grösserer oder geringerer Menge kleine Körnchen und Fädchen, die intensiv schwarz bleiben.

Wenn *Heidenhain* seine Methode als ein Specificum zur Darstellung der Centrosomen ansieht, so muss hiebei freilich beachtet werden, dass er, wie aus seinem neuen grossen Werk (28) hervorgeht, unter Centrosoma etwas anderes versteht, als was ich mit diesem Terminus belegt habe und was auch von *Beneden* mit seiner Benennung „*corpuscule central*“ bezeichnen wollte.

Ich werde im allgemeinen Teil diese Differenz der Bezeichnungsweise klar stellen und auf die Consequenzen des *Heidenhain'schen* Verfahrens hinweisen. Diese Erörterungen werden verständlicher werden, wenn ich ihnen die Resultate meiner Untersuchungen über das Seeigel-Ei voranstelle.

Dieselben lassen sich sehr kurz dahin zusammenfassen, dass von einem Ei-Centrosoma (ovocentre *Fol's*) nicht das Geringste nachzuweisen war. Nur am Spermakern war das ja schon lange aus seiner Strahlung erschliessbare Centrosoma aufzufinden, welches durch Teilung die beiden Polkörperchen der ersten Furchungsspindel liefert. Der Prozess verläuft also in der Hauptsache so, wie ich ihn früher beschrieben habe.

Dieser gegenüber den neuen *Fol'schen* Angaben durchaus negative Befund könnte freilich gegen die detaillierte Darstellung eines so bewährten Beobachters nicht in's Gewicht fallen und würde auch mir selbst nicht zur Aeusserung eines Widerspruchs genügen, wenn es nicht zugleich möglich wäre, vieles an der *Fol'schen* Beschreibung als sicherlich irrtümlich nachzuweisen.

Ein erster Irrtum *Fol's*, der sogleich gegen die Zuverlässigkeit seiner weiteren Angaben Bedenken erregen muss, betrifft die Lage des Centrosoma an dem eingedrungenen Spermakopf. *Fol* gibt an, dass man an Schnitten durch Eier, die 5 Minuten nach der Besamung abgetötet worden sind, bei günstiger Orientierung am Rand des Schnittes den Körper des Spermatozoon antrifft, noch wesentlich in der Form des freien Spermakopfes, mit der Spitze annähernd dem Eicentrum zugekehrt. Dies ist richtig; ich habe solche Präparate in grosser Zahl zur Verfügung; häufig zeigt sich noch auf diesem Stadium der Empfängnishügel, der auch in *Fol's* Fig. 1 angedeutet zu sein scheint. Nun gibt aber *Fol* weiterhin an, dass er auf diesem Stadium der Spitze des färbbaren Kegels anhängend oder ein wenig nach Innen davon abgerückt ein kleines rundes Körperchen gefunden habe, von dem rings Strahlen ausgehen. Auch ist dieser Zustand in Fig. 1 deutlich abgebildet. Trotzdem muss ich mit Bestimmtheit behaupten, dass er nicht existiert. Das Centrosoma des Spermatozoon liegt nicht an der Spitze, sondern an der Basis des in Carmin färbbaren Kegels, wovon ich mich in einer grossen Zahl von Fällen überzeugen konnte. Wenn es mir auch nur an einigen besonders günstigen Präparaten gelang, bei Anwendung der

*Heidenhain'schen* Färbung, das Centrosoma selbst als ein winzig kleines intensiv schwarzes Körnchen in einigem Abstand von dem Chromatinkegel als Centrum der Strahlenfigur nachzuweisen, so fand ich doch auch sonst — was ja durchaus beweisend ist — die Strahlung ausnahmslos von der Basis des Kegels entspringen. Es war mir übrigens niemals möglich, auf dem oben erwähnten frühen Stadium, wo der Kopf eben erst eingedrungen ist und wie es der Fig. 1 von *Fol* entspricht, schon eine radiäre Protoplasmastruktur aufzufinden. Erst, wenn der Kopf sich zu drehen beginnt und seine Achse mit dem Eiradius etwa einen Winkel von  $45^{\circ}$  bildet, zeigen sich in meinen Präparaten die ersten Spuren der Strahlung, — wie gesagt stets an dem stumpfen Ende. *Fol's* Abbildung muss also wohl auf einer Verkennung zufälliger Strukturen beruhen und erklärt sich vielleicht zum Teil aus der von ihm bei dieser Gelegenheit citierten Angabe *Platner's* (43), wonach bei Schmetterlingen das Centrosoma der Spermatide an die Spitze des fertigen Spermakopfes zu liegen kommen soll. Freilich scheint nach den Ergebnissen *Henking's* (29, 30) auch diese Behauptung irrtümlich zu sein.

Nun hat allerdings in neuester Zeit *G. W. Field* (22) gerade für die Spermatozoën der Echinodermen wieder die Angabe gemacht, dass hier das Centrosoma die Spitze des Kopfes einnehme. Er beschreibt dasselbe für Echiniden als ein sehr kleines bei verschiedenen Arten zwischen  $0,3$ — $0,66 \mu$  schwankendes Körperchen, das er durch besondere Farbenreaktionen nachweisen konnte. Er gibt an, dass es ihm möglich gewesen sei, dieses Körperchen von der Teilungsfigur, aus der die Spermatide entsteht, bis zu jener definitiven Lage an der Spitze des Spermatozoon-Kopfes zu verfolgen und so als Centrosoma zu erweisen. Mir fehlen über die freien Spermatozoën der Seeigel und über ihre Genese eigene Erfahrungen und ich kann also lediglich den schroffen Gegensatz zwischen den Beobachtungen *Field's* und meinen Ergebnissen an dem in's Ei eingedrungenen Spermakopf constatieren. Doch möchte ich nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass das Centrosoma, wie es sich bei der Befruchtung aus der Region des „Mittelstücks“ ablöst, ein so unmessbar kleines Körnchen ist, dass es nur in besonders günstigen Fällen und auch hier nur durch seine spezifische Umgebung: den hellen Hof und die Strahlung als solches bestimmt werden kann. Fehlen, wie in der Spermatide, diese Kennzeichen,

so halte ich es für nahezu unmöglich, das Centrosoma nachzuweisen, und so möchte ich bis zum Erscheinen der ausführlichen Arbeit *Field's* die Vermutung nicht völlig abweisen, dass das von ihm als Centrosoma beschriebene Körperchen doch vielleicht etwas anderes sein könnte.

Wie oben schon erwähnt, beginnt sich der Spermakopf alsbald nach seinem Eindringen zu drehen, und dieser Prozess, der ganz constant ist, endigt stets damit, dass das ursprüngliche Hinterende des Kopfes und damit auch das Centrosoma mit seiner Strahlung nunmehr dem Eicentrum zugekehrt ist. Diese Drehung, von welcher *Fol* höchst auffallender Weise gar nichts gesehen hat, lässt sich am besten in jenen nicht seltenen Fällen constatieren, wo der Spermakern bis nach erfolgter voller Umdrehung seine charakteristische Kegelform beibehält. In anderen Fällen quillt er schon während der Drehung auf zu einem meist länglich ellipsoiden von einem kleinen Flüssigkeitshof umgebenen körnig aussehenden Körper, an dessen einem Längsende das Centrosoma liegt. In diesem Stadium ist dann die Entscheidung, ob das Centrosom dem früheren vorderen oder hinteren Kernende anliegt, nicht mehr möglich; ja es können sogar einige stärkere Strahlen, die gegen den Spermakern hinziehen und wahrscheinlich die Aufgabe haben, denselben bei der centropetalen Wanderung des Centrosoma nachzuschleppen, leicht den Eindruck hervorrufen, als handle es sich hier um die frühere Spitze des Kopfes.

Bilder, wie *Fol* eines in Fig. 2 gibt, habe ich niemals gesehen. Dieses Bild und auch alle folgenden erwecken die Vermutung, dass die Conservierung seiner Präparate eine ungenügende gewesen sein muss. Mag auch das der Natur sehr wenig entsprechende Aussehen seiner Abbildungen zum Teil schlechter Zeichnung und der Rücksichtnahme auf das mangelhafte Reproduktionsverfahren zuzurechnen sein, so lässt doch das vollkommene Fehlen der Spermastrahlung auf Stadien (Fig. 2 u. 3 von *Fol*), wo dieselbe an lebenden und gut conservierten Eiern auf's Deutlichste erkennbar ist, nur auf einen mangelhaften Erhaltungszustand schliessen.

Das nächste Bild *Fol's* (Fig. 4), einem Stadium von 25 Minuten nach der Besamung entsprechend, zeigt den Spermakern in der Nähe des Eikerns angekommen; dem Spermocentre oppo-

niert findet sich am Eikern das Ovocentre, Kerne und Centrosomen liegen in einem weiten hellen Raum, von dem aus Strahlen, die auf den Eimittelpunkt centriert sind, in das körnige Plasma ausstrahlen. Wenn ich von dem „Ovocentre“, das ja meiner Beobachtung entgangen sein könnte, einstweilen absehe, so muss ich auch hier wieder behaupten: ein solcher Zustand existiert nicht im Seeigel-Ei. Zwar sieht man wohl im Leben einen helleren Hof im Umkreis der Kerne, allein dieser rührt nur daher, dass die hier angehäufte Substanz von den stärker lichtbrechenden Dotterkörnern relativ frei ist. Am gut conservierten Ei fehlt ein solcher Hof; bis an die Kerne heran reicht das körnige, von den Radialstrahlen durchsetzte Protoplasma. Vollständig unrichtig ist es ferner, wenn *Fol* die Strahlen in allseitiger gleichmässiger Entwicklung gegen den Eikern gerichtet sein lässt. Strahlencentrum ist vielmehr nach wie vor ausschliesslich das Sperma-Centrosoma, hier laufen alle Strahlen zusammen, in dieser Sonne mehr oder weniger excentrisch liegt der Eikern.

Auch die Beschreibung, die *Fol* von der Vereinigung der beiden Kerne und von dem Verhalten des Spermocentre bei diesem Vorgang gibt, weicht durchaus von meinen Erfahrungen ab. *Fol* vergleicht den Spermakern einem Luftballon, der mit seiner Gondel — dem Centrosoma — voraus sich auf die Erde — den Eikern — niedersenkt. Dann soll der Kern zur Seite weichen und mit dem Eikern verschmelzen; das Sperma-Centrosoma liegt nun dem ersten Furchungskern an. Nach meinen Beobachtungen geht der Vereinigung der beiden Kerne die Teilung des Sperma-Centrosoma voraus. Schon wenn der Spermakern noch um seinen eigenen Durchmesser vom Eikern absteht, sieht man die Stelle, in welcher die Strahlen sich vereinigen, zu einer bisquitförmigen Figur gestreckt, deren Längsachse auf der Verbindungslinie der beiden Kerne senkrecht steht. Die Strahlen convergieren hauptsächlich nach den angeschwollenen Enden der Hantel, einzelne mehr verschwommene und unregelmässige aber treffen auch auf das Verbindungsstück. Es ist dies der Beginn jenes Stadiums der „Strahlenverwirrung“, wie ich es früher nach Beobachtungen an lebenden Eiern beschrieben habe. Nur in einzelnen Fällen konnte ich in jedem der beiden neuen Strahlenmittelpunkte ein kleines intensiv schwarzes Körperchen, wohl die

beiden Teilstücke des Sperma-Centrosoma wahrnehmen. Während nun die Verbindungsbrücke zwischen den beiden neuen Radiensystemen schwächer wird, rückt der Spermakern an den Eikern heran und tritt schliesslich, zwischen den beiden Centren hindurchwandernd, mit diesem in Verbindung<sup>1)</sup>.

Die beiden Strahlencentra schieben sich nun dem ersten Furchungskern entlang auseinander, bis sie an entgegengesetzte Seiten desselben zu liegen kommen. Schon an Eiern, die 30 Minuten nach der Besamung abgetötet sind, können sie hier angefangen sein. Distinkte Centrosomen darin nachzuweisen, war mir jedoch auf diesem Stadium nicht mehr möglich. Die gewöhnliche Stellung der Centren zum Furchungskern ist die, dass die der Kernmembran angeschmiegtten Spermachromosomen die Mitte zwischen beiden einnehmen. Dies erklärt sich leicht aus dem Vorausgehenden. Doch trifft man auch nicht selten andere Lagebeziehungen; es kann, um nur den extremsten Fall zu nennen, das eine Centrum dem Sperma-Anteil des Furchungskerns anliegen, das andere auf der entgegengesetzten Seite.

Die beiden Körperchen, welche *Fol* in Fig. 5 abbildet, und welche das Ovo- und Spermocentre, beide noch ungeteilt, darstellen sollen, könnten sonach, auch der Zeit nach, die Abkömmlinge des Sperma-Centrosoma sein. Nur wäre auch unter dieser Voraussetzung das Bild insofern wieder unrichtig, als es eine gleichmässige Strahlenzone im Umkreis des Furchungskernes aufweist, während die Strahlen thatsächlich auf die beiden Kernpole centriert sind und bis an dieselben heranreichen.

Mit dem oben genannten Stadium sind meiner Meinung nach die definitiven Pole der ersten Furchungsspindel hergestellt, es folgt nun jene 30–35 Minuten währende Periode, in der die Strahlung zunächst an Intensität sehr stark abnimmt, bis sie schliesslich, wenn der Kern mit seiner Vorbereitung zur Teilung fertig geworden ist, von neuem wieder mächtig wird, worauf in bekannter Weise die karyokinetische Figur entsteht.

<sup>1)</sup> Ich mache darauf aufmerksam, dass die Bilder, unter denen sich dieser Prozess vollzieht, sich schon bei *O.* und *R. Hertwig* (34) auf Tafel VI in Fig. 13a, b dargestellt finden. Auch Fig. 12 gehört hierher; nur ist hier das Centrosoma vom Spermakern vorzeitig abgerückt, hat sich dem Eikern angeschmiegt und hier geteilt: ein etwas abnormer Fall, der an die von mir beschriebene „partielle Befruchtung“ (9) erinnert.

In diese Zeit relativer Ruhe fällt nach *Fol* der wichtige Prozess der Centren-Quadrille. Ei- und Sperma-Centrosoma teilen sich und gruppieren sich um zu zwei neuen Centren, die nun erst die Pole der Furchungsspindel darstellen.

Diesen Vorgang illustriert *Fol* durch 3 Bilder: Fig. 6, 7 und 8, die ich nun mit meinen gleichalterigen zusammenstellen und auf ihren Wert prüfen will. Das wichtigste und beweisendste Bild *Fol*'s ist meiner Meinung nach das der Fig. 6, das die beiden Centrosomen gerade in Teilung auf dem Hantelstadium zeigt. Dieses Bild findet sich nach *Fol* noch etwa 40–45 Minuten nach der Besamung. Ich habe gegen dasselbe zwei Einwände zu erheben; einmal den gleichen, den ich schon gegen die vorhergehenden Bilder namhaft gemacht habe, dass nämlich eine allseitige auf den Eimittelpunkt centrierte Strahlung, wie sie *Fol* zeichnet, nicht existiert. Man kann wohl Schnitte bekommen, wo alle Strahlen auf die Mitte des ersten Furchungskernes gerichtet zu sein scheinen. Dies tritt ein, wenn die Centren bereits an opponierten Kernpolen liegen und der Schnitt den Kern nach dem zugehörigen Aequator durchschnitten hat. Dann projicieren sich die von den Polen gegen den Aequator ausstrahlenden Fädchen so, dass sie das Kerncentrum zum Mittelpunkt zu haben scheinen. Aber es ist klar, dass ein solcher Schnitt keine Centrosomen enthalten kann, und die *Fol*'schen hantelförmigen Körperchen könnten also nur zufällige bedeutungslose Strukturen sein. Sieht man aber auch davon ab, so ist das Bild trotzdem mit meinen Resultaten durchaus nicht in Uebereinstimmung zu bringen. Denn, wie oben berichtet, teilt sich das Sperma-Centrosoma schon 20–25 Minuten nach der Besamung, vor der Entstehung des ersten Furchungskerns; 30–35 Minuten nach der Besamung findet man seine Abkömmlinge bereits an entgegengesetzten Seiten des Furchungskerns. Das Ding also, was *Fol* auf einem Stadium von 40–45 Minuten als sich teilendes Sperma-Centrosoma abbildet, kann unmöglich ein solches sein, und damit verlieren natürlich auch die Angaben über das „Ovocentre“ jeglichen Anspruch, als sicher gestellte Thatsachen betrachtet zu werden.

Ich könnte daraufhin wohl den Wert der folgenden Figuren *Fol*'s ununtersucht lassen. Doch möchte ich darauf aufmerksam machen, dass Fig. 7, welches die Quadrille gerade in einem

mittleren Stadium darstellen soll, vielleicht von einem disperm befruchteten Ei stammen könnte, in welchem Fall ja bekanntlich 4 zu den Ecken eines Quadrats oder Tetraeders um den Kern gruppierte Centrosomen auftreten. Ich setze diese Vermutung hieher, weil sich *Fol*, seiner eigenen Angabe nach, gegen Täuschungen, die durch Eindringen mehrerer Spermatozoën entstehen können, gar nicht zu schützen wusste, obgleich es meiner Meinung nach sehr leicht ist, solche Täuschungen auszuschliessen. Man braucht nur dafür Sorge zu tragen, dass man alle Schnitte, in die ein Ei zerlegt worden ist, neben einander hat, um an der Zahl der Spermakerne, die ja auf dem in Rede stehenden Stadium auch in dem einheitlichen Furchungskern noch nachweisbar sind, feststellen zu können, ob eine normale Befruchtung stattgefunden hat oder nicht. *Fol* dagegen gibt ausdrücklich an, dass er an seinen Schnitten durchaus nicht sagen könne, ob er einen normalen oder abnormen Fall vor sich hat und dass bei der Entscheidung hierüber die relative Häufigkeit der Bilder in einem Präparat sein einziger Führer sei.

Ehe ich nun auf die letzten Abbildungen *Fol's* eingehe, möchte ich zuvor meine eigenen Erfahrungen über diese letzte, der Spindelbildung vorangehende Entwicklungsperiode mitteilen. Ich habe oben erwähnt, dass ich die Abkömmlinge des Spermacentrosoma von dem Stadium an, wo sie auseinandergerückt waren, nicht mehr nachweisen konnte. Ich vermochte die Centren nur noch durch die Richtung der Radien zu bestimmen, die jederseits in eine ziemlich dichte, daher stark färbbare granulirte Masse zusammenlaufen. Die Centrosomen selbst müssen, nach der Richtung der Strahlen zu urteilen, der Kernmembran sehr nahe anliegen. Hiedurch sowohl, wie auch durch reichlich vorhandene intensiv schwarz gefärbte Körnchen wird es — wenigstens an meinen Präparaten — unmöglich, sie zu bestimmen, wenn man wohl auch manchmal geneigt wäre, ein günstig gelegenes Korn dafür anzusprechen. Wenn nun, ungefähr eine Stunde nach der Besamung, die Strahlung wieder mächtig zu werden anfängt, ist das Bild ein ganz anderes als vorher. Die beiden Strahlensonnen, die, wie *Fol* schon richtig bemerkt hat, nun ein ganz anderes, viel regelmässigeres Gepräge aufweisen, als die früheren Radiensysteme, lassen in ihrem Centrum grosse kugelige Centrosomen erkennen, relativ grösser noch als diejenigen, welche in meinen Zeichnungen Fig. 40—42 des *Ascaris*-Eies zu

sehen sind, und ungefähr den Raum einnehmend, den *Fol* in Fig. 10 als leeren Fleck zeichnet. Nur sind dieselben vollkommen kugelig. Gegen die umgebende Zone, aus welcher die Strahlen entspringen, sind die Centrosomen nur schwach abgegrenzt und auch in ihrem Gefüge und ihrer Färbbarkeit nur wenig unterschieden. Sehr deutlich treten sie nur dann hervor, wenn sie, wie es an sehr vielen meiner Eisen-Haematoxylin-Präparate, besonders von der fertigen Spindel, der Fall ist, dicht von schwarzen Körnchen und Fädchen durchsetzt sind, die sich in ihrer Anordnung am ehesten mit einem Kerngerüst vergleichen lassen. Die gewaltige Grössenzunahme der Centrosomen, die sich aus dem Gesagten ergibt, stimmt auffallend mit meinen früheren Beobachtungen an *Ascaris megalcephala* überein. Man vergleiche z. B. Fig. 34 mit Fig. 41 auf Tafel II in Heft 2 der „Zellenstudien“.

Ich kann demnach die beiden winzigen Körperchen, die *Fol* in Fig. 10 als Centrosomen der ersten Furchungsspindel abbildet, nicht als solche gelten lassen, sondern nur als Centrosomen-Einschlüsse, denen ich übrigens auch nicht den Wert von constanten Bildungen zuschreiben kann. Mir wenigstens sind Bilder, wo das grosse blasse Centrosoma ein einziges centrales Korn enthält, nicht begegnet. Die oben erwähnten intensiv färbaren körnig-fädigen Einschlüsse mögen wohl einmal so schwach entwickelt sein, dass nur einige wenige oder vielleicht gar nur ein einziges existiert, aber in ihrer ganz variablen Lage und Zahl und besonders im Vergleich mit jenen Bildern, wo sie ganz fehlen oder umgekehrt das ganze Centrosom durchsetzen, kann ich sie nur als nebensächliche Strukturen anerkennen.

Das Gleiche gilt für *Fol's* Fig. 9, in welcher die noch unverschmolzenen männlichen und weiblichen Halb-Centren eines jeden Poles dargestellt sein sollen. Ich will natürlich nicht in Abrede stellen, dass einmal Schnitte vorkommen können, auf denen man in dem grossen kugeligen Centrosoma, das übrigens nie die Abplattung des von *Fol* gezeichneten hellen Fleckes besitzt<sup>1)</sup>, zwei solche Körperchen vorfindet; allein constante Bildungen sind sie jedenfalls nicht.

1) Eine solche Abplattung tritt erst während der Metakinese ein, und es wäre nach der ziemlich deutlich zweireihigen Anordnung der sehr schlecht gezeichneten Chromosomen in *Fol's* Fig. 9 gar nicht unmöglich, dass dieses angeblich der fertigen Spindel vorausgehende Stadium der Metakinese angehört.

Ich möchte schliesslich noch erwähnen, dass ich einige Präparate besitze, an denen ich einem Beschauer, der genügend guten Willen mitbringt, die Centren-Quadrille demonstrieren könnte, und zwar speziell ein Stadium zwischen den *Fol*'schen Fig. 7 und 8, jedoch mehr der letzteren Figur entsprechend.



Ein solches Präparat ist in nebenstehender Figur wiedergegeben. Man sieht einen Durchschnitt durch den ersten Furchungskern und in diesem noch die dicht zusammengedrängten Sperma-Chromosomen. An gegenüberliegenden Seiten des Kerns finden sich die späteren Spindelpole in Gestalt schwer abzugrenzender blasser Kugeln von bereits schön ausgebildeter Strahlensonne umgeben. Da, wo die Strahlen entspringen, zeigt jedes System ziemlich symmetrisch in entsprechenden Abständen von der Kernmembran intensiv schwarze Körnchen, bezw. Körnchengruppen, die nach

Lage, Grösse und auch in ihrer Form wohl den *Fol*'schen Halb-Centren entsprechen könnten, wenigstens an dem oberen Pol. An der rechten Seite dieses Poles sieht man 2 Körnchen, die durch ein dünnes gebogenes Verbindungsstück zu einer Art Hantel vereinigt sind. Auch *Fol* beschreibt seine Halb-Centren als gekrümmte Stäbchen, die hantelförmig abgeteilt sein können. Auf der linken Seite des oberen Poles ist das Bild ähnlich; man erkennt ein gekrümmtes Stäbchen, das nicht genau in der Ebene des Schnittes liegt, und mit diesem ist durch ein sehr feines schwarzes Fädchen ein ganz kleines Körnchen verbunden. Ich habe nun gerade dieses Präparat ausgewählt, weil es mit der anscheinenden Regelmässigkeit an dem eben betrachteten Pol eine ganz regellose Anordnung der Körnchen an dem anderen verbindet. Hier fällt vor allem rechts ein langes stabförmiges Stück auf, links liegen drei grössere wohl kugelige Körnchen, neben diesen noch ein kleineres, und solche nicht genauer in ihrer Form zu bestimmende sind auch der Kernmembran angeschmiegt.

Dass dies nun nur nebensächliche Dinge und jedenfalls keine Centrosomen sind, dürfte erstens schon aus dieser ge-

naueren Analyse hervorgehen. Dazu kommt noch, dass es sich durchaus nicht etwa um jederzeit zwei symmetrisch gelagerte Gruppen von Körnchen handelt, wie es auf einem dünnen Schnitt aussehen kann, vielmehr ist der Pol in dem bezeichneten Bereich von einem ganzen Kranz solcher Bildungen in der variabelsten Weise umstellt. Endlich aber sind diese Körnchen ja gar keine „Centren“, sie bilden gar nicht das Centrum der Strahlung, sondern dieses wird von einem grossen blassen kugeligen Körper gebildet, der eben das Centrosoma sein muss.

Ich glaube auf Grund dieser Ergebnisse zu dem Schluss berechtigt zu sein, dass die *Fol*'sche „Quadrille“ ein Irrtum war, der auf ungenügende Conservierung der Präparate und auf unrichtige Schätzung zufälliger Strukturen zurückzuführen sein dürfte. Man wird diesem Urteil vielleicht die Bestimmtheit der *Fol*'schen Beschreibung und vor allem die Klarheit seiner Zeichnungen entgegenhalten. Dazu möchte ich bemerken, dass mir an *Fol*'s Darstellung nunmehr Einiges auffällt, wonach mir die Sicherheit, mit der seine Resultate, wenn man sie zum ersten Male liest, gewonnen zu sein scheinen, doch nicht mehr so gross vorkommt. Wenn die *Fol*'schen Centrosomen regelmässige Bildungen wären, die in bestimmter Zahl vorhanden in jedem Stadium die ihnen zugeschriebene gesetzmässige Lage besässen und so schön isoliert in einer hellen Zone lägen, dann müssten sie sich mit unseren Schneide- und Färbemitteln an jedem Präparat und bei jeder Schnittrichtung nachweisen lassen. Das ist jedoch, wie *Fol* hervorhebt, nicht der Fall; es waren vielmehr besonders ausgewählte Präparate, auf die er seine Beschreibung gründete, und ich glaube nun eben, es waren solche, wo zufällige Körnchen gerade die theoretisch postulierte Lage aufwiesen. Sodann findet *Fol* manchmal anstatt der 4 Halb-Centren 8, die selbst schon wieder hantelförmig gegliedert sein können. *Fol* meint, dass solche Fälle auf Polyspermie zurückzuführen seien, und es ist klar: nach seiner Darstellung der normalen Prozesse müssten in einem Fall mit 8 Halb-Centren 3 Spermatozoën in Aktion getreten sein; 6 Halb-Centren würden von den Spermaköpfen, die beiden übrigen aus dem Ei stammen. Nun ist ja auf einem Stadium, wie es hier in Betracht kommt, nichts leichter als einem Ei noch anzusehen, wie viele Spermakerne vorhanden, bezw. mit dem Eikern verschmolzen sind, und nichts könnte einem Forscher erwünschter sein, als solche Fälle zu

besitzen, die das schönste Zeugnis für die Richtigkeit des beim normalen Verlauf Gesehenen liefern müssten. *Fol* dagegen hat, wie er angibt, derartige Abnormitäten absichtlich bei Seite geschoben. Er berichtet schliesslich noch, dass er einmal in einem Pol einer in Entstehung begriffenen normalen zweipoligen Furchungsspindel statt zweier vier Centrosomen gefunden habe und dass er diesen Fall auf einen jener erwähnten mit 8 Halbcentren glaube zurückführen zu müssen. Da er nun aber die 8 Halbcentren durch Polyspermie erklärt und da in allen Fällen von Polyspermie Teilungsfiguren mit mindestens vier Polen entstehen, so liegt hier ein Widerspruch, der bei einem Forscher wie *Fol* kaum zu begreifen ist. Und die vier Centren im Pol eines Amphiasters bleiben also als gänzlich unerklärt bestehen, — oder sie zeigen eben schon, wie ich glaube, dass diese angeblichen Centrosomen ganz variable und gleichgültige Dinge sind.

---

Wende ich mich nun von dieser speziellen Beurteilung der *Fol*'schen Abhandlung zu einer allgemeinen Betrachtung des Problems und der über dasselbe beigebrachten Thatsachen, so ist vor allem hervorzuheben, dass, ausser *Fol* für das Seeigel-Ei, noch zwei andere Autoren eine Centren-Quadrille beschrieben haben, *Guignard* (27) für Pflanzen, *Conklin* (19) für *Crepidula*, eine Schnecke aus der Ordnung der Prosobranchia. So stehen wir also vor dem sonderbaren Sachverhalt, dass zweimal für ganz verschiedene Organismen ein Vorgang beschrieben ist, der für das Objekt, an welchem er angeblich entdeckt wurde, nicht gelten soll. Unmöglich ist dies ja keineswegs, und neue Untersuchungen werden hierüber Licht bringen. Doch dürfte schon jetzt eine etwas eingehendere Erörterung der ganzen Frage nicht ohne Nutzen sein.

Zunächst betone ich, dass, wenn ich auch nicht im Stande war, im reifen Seeigel-Ei von einem Ei-Centrosoma etwas nachzuweisen, ich damit durchaus nicht das Fehlen eines solchen behaupten will. Im Gegenteil: die experimentellen Untersuchungen von *O.* und *R. Hertwig* (34), besonders aber die Versuche von *R. Hertwig* (35) über Einwirkung von Strychnin auf unbe-

fruchtete Eier, wodurch dieser Forscher einen mehr oder minder vollkommenen Teilungsvorgang auslösen konnte, scheinen mir den Beweis zu liefern, dass das Centrosoma, welches dem Ei von der zweiten Richtungsspindel her zukommt, für's Erste bestehen bleibt und, wenn auch nur unter abnormen Bedingungen zu einer gewissen Thätigkeit gebracht werden kann. Freilich machen die Versuche *R. Hertwig's* den Eindruck, als handle es sich dabei nur um die letzte Kraftanstrengung eines dem Untergang verfallenen Organs. In dieser Hinsicht sind besonders die Variationen, die die *Hertwig'schen* Versuche ergaben, von Interesse; in gewissen Fällen kam es zu einer Zweiteilung des Eies, in anderen nur zu einer Kernteilung, in wieder anderen nicht einmal zu dieser. Diese allmählichen Abstufungen, die auf eine verschieden starke Kraft des Centrosoma deuten, möchte ich so erklären, dass dieses Organ des Eies in einer allmählichen Degeneration begriffen ist, die vermutlich umso weiter vorgeschritten ist, eine je längere Zeit schon seit der Richtungskörperbildung verflossen ist. Es wäre von Wichtigkeit, die *Hertwig'schen* Versuche mit Rücksicht auf diesen Punkt zu wiederholen, indem man die Eier verschiedene Zeit über im Wasser liegen lässt und dann erst der Strychninwirkung aussetzt.

Immerhin muss auf grund dieser Thatsachen und besonders nach den Angaben, die *Guignard* und *Conklin* für andere Objekte gemacht haben, die Möglichkeit offen gehalten werden, dass auch im Seeigel-Ei dieses Ei-Centrosoma in einer mit meinen Hilfsmitteln nicht erkennbaren Weise an dem Aufbau der Polkörperchen der ersten Furchungsspindel Anteil nimmt, und wenn ich für meine Person eine solche Beteiligung für höchst unwahrscheinlich, ja ich möchte geradezu sagen, für ausgeschlossen halte, so bestimmt mich dazu neben dem negativen Ergebnis meiner Untersuchungen noch eine Anzahl anderer Gründe, die ich im Folgenden zusammenstellen will.

Nach den 3 Autoren, welche Ei- und Sperma-Centrosoma als gleichwertig sich an dem Aufbau der karyokinetischen Figur beteiligen lassen (*Fol*, *Guignard* und *Conklin*) geschieht dies in der Form der sog. Quadrille. Es ist meines Wissens noch nirgends darauf aufmerksam gemacht worden, was dieser Vorgang für complicierte Kräftewirkungen voraussetzt und wie sinnlos diese Complication eigentlich ist. Der Effekt ist ein äusserst einfacher: die Polkörperchen der ersten Spindel sind

aus männlicher und weiblicher Centrosomensubstanz combinirt. Was möchte, um diesen Zustand zu erreichen, naturgemässer scheinen, als dass das Ei- und Sperma-Centrosoma sich direkt vereinigen und dass dann dieses Verschmelzungsprodukt sich teilt? Eine einfache anziehende Wirkung irgend welcher Art oder eine Kraft, welche die beiden Centrosomen auf den gleichen Punkt der Zelle zusammentreibt, und im Uebrigen die bei jeder Zellteilung wirksamen Kräfte würden genügen, um dies zu erreichen. Statt dessen sollen sich, wenigstens nach *Fol* und *Conklin*, die beiden Centrosomen zunächst an entgegengesetzter Seite des Kerns oder der Kerne einstellen. Nach *Fol*'s Darstellung könnte man glauben, diese gesetzmässige Anfangsstellung werde durch gewisse „organische Achsen“ des Eies und die Orientierung des Spermakopfes zu diesen bedingt. Das ist jedoch keineswegs der Fall. Ich habe darauf schon früher (13) in Kürze aufmerksam gemacht; jetzt steht mir ein Präparat zur Verfügung, welches in dieser Frage von besonderer Wichtigkeit ist. Es handelt sich um ein Seeigel-Ei, das schon während der Richtungskörperbildung befruchtet worden war. Die Orientierung des Eies beim Schneiden war eine so glückliche, dass der Schnitt, welcher das Ei nach dem grössten Kreis getroffen hat, den ersten Richtungskörper enthält, sodann die zweite Richtungsspindel der Länge nach getroffen, nahezu radial gestellt, und in dem gleichen Durchmesser auf der entgegengesetzten Seite den fast völlig gedrehten Spermakern noch kegelförmig, also mit der Basis nach Innen gerichtet und davor das Sperma-Centrosoma von deutlicher Strahlensonne umgeben. Hier müssten also im weiteren Verlauf Ei- und Sperma-Centrosoma gerade auf einander stossen und wenn sie sich daraufhin doch noch an entgegengesetzten Seiten des Kerns aufstellen sollen, so müssten besondere Kräfte da sein, die dies bewirken. Auch bei *Crepidula* treffen nach *Conklin* die beiden Strahlensysteme zuerst auf einander, um sich dann wieder von einander zu entfernen.

Viel compliciertere Mechanismen erfordert nun der weitere Verlauf. Ei- und Sperma-Centrosoma sollen sich teilen und je ein männliches und ein weibliches Halbcentrum mit einander verschmelzen. Dieser Vorgang spielt sich nach *Fol* und *Conklin* in einer Ebene ab; in dieser Ebene teilen sich die Centrosomen, in dieser Ebene wandern sie und treffen sie sich. Was müssten

in dem allseitig gleichwertig strukturierten Seeigel-Ei für Kräfte bestehen, um dieses Spiel, dieses Fliehen und Treffen in einer Ebene zu bewirken?

Man hat, wie mir scheint, die Centren-Quadrille *Fol's* besonders deshalb so freudig begrüsst, weil sie das Verhalten der Centrosomen in fast völlige Parallele setzt mit dem der Chromosomen. Wie hier männliche und weibliche Elemente selbständig bleiben, sich teilen und in ihren Hälften auf zwei Pole verteilt werden, so sollte es nach *Fol* nun auch für die Centrosomen von Ei- und Samenzelle sein. Allein es besteht hier der wichtige Unterschied, dass wir für die Chromosomen genau die Mittel kennen, durch die ihre Hälften jene gesetzmässige Verteilung erleiden, wogegen es für die Centrosomen vorläufig gänzlich unerklärt bliebe, wie sie, die späteren Centren des die Chromosomen bewegenden Apparates, zuerst selbst zu einer ganz gleichen Bewegung gebracht werden sollen.

Viel energischer aber als diese allgemeinen Erwägungen spricht gegen eine Aktivität des Ei-Centrosoma, wenigstens im Seeigel-Ei, eine andere Art der Betrachtung. Ich bemerke, dass ich mich hiebei, wie bisher, immer noch auf den Standpunkt stelle, dass zwar die *Fol'schen* Angaben durch meine oben mitgeteilten Untersuchungen widerlegt sind, dass aber eine Beteiligung des Ei-Centrosoma an der Constituierung der Polkörperchen in irgend einer anderen Weise doch noch nicht ausgeschlossen werden darf. Zunächst ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass vielleicht Ei- und Sperma-Centrosoma direkt verschmelzen könnten. Die oben mitgeteilten Thatsachen nötigen jedoch, diesen Gedanken sofort wieder aufzugeben. Abgesehen davon, dass das Sperma-Centrosoma von jeder Seite herkommen kann und also im Allgemeinen nicht auf die Stelle treffen wird, wo das Ei-Centrosoma dem Eikern anliegt, teilt es sich ja schon, wenn es vom Eikern noch ziemlich weit absteht, und also jedenfalls früher als es mit dem Ei-Centrosoma verschmolzen sein könnte. Es bleibt hier also doch nur noch übrig, dass sich das Ei-Centrosoma selbständig teilt und dass dann in ähnlicher Weise, wie *Fol* es sich dachte, erst die Abkömmlinge von beiden sich paarweise vereinigen. Hier frage ich aber: warum sollte man denn davon nichts sehen? Wenn die Teilung des Sperma-Centrosoma und die Wanderung seiner Teilstücke mit

grösserer oder geringerer Deutlichkeit an jedem Präparat zu sehen oder wenigstens aus der Stellung der Radiensysteme zu erschliessen ist, warum sieht man nichts von dem Ei-Centrosoma oder von seinen Wirkungen, wenn dieses sich ganz gleichartig verhalten soll? Wo zwei durch Teilung entstandene Centrosomen auseinanderrücken, da scheint dies fast überall unter Entwicklung auf dieselben centrierter Radiensysteme oder wenigstens eines spezifischen Substanzhofes zu geschehen, den ich Archoplasma genannt habe. Bei der Teilung des Sperma-Centrosoma im Ei verhält es sich ja gleichfalls so. Warum sollten diese Erscheinungen am Ei-Centrosoma fehlen? Zum mindesten also kann von einer Gleichwertigkeit des Ei- mit dem Sperma-Centrosoma nicht im Entferntesten die Rede sein.

Die Richtigkeit dieses letzteren Satzes erhellt aber am allerbesten aus den Erscheinungen der Polyspermie, die mir, wie ich schon öfter betont habe, für diese Frage den Wert höchst wertvoller Experimente zu besitzen scheinen. Fol hat die Teilstücke des Sperma-Centrosoma wie die des Ei-Centrosoma als „Halb-Centren“ bezeichnet, weil jedes einer Ergänzung bedürftig sei, um zu einem Spindelpolkkörperchen zu werden. Die Polyspermie zeigt nun aber für die Abkömmlinge der Sperma-Centrosomen, dass sie durchaus keiner Ergänzung bedürfen, um Spindelpole darzustellen. Jede Hälfte eines jeden Sperma-Centrosoma wird unter allen Umständen zu einem Polkörperchen, es mögen so viele Spermatozoën eingedrungen sein, als wollen. Obgleich in allen Fällen von Polyspermie nur zwei Pole durch die hypothetischen Teilstücke des Ei-Centrosoma „ergänzt“ sein könnten, verhalten sich keineswegs zwei der vorhandenen Pole verschieden von den anderen, etwa „stärker“ in irgend einer Hinsicht, sondern eines genau wie das andere. Obgleich die einzelnen angeblichen Sperma-Halb-Centren Gelegenheit hätten, sich unter einander dadurch, dass sie paarweise verschmelzen, zu ergänzen, bleibt doch ein jedes selbständig und bildet für sich seinen Pol.

Endlich habe ich schon früher (10) dadurch, dass ich isolierte Eibruchsstücke, denen mit dem Kern auch das Centrosoma gefehlt haben muss, bei monospermer Befruchtung zu normalen Larven aufzuchten konnte, den Beweis geliefert, dass das Ei-

Centrosoma zu einer normalen Entwicklung jedenfalls nicht notwendig ist.<sup>1)</sup>

Fasse ich alles dies zusammen, so sehe ich mich genötigt, auf meinem alten Standpunkt vom Jahre 1887 zu verharren: das Centrosoma des Seeigel-Eies ist ein dem Untergang bestimmtes Organ, welches bei der Entwicklung gar keine Rolle spielt.

---

Es erübrigt nun noch, die Erfahrungen an anderen Eiern — abgesehen von den Resultaten *Guignard's* und *Conklin's* — in Kürze zu überblicken. Als ich im Jahre 1887 den Satz: die Polkörperchen der ersten Furchungsspindel stammen vom Spermatozoon ab, als Gesetz von allgemeiner Gültigkeit glaubte aufstellen zu dürfen, waren mir hierfür neben den Verhältnissen des Seeigel-Eies vor allem die Beobachtungen massgebend, die ich bei der Befruchtung des Eies von *Ascaris megalcephala* gemacht hatte. Auch für dieses Ei konnte ich es zum mindesten höchst wahrscheinlich machen, dass der obige Satz zu Recht besteht, und zwar konnte dies in diesem Fall auch daraus geschlossen werden, dass das reife Ei bei seiner Entstehung (Bildung des zweiten Richtungkörpers) gar kein Centrosoma erhält. Ich habe seither über dieses Objekt keine neuen Erfahrungen gesammelt; nur ein abnormes Ei ist mir inzwischen zu Gesicht gekommen, welches die alte Auffassung vollkommen bestätigt. Das fragliche Ei von der Varietät *univalens* war auf dem Stadium abgetötet worden, wo die für die erste Furchungsspindel vorbereiteten Chromosomen frei im Protoplasma liegen; es fiel mir dadurch auf, dass es anstatt zweier vier Schleifen enthält. Diese Ueberzahl konnte auf Polyspermie oder auf Unregelmässigkeiten bei der Richtungkörperbildung beruhen. Ich suchte also zunächst nach

---

<sup>1)</sup> Es ist neuerdings die Meinung ausgesprochen worden, als hätte ich die normale Entwicklung kernloser mit Sperma der gleichen Art befruchteter Eibruchstücke nur erschlossen. Genaue Lektüre meines Aufsatzes wird erkennen lassen, dass es sich hier um eine mit vollster Sicherheit constatierte Thatsache handelt. Ich werde übrigens demnächst mit spezieller Rücksicht auf *Seeliger's* soeben erschienenen Aufsatz, eine genaue Darstellung meiner Befunde veröffentlichen.

den Richtungskörpern. Es zeigte sich aber, dass gar keine gebildet worden sind, es müssen also sämtliche sonst in den Richtungskörpern enthaltenen Chromosomen im Ei vorzufinden sein, d. h. ausser dem normalen Ei- und Sperma-Chromosoma noch drei, in Summa also fünf. Nun sind es aber nur vier, was nicht anders erklärt werden kann, als dass in dieses Ei gar kein Spermatozoon eingedrungen war. Höchst wahrscheinlich stehen diese beiden Erscheinungen: Mangel des Spermatozoon und Zurückhaltung der Richtungskörper im Ei in ursächlichem Zusammenhang; wissen wir doch für parthenogenetische Eier, dass hier nur ein Richtungskörper gebildet wird. Das für unsere Frage Interessante aber ist an diesem Ei: es enthält keine Centrosomen. Alle normalen Eier des gleichen Stadiums besitzen ihre beiden Archoplasmakugeln mit deutlichen Centrosomen, in dem fraglichen Ei ist keine Spur von diesen Dingen zu erkennen und dieser Mangel kann nur aus dem Fehlen des Spermatozoon erklärt werden.

Von den übrigen Arbeiten, welche sich auf diese Frage beziehen, möchte ich nur diejenigen kurz erwähnen, welche nach der Mitteilung *Fol's* und unter Berücksichtigung derselben erschienen sind. Alle diese Arbeiten, mit Ausnahme derer von *Guignard* und *Conklin*, sprechen mit grösserer oder geringerer Sicherheit dafür, dass die Polkörperchen der ersten Furchungsspindel ausschliesslich vom Spermatozoon stammen. Vor allem sind hier die ausgezeichneten Erfahrungen *Vejdovsky's* an Anneliden-Eiern zu nennen, die zwar schon früher publiciert, aber von ihrem Autor ausdrücklich den *Fol'schen* Angaben gegenüber aufrecht erhalten worden sind (46). — Sodann sind die Untersuchungen von *Boehm* über die Befruchtung des Forellen-Eies (5) anzuführen. Zwar scheint in einer neueren Arbeit über das gleiche Objekt *Blanc* (4) eine Gleichwertigkeit von Ei- und Sperma-Centrosoma im *Fol'schen* Sinne anzunehmen; doch kann ich an seinen Abbildungen durchaus keinen Beweis hierfür erkennen und glaube nicht, dass dieselben gegenüber den äusserst klaren Bildern *Boehm's* in's Gewicht fallen können. — *Henking*, der sich auf Grund seiner Erfahrungen an Insekten-Eiern früher schon dem von mir vertretenen Standpunkt angeschlossen hatte, nimmt denselben auch wieder in seiner letzten grossen Abhandlung ein (31). — Von besonderem Interesse sind ferner die Resultate von *A. Brauer* über Branchipus (15), indem

hier die späteren Pole der ersten Furchungsspindel ganz ähnlich wie bei den Objekten *Vejdovsky's* bereits an dem vom Eikern noch weit entfernten Spermakern fertig ausgebildet erscheinen. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass einer meiner Schüler, Herr *O. Meyer*, ein gleiches Verhalten kürzlich auch für *Strongylus tetracanthus* mit vollster Sicherheit nachweisen konnte. — Ableitung der beiden Spindelpolkörperchen aus dem Sperma-Centrosoma vertritt ferner *Ch. Julin* für Ascidien-Eier (40), bei denen ich früher schon ein Gleiches glaubte nachweisen zu können (12) und *R. Fick* für das Axolotl-Ei (21).

Endlich erhalten alle diese Angaben eine gewisse Ergänzung durch die Mitteilung von *Balbani* (1), dass im unreifen Ei der Araneiden das Ei-Centrosoma dadurch seine Funktion als Teilungsorgan verliert, dass es sich in den sog. „Dotterkern“ umwandelt. Auch *Flemming* (25) und *Mertens* (42)<sup>1)</sup> haben sich schon vorher für andere Eier in ähnlichem Sinn geäußert. Doch sind, wie mir scheint, diese Angaben einstweilen mit Vorsicht aufzunehmen, denn der Beweis, dass das Gebilde, welches zum Dotterkern wird, wirklich ein Centrosoma nebst „Sphaere“ ist, scheint mir nicht streng erbracht zu sein.

---

<sup>1)</sup> Ich citire hier nach *Balbani*, da mir die Abhandlung nicht zugänglich war.

## II. Allgemeiner Teil.

---

An die vorstehende Mitteilung füge ich noch einige allgemeinere Erörterungen an, zu denen mir in erster Linie die kürzlich erschienene Abhandlung von *M. Heidenhain*: „Neue Untersuchungen über die Centrankörper“ Veranlassung gibt. Ein äusserst sorgfältiger von reichlicher Gedankenarbeit zeugender Stil und das hoch zu rühmende Streben nach präzisem Ausdruck und scharfer Begriffsformulierung zeichnen dieses umfangreiche Werk vor allem aus; der Autor hat in demselben die Kenntnis gewisser Zellstrukturen durch bewundernswerte Sorgfalt mikroskopischer Feinarbeit sowie durch Ausbildung eines höchst wertvollen technischen Verfahrens in erfreulichster Weise gefördert; dazu gibt er eine Fülle theoretischer Betrachtungen über die interessantesten cellulären Probleme. Alles dies macht die Abhandlung zu einer aussergewöhnlichen Erscheinung der cytologischen Literatur und sichert ihr weitgehende Beachtung. Umsomehr aber, und gerade, weil ich selbst so viel Vortreffliches darin finde, halte ich es für geboten, die Einwendungen, die ich gegen viele Ausführungen *Heidenhain's* zu erheben habe, und die mannichfache Verschiedenheit in der Auffassung prinzipieller Fragen zur Sprache zu bringen. Auch sehe ich mich genötigt, seinen kritischen Bemerkungen über meine Arbeiten in einzelnen Punkten entgegenzutreten.

### 1. Ueber Natur und Herkunft der Centrosomen.

Ich beginne mit einer jüngst mehrfach besprochenen Frage, bei deren Entscheidung ich mit *Heidenhain* bis zu einem gewissen Punkt in Uebereinstimmung stehe, nämlich, ob die Centro-

somen dem Protoplasma oder dem Kern zuzurechnen seien. Die Frage, obwohl schon früher gelegentlich berührt, wurde erst aktuell durch die ausgezeichnete Arbeit *Brauer's* (15) über die Spermatogenese von *Ascaris megalcephala*. Denn bis dahin waren Centrosomen nur ausserhalb des Kerns bekannt geworden. Erst *Brauer* zeigte, dass sie in den Spermatozyten von *Ascaris* im Innern der Kernvakuole liegen können, ohne dass dies jedoch immer so ist. Und gerade die Variationen, die er nachweisen konnte: dass in einem Fall die Centrosomen auf einem Stadium noch im Kern liegen, wo sie in einem andern Fall ausserhalb angetroffen werden, ja dass sie sich bei der Varietät *bivalens* überhaupt nie im Kern auffinden lassen, scheinen mir als Resultat seiner Befunde, zusammengehalten mit dem sonst Bekannten, dieses zu ergeben, dass es sich bei jenen Lageverhältnissen um etwas durchaus Gleichgültiges handelt und dass daraus Schlüsse auf die Zugehörigkeit der Centrosomen nicht gezogen werden können. Mit anderen Worten: Die Frage, in dieser Weise angegriffen, ist meiner Meinung nach nichts als eine reine Lokalitätenfrage. Wir können nur sagen: die Centrosomen liegen meist im Protoplasma, sie können aber auch im Kern liegen — weiter nichts. Die Frage, ob Kernbestandteil, ob Protoplasmabestandteil, besteht, wie *Heidenhain* sehr richtig bemerkt, gar nicht zu Recht. Denn eine solche Entscheidung nach der einen oder anderen Seite, wenn sie einen Sinn haben, d. h. als Satz von allgemeiner Gültigkeit aufgestellt werden sollte, könnte doch nur bedeuten: die Centrosomen haben sich ursprünglich aus stets nur im Protoplasma zu findenden, oder aus streng dem Kern reservierten Bestandteilen differenziert. Hierüber aber vermögen wir einstweilen nicht das Allergeringste auszusagen.

*Heidenhain* führt sehr passend zum Vergleich die Erwägungen an, die *Flemming* über die Herkunft der Spindelfasern, ob aus Kern-, ob aus Zellsubstanz, angestellt hat. Ja, es scheint mir in dieser letzteren Frage nicht nur etwas durchaus Entsprechendes vorzuliegen, sondern ich halte sie sogar mit jener anderen für ganz direkt zusammenhängend, und ich möchte deshalb darauf etwas näher eingehen. Ich finde mich nicht selten unter denjenigen Autoren citiert, die eine ausschliesslich protoplasmatische Herkunft der Spindelfasern vertreten. Nun habe ich zwar für die Furchungsspindel von *Ascaris megalcephala* diesen Ur-

sprung angegeben, dagegen ebenso ausdrücklich für die erste Richtungsspindel des gleichen Tieres, dass sie aus einem achromatischen Gerüst des Kerns entsteht; und ich glaube, wofür ich meine Abbildungen zu vergleichen bitte, das eine ebenso sicher nachgewiesen zu haben, wie das andere. Ich meine deshalb, es sollte der Streit hierüber endlich aufhören und nicht mehr jeder Autor, wenn er an einem bestimmten Objekt die eine Entstehungsart als sicher erweisen kann, nun denken, er habe damit alle anders lautenden Angaben für andere Objekte umgestossen und dürfe seinen Befund als allgemein gültig proklamieren. Die Spindelfasern entstehen eben tatsächlich hier aus Teilen, die im Kern, dort aus Teilen, die im Protoplasma liegen.

Daraus ergibt sich aber, dass die Kerne der Metazoöncellen durchaus nicht überall gleichwertige Bildungen sind, und dass es, ganz allgemein genommen, unzulässig ist, jeden irgendwo im Kern gefundenen Bestandteil nun als „Kernbestandteil“ auszugeben. Wenn man die Frage aufwirft, welche Bestandteile allen Metazoöncernen in gleicher Weise und in allen Phasen ihres Bestehens zukommen, so wüsste ich nichts zu nennen, als die Chromosomen und deren Umwandlungsformen während der Zellenruhe. Die Chromosomen sind vor allem während der karyokinetischen Teilung die einzigen Elemente, die von dem Kern als selbständige Teile übrig bleiben; an ihnen ausschliesslich vollzieht sich der Kernteilungsakt; sie ganz allein sind die Veranlassung zur Entstehung eines neuen Kerns, und jedes Chromosom, es mag an jede beliebige Stelle der Zelle zu liegen kommen, bildet sich hier aus gewissen überall im Protoplasma vorhandenen Substanzen einen „Kern“. So können, meiner Meinung nach, schon Kernsaft und Kernmembran, von denen der erstere der Menge nach weitaus den bedeutendsten Teil eines ruhenden Kerns bildet, nicht als spezifische Kernbestandteile bezeichnet werden; der Kernsaft ist nichts anderes als Zellsaft, die Kernmembran nach allgemeiner Ansicht eine dichtere Rindenschicht des Protoplasmas; und auch das sog. Liningerüst, das übrigens sicher nicht allen Kernen zukommt, scheint sich von gewissen fädigen Bestandteilen des Protoplasmas in keiner Weise zu unterscheiden. So ist für mich — wie ich es früher schon ausgesprochen habe — der „Kern“ einer Metazoöncelle lediglich ein für die Dauer der Zellenruhe von den Chromosomen gebautes

Haus, in welchem sich diese allein spezifischen Kernelemente gegen das gleichartige Substanzengemenge des Protoplasmas abgrenzen. Dass in dieses Haus auch einmal das Centrosom mit hineingeräth und zwar, wie es scheint, gerade in einem Fall, wo auch die Substanz der Spindelfasern, nach meiner Auffassung: ein Teil des Archoplasma, im Kernraum liegt, kann nicht im Mindesten auffällig erscheinen oder gar etwas Besonderes bedeuten. Und sicherlich wäre nicht das Geringste an Einsicht gewonnen, wenn man auf Grund dieser überdies ganz ungewöhnlichen Lagerung eine Kern-Natur der Centrosomen behaupten wollte.

Hier könnte, worin ich *Heidenhain* ganz zustimme, nur ein Weg zu einem Resultat führen, nämlich, dass man festzustellen suchte, in welcher Weise sich alle diese complicierten Bildungen und Vorgänge, wie sie uns in Kern, Centrosom und Karyokinese entgegnetreten, phylogenetisch entwickelt haben. Mir scheint, dass uns zur Lösung dieser Aufgabe, wenn sie überhaupt je gelingen sollte, noch die nötigen Vorbedingungen fehlen; und wenn ich hier das Problem berühre, so geschieht es nur, um mich gegen den Versuch auszusprechen, den *Heidenhain* in dieser Richtung unternommen hat. Er stellt, wie er es in der Ueberschrift zu Capitel XVIII nennt, eine „vergleichend-anatomische Theorie der karyokinetischen Figuren“ auf, deren Inhalt sich kurz dahin zusammenfassen lässt, dass die *Hermann'sche* „Centralspindel“, wie sie sich in manchen Zelltheilungsfiguren der Metazoön zeigt, samt den Centrosomen, der Nebenkernspindel der ciliaten Infusorien entspricht, wogegen der Kern der Metazoönzelle dem Hauptkern der Infusorien gleichzusetzen ist.

Ideen, die bis zu einem gewissen Grad hiemit verwandt sind, haben, wenn auch in viel weniger bestimmter Fassung, bereits *Bütschli* (16) und *R. Hertwig* (36) geäußert. Sie haben damit lediglich einen Gedanken hingestellt, der dem Forscher auf diesem Gebiet einmal von Nutzen sein kann, indem er ihn neu entdeckte Thatsachen sogleich von einem bestimmten Gesichtspunkt aus betrachten heisst. Anders verhält es sich mit der Art, wie *Heidenhain* dieser Sache nähertritt; er bietet eine Theorie und erhebt damit den Anspruch, den oben dargelegten Gedanken begründet zu haben. Wenn ich mich also gegen seine Ausführungen wende, so sind es in erster Linie nicht die

Ideen, die ich bekämpfe, obgleich ich freilich auch an ihnen bis jetzt keine gute Seite zu erkennen vermag, sondern die Begründung. Es scheint mir, dass *Heidenhain's* vergleichend-anatomische Theorie der Karyokinese mit den Grundprinzipien der vergleichenden Anatomie unverträglich und also sein Versuch schon der Methode nach verfehlt ist.

Der Ausdruck „vergleichend-anatomisch“ ist hier, wie ja heutzutage wohl allgemein, in dem Sinn von „phylogenetisch“ gebraucht, d. h. in dem Sinn, dass die Organismen, deren Teile verglichen werden sollen, in einem wirklichen Verwandtschaftsverhältniss stehen, sei es, dass der eine von Vorfahren abstammt, die dem anderen gleichen, sei es, dass beide von gemeinsamen Ahnen abgeleitet werden. Die erste Frage, die bei einer vergleichend-anatomischen und also auch bei der *Heidenhain's*chen Theorie diskutiert werden muss, ist demnach die, ob die verglichenen Organismen wirklich in einem solchen Verwandtschaftsverhältniss stehen und zwar hier speziell, ob der eine aus dem andern sich herausgebildet haben kann; denn diese Art von direkter Verwandtschaft wird durch die *Heidenhain's*chen Aufstellungen behauptet. Der Autor setzt sich mit dieser Grundfrage überhaupt nicht auseinander. Indem er nach Zuständen sucht, die als Vorstufen der Teilungseinrichtungen einer Metazoön-Zelle angesehen werden könnten, nimmt er wie als selbstverständlich an, dass die ciliaten Infusorien als Ausgangspunkt zu wählen seien. Er verliert kein Wort darüber, ob diese am höchsten spezialisierten Protozoön die Vorläufer der vielzelligen Tiere gewesen sein könnten. Und doch wird jeder Zoologe sagen, dass diese Annahme der eingehendsten Begründung bedurft hätte; denn nach allem, was wir von dem Gange des phylogenetischen Fortschritts im Allgemeinen und speziell von Uebergangsformen zwischen Einzelligen und vielzelligen Organismen wissen, hat keine Protozoönklasse so geringe Wahrscheinlichkeit für sich, als Vorstufe für die vielzelligen Tiere in Betracht zu kommen, als die der Ciliata.

Nun könnte vielleicht eingewendet werden: eben die von *Heidenhain* namhaft gemachten Beziehungen in den karyokinetischen Vorgängen sprächen so sicher für jene Ableitung, dass hiegegen alle anderen Bedenken zurücktreten müssten. Allein wo ist hier eine Uebereinstimmung, die die geringste Stütze liefern könnte? Fasst man die Vergleichungspunkte, wie sie *Heidenhain*

zu Grunde legt, zusammen, so bestehen sie darin, dass hier wie dort ein Dualismus zwischen zweierlei Zellenorganen besteht: bei den Ciliaten zwischen Haupt- und Nebenkern, in der Metazoönzelle zwischen Kern und Centrosoma; und ferner, dass bei der Teilung des Centrosoma in manchen Fällen Figuren entstehen (Centralspindel,) die mit einem sich teilenden Nebenkern eine gewisse Formähnlichkeit darbieten. <sup>1)</sup> Etwas Weiteres finde ich nicht. Sollen diese Thatsachen allein dazu berechtigen, den Hauptkern der Ciliaten mit dem Kern der Metazoönzellen, den Nebenkern mit der Centralspindel nebst den beiden Centrosomen gleichzusetzen? Von einer vergleichend-anatomischen Theorie verlangt man doch mehr, als dass sie lediglich ähnliche Formzustände beliebiger Organismen als phylogenetisch verbunden ausgibt; sie muss doch vor allem in Erwägung ziehen, ob überhaupt eine Möglichkeit denkbar ist, dass der eine Zustand aus dem andern hervorgegangen sein kann.

Wenn man nun die Beziehungen zwischen Haupt- und Nebenkern der Ciliaten betrachtet, so ist die wichtigste die, dass der **Macronucleus** ein spezifisch umgebildeter **Micronucleus** ist, der, nachdem er von einer Conjugation zur nächsten als der eigentlich funktionierende Kern gedient hat, schliesslich zu Grunde geht, worauf der Nebenkern einen neuen Hauptkern bildet. Zwischen Kern und Centrosoma (Central-

---

<sup>1)</sup> Dass, wie Heidenhain wahrscheinlich zu machen sucht, die Centralspindel wenigstens in rudimentärem Zustand, in allen Metazoönzellen auftrete, muss ich bestreiten. Ich will mich dabei nicht auf meine Angaben über *Ascaris* stützen, nachdem hier *van Beneden* und *Neyt* durchgehende Fasern zwischen beiden Polen beschrieben haben. Dagegen konnte ich mich an den Hodenzellen von *Astacus* mit voller Sicherheit überzeugen, dass nicht eine einzige Faser von Pol zu Pol durchgeht; hier gibt es nur Spindelfasern, die an den Chromosomen ihr Ende finden. — *Heidenhain* legt besonderes Gewicht darauf, dass, wie er glaubt nachgewiesen zu haben, „die Centralspindel ihrer ursprünglichen Masse nach sich aus der Substanz der Centrosomen selbst herleitet“ (pag. 686). In Uebereinstimmung mit *Drüner* (20) finde ich in seinen Darlegungen keine Spur eines Beweises hierfür. Ueberdies hat *Drüner* für gewisse Zellen (Salamander-Hoden) jene Annahme *Heidenhain's* direkt widerlegt. Ich kann einstweilen hinzufügen, dass nach den Untersuchungen des Herrn Professor *F. Mc. Farland* aus Palo alto, der im hiesigen zoologischen Institut die Befruchtungsvorgänge bei *Opisthobranchiern* bearbeitet, die Centralspindel, die im sich teilenden Ei zur Anlage kommt, sich nicht als eine ursprüngliche Verknüpfung der beiden Centrosomen darstellt, sondern dass sie erst sekundär durch Vereinigung zweier ganz getrennter Radiensysteme entsteht.

spindel) existieren solche Beziehungen nicht; sie gehen beide durch alle Zellen-Generationen selbständig neben einander her. Ist es nun denkbar, oder gar wahrscheinlich, dass jene periodische Entstehung des einen Gebildes aus dem andern sammt jenem bestimmten funktionellen Verhältniss zwischen beiden vollständig in Wegfall kommt? — Fasst man umgekehrt die Beziehungen zwischen Centrosom und Kern bei den Metazoën in's Auge, so lässt sich sagen: das Centrosom spielt dem Kern gegenüber die Rolle eines Teilungsorgans. Bei den Ciliaten ist zwischen Haupt- und Nebenkern nicht die leiseste Andeutung einer solchen Beziehung aufzufinden. Ist es nun denkbar oder gar wahrscheinlich, dass sich in die Teilung des Hauptkerns der Nebenkern allmählich so einmischt, dass dadurch die karyokinetischen Vorgänge der Metazoën entstanden sein können? — Wenn man weiterhin untersucht, wie sich die beiderlei Bildungen hier und dort bei der Conjugation und Befruchtung verhalten, so zeigt sich, dass bei den Ciliaten der Hauptkern sich an diesem Akt gar nicht beteiligt, da er eben zu Grunde geht und nach der Conjugation vom Nebenkern aus reconstituirt wird. Das Wesentliche am Conjugationsvorgang ist die Vereinigung der Nebekerne der beiden conjugierten Zellen. Bei den Metazoën ist es der, nach *Heidenhain* dem Macronucleus entsprechende „Kern“, der sich genau so verhält, wie dort der Micronucleus, das Centrosoma dagegen, das diesem entsprechen soll, kommt in den meisten Fällen, vielleicht überall nur der der einen der beiden Geschlechtszellen zu. Ist es denkbar oder gar wahrscheinlich, dass sich bei diesem Vorgang der Kernmischung die Verhältnisse so von Grund aus verschieben, dass die Mischung jenem Kern zufällt, der früher bei diesem Vorgang zu Grunde gegangen war, während der frühere Mischungskern zum Teilungsorgan herabsinkt?

Wenn jemand im Stande wäre, auf Grund solcher und ähnlicher Erwägungen die *Heidenhain'schen* Aufstellungen annehmbar zu machen, so könnte man dies vielleicht eine vergleichend-anatomische Theorie nennen; so aber, wie er die Sache vorführt, halte ich sie für eine ganz willkürliche Konstruktion, die nicht nur nichts erklärt, sondern umgekehrt nur neue Räthsel hinstellt.

Schon vor drei Jahren übrigens hat *Ishikawa* (37) bei seiner Beschreibung der Conjugationsvorgänge von *Noctiluca* Verhältnisse

mitgeteilt, die jener Auffassung des Centrosoma als eines dem Nebenkern der Ciliaten homologen Gebilds den Boden hätten entziehen können. *Noctiluca* besitzt einen einzigen Kern, der, wenn man einen Vergleich mit den Ciliaten anstellen will, nur mit dem Nebenkern homologisiert werden kann; seine Veränderungen bei der Teilung erinnern ausserordentlich an die der Micronuclei der Wimperinfusorien; ganz wie ein solcher verhält er sich auch bei der Conjugation. Und neben diesem Kerngebilde — nicht etwa als eine Differenzierung desselben — vermochte Ishikawa in einem Hof von *Archoplasma* kleine Körperchen nachzuweisen, die er als Centrosomen ansehen zu müssen glaubte. Seit kürzlich eine sehr wertvolle ausführliche Arbeit Ishikawas (38, 39) über die Kernteilungsvorgänge von *Noctiluca* erschienen ist, kann an der Richtigkeit dieser Vermutung kein Zweifel mehr sein. Schon bei diesen einzelligen Wesen also bestehen neben einem Kern, der sich in allen wesentlichen Punkten wie der Nebenkern eines ciliaten Infusors verhält, *Archoplasma* und Centrosomen, und zwar in einer Weise ausgebildet, dass die Uebereinstimmung mit den entsprechenden Einrichtungen einer Metazoönzelle ganz überraschend ist. Was sollte nun im Geringsten dafür sprechen, dass diese Bildungen bei *Noctiluca* aus spezifisch umgebildeten Kernen abzuleiten seien?

Ganz ebenso deutlich sprechen gegen eine solche Ableitung die trefflichen Untersuchungen Rempel's (45) an einem Wimperinfusorium (*Kentrochona Nebaliae*). Es liegen hier wohl die primitivsten Zustände vor, die von einer karyokinetischen Teilung bisher bekannt geworden sind. Neben einem Kern, dessen Teilungsfiguren an jene erinnern, die *R. Hertwig* von *Actinosphaerium* beschrieben hat, nur dass sie noch unvollkommener zu sein scheinen, finden sich zwei Körperchen, die Rempel wohl mit Recht Centrosomen nennt. Ursprünglich benachbart an der einen Seite des Kerns gelegen, nehmen sie während des Spindelstadiums die Pole ein, ganz wie wir es überall von den Centrosomen gewohnt sind. Aber im Uebrigen verhalten sie sich von den Centrosomen der Metazoön-Zellen recht verschieden: es tritt keine Spur von Strahlung, keine Ansammlung dichter Substanz um sie auf; sie scheinen mit der Kernfigur, speziell mit dem Chromatin in gar keinen materiellen Zusammenhang zu treten, ja, was mir besonders auffallend ist: die beiden Spindelenden,

die sonst überall durch die Centrosomen bedingt und von Anfang an durch diese Körperchen gekennzeichnet werden, sind da während das eine der beiden Centrosomen noch wandert, um erst allmählich seine Lage an dem einen Spindelpol zu erreichen. Freilich lassen die an spärlichem Material angestellten Untersuchungen Kempel's die Entwicklung der Teilungsfigur nicht mit der zu wünschenden Sicherheit übersehen, und es kommt mir nach den von ihm gegebenen Abbildungen nicht unmöglich vor, dass das Ende jenes achromatischen Bestandteils, welcher in Fig. 4 d, e und f links vom Chromatinmantel hervorragt, nicht, wie man auf den ersten Blick glauben möchte, das definitive Spindelende vorstellt, sondern nur die Umbiegungsstelle einer sehr stark geknickten „Spindel“, deren linkes Ende z. B. in Fig. 4 d, vom Chromatinmantel verborgen, an jener Stelle zu suchen wäre, wo das Centrosoma seine Lage hat. Und so wäre es denkbar, das doch unter dem Einfluss des wandernden Centrosoma die einpolige Figur in die zweipolige übergeführt wird.

Wie dem also auch sein mag, die Centrosomen treten uns bei den genannten Protozoën in der gleichen Selbständigkeit entgegen, wie in den Zellen der Metazoën, und die Art, wie sie sich hier verhalten, trägt nichts dazu bei, über ihre phylogenetische Herkunft Licht zu verbreiten.

Unter diesen Umständen werden wir vorläufig auf die Einsicht, wie das Centrosom geworden ist, verzichten müssen und uns mit der Erkenntnis zu begnügen haben, dass dieses Körperchen schon von gewissen Einzelligen an, ein selbständiges dauerndes Zellenorgan ist, von der gleichen Wertigkeit etwa, wie die Chromosomen. Dass diese Behauptung für die Gesamtheit der Metazoën zutrifft, erscheint kaum zweifelhaft, und konnte schon nach den Erfahrungen am *Ascaris*-Ei ohne besondere Phantasie prophezeit werden. *Heidenhain* allerdings findet dies für damals kühn. Wenn man aber bedenkt, in welcher Beziehung die Centrosomen zur Karyokinese stehen, dass diese Art von Teilung für alle Metazoënzellen als etwas Bewiesenes gelten konnte, dass ferner in vielen Fällen von karyokinetischen Figuren die Centrosomen — als Polkörperchen der Spindel — damals schon beschrieben waren und ihr allgemeines Vorkommen wenigstens auf diesem Stadium kaum zu bezweifeln

war, so darf man wohl sagen: nachdem *van Beneden* und ich für eine Zellenart diese Körperchen als dauernde, von der einen Zellengeneration zur nächsten durch Zweiteilung sich forterbende Gebilde nachgewiesen hatten, war die Annahme, dass in diesem Verhalten etwas allgemein Gültiges gefunden sei, so selbstverständlich, dass sie eigentlich gar nicht brauchte ausgesprochen zu werden. Damit ist nicht geläugnet, dass es Zellen geben oder gegeben haben muss, wo die erkannten Verhältnisse erst in der Ausbildung begriffen sind, wo es „Centrosomen“ noch nicht gibt; auf der andern Seite durfte man auch auf gewisse Modificationen gefasst sein, und ich habe ja schon in meiner zweiten Mitteilung vom Jahr 1887 für viele Eizellen das Vorkommen der Centrosomen in Abrede gestellt. Aber im Allgemeinen scheinen mir die Verhältnisse doch so zu liegen, dass man bis zu dem Beweis des Gegenteils jeder Zelle ein Centrosom zuschreiben durfte. Gewiss war und ist durch jenen isolierten Fund die intensivste Durchforschung möglichst verschiedener Zellenarten in der fraglichen Richtung nicht überflüssig geworden; gerade *Heidenhain* hat sich auf diesem Gebiet durch seine Untersuchungen und durch die Ausbildung seines Färbeverfahrens hervorragende Verdienste erworben, und seine Bemühungen auf diesem Boden machen in meinen Augen den Hauptwert seiner Arbeiten aus. Es wäre sehr zu wünschen, dass, wie er es hofft, seine Methode der Centrosomenfärbung sich noch so weit vervollkommen lässt, um jene Gebilde überall, wo sie vorhanden sind, mit Sicherheit als solche kenntlich zu machen. Vor der Hand ist sein Verfahren freilich von diesem Endziel noch weit entfernt. Wie die oben mitgetheilten Erfahrungen am Seeigel-Ei lehren, ist die Eisenhaematoxylinfärbung — auch bei vorhergehender Bordeaux-Behandlung — nicht im Stande, Centrosomen unter allen Umständen zu tingieren. Und wo sie dieselben auch schwarz färbt, teilen die Centrosomen diese Affinität mit manchen andern Inhaltskörpern der Zellsubstanz so vollkommen, dass sie sich von jenen Körnern (wie früher ohne jedes Färbemittel) eben auch nur dann unterscheiden lassen, wenn ihre eigenartige Umgebung sie als etwas Spezifisches kenntlich macht. So versagt das *Heidenhain'sche* Verfahren gerade an den Zellen, mit denen ich mich eingehender befasst habe: den Eiern und Furchungszellen, fast durchgängig, sobald die Strahlung fehlt. Denn hier sind überall im Protoplasma Körperchen vor-

handen, die sich in Grösse und der Reaktion auf den Farbstoff genau wie Centrosomen verhalten.

Dies führt mich auf die von *Heidenhain* aufgeworfene Frage nach der chemischen Natur der Centrosomen. Er hält es, auf Grund der Reaktion gegen die Farbstoffe, für sehr wahrscheinlich, dass dem Centrosom eine spezifische chemische Substanz zukommt. Zwingend ist seine Schlussfolgerung in diesem Punkt, wie er selbst zugibt, nicht, und sie wird noch weit unsicherer durch die eben erwähnten Erfahrungen an anderen Objekten. Glücklicherweise ist diese Sache recht unwichtig, da sie die Frage nach der spezifischen Natur des Centrosoma gar nicht berührt. Denn, um einen Vergleich anzuwenden, das Auge ist doch auch ein spezifisches Organ, obgleich es gar keine ihm durchaus eigentümlichen Teile enthalten muss; und so könnte es beim Centrosoma gleichfalls eine besondere Combination auch anderweitig in der Zelle vorhandener und nicht einmal überall der gleichen Bestandteile, mit anderen Worten: eine besondere Organisation sein, auf der seine Individualisierung zu einem spezifischen, mit ganz eigentümlichen Qualitäten ausgestatteten Zellenorgan beruht.

## 2. Attraktionssphaere und Archoplasma.

Herrscht darüber wohl allgemeine Einigkeit, dass das Centrosom ein dauerndes Organ der Zelle vorstellt, so ist eine weitere Frage die, ob das Gleiche auch behauptet werden kann für jene im Umkreis von Centrosomen nachweisbaren Bildungen, die jetzt gewöhnlich den Namen „Attraktionssphären“ führen. Man kann vielfach lesen, *E. van Beneden* habe 1884 die Attraktionssphaeren „entdeckt“. Dies ist jedoch nicht ganz richtig. *Van Beneden* hatte damals die längst bekannten Asteren, die vor allem von *Mark* (41) 1881 für *Limax* in vorzüglicher Weise beschrieben worden waren, an höchst mangelhaften Präparaten von *Ascariseiern* — wie seine Abbildungen auf Tafel XIX<sup>ter</sup> lehren — studiert, an Präparaten, wo die während der Karyokinese mächtigen und weit ausgebreiteten Strahlenfiguren fast gänzlich unkenntlich waren und nun der dichteste centrale Teil derselben, in seiner radialen Struktur gleichfalls stark verdorben, sich als ein grösserer oder kleinerer, mehr oder weniger scharf begrenzter kugelförmiger Fleck darstellte.

Diesen verdorbenen Centralteil des Aster bezeichnete *van Beneden* damals als „sphère attractive“ und er statuierte damit einen Gegensatz zwischen dem inneren und äusseren Bereich der Strahlensonne, der in der Natur nicht begründet ist. Zum Beweis hiefür darf ich sowohl meine eigenen Abbildungen namhaft machen, als auch, weil man dieses Zeugnis für gewichtiger halten wird, die Photographien bei *van Beneden* und *Neyt* und endlich die Bilder von *van Beneden's* Schüler *Herla* (32), wo überall auf dem Stadium des Aster nicht das mindeste von einer abgegrenzten centralen Parthie, die der sphère attractive entsprechen könnte, zu sehen ist. Ich selbst habe seither noch viele *Ascaris*-Eier mit den verschiedensten Methoden behandelt; niemals konnte ich an dem Aster etwas wahrnehmen, was die Abgrenzung einer „sphère attractive“ in demselben gerechtfertigt hätte. Da dies auch an anderen Objekten ganz ebenso ist, so würde der Ausdruck Attraktionssphaere kaum zu so allgemeiner Verbreitung gekommen sein, wenn nicht 1887 zuerst ich, dann *van Beneden* und *Neyt* die Mitteilung gemacht hätten, dass nicht nur das Spindelpolkörperchen (*Centrosoma*) sich während der Zellenruhe erhält und durch Teilung auf die Tochterzellen übergeht, sondern dass auch das, was später als Aster erscheint, schon in der ruhenden Zelle als körnige Kugel vorhanden ist, um sich, gleichfalls durch Teilung, in die Anlage des Amphiasters umzubilden. Erst durch diese Entdeckung und dadurch, dass nun *van Beneden* diese körnigen Kugeln mit seinen sphères attractives identificierte, kam die Bezeichnung Attraktionssphäre zur Bedeutung. Sie gewann damit gleichzeitig, nach *van Beneden's* eigener Darstellung, einen etwas anderen Sinn; denn das Hauptgewicht ruhte nun nicht mehr auf jener angeblichen Differenzierung der ausgebildeten Strahlenfigur, sondern darauf, dass diese Bildung oder ein Teil von ihr in der ruhenden Zelle in anderer Form fortbesteht.

Wenn es sich nun darum handelt, festzustellen, ob die Attraktionssphaere ein dauerndes Zellenorgan, d. h. ob sie überall als notwendige Begleiterscheinung des *Centrosoma* vorhanden sei, so muss ich darauf in doppeltem Sinn mit Nein antworten. Zunächst in dem ursprünglichen Sinn der sphère attractive, soweit *van Beneden* einen centralen Bereich des Aster damit bezeichnete. Diese Unterscheidung, die, wie gesagt, auf mangelhaften Präparaten beruhte, ist ganz unhaltbar und nirgends durchführbar.

Das sog. „*van Beneden'sche* Microsomenstratum“, welches die Attractionsphaere begrenzen soll, kann am gleichen Objekt vorhanden sein oder fehlen; so habe ich es an meinen nach den verschiedensten Methoden behandelten *Ascaris*-Präparaten niemals zu Gesicht bekommen. Und gerade die weiteren concentrischen Microsomen-Kugelschalen, die *Heidenhain* und neuerdings in schönster Weise *Drüner* (20) abgebildet haben, zeigen, wie auch *Heidenhain* schon betont hat, dass in einer solchen Kugel- fläche von Microsomen keine Grenze gegeben ist, die zu einer Zerlegung des Aster in zwei verschiedenwertige Bereiche berechtigt. Dabei kann ich die Vermutung nicht unterdrücken, dass diese „Microsomenstraten“ überhaupt Kunstprodukte seien, die beim Abtöten der Zellen unter gewissen Bedingungen zu Stande kommen, einigermaßen vergleichbar vielleicht den *Frommann'schen* Linien, die bei der Silberbehandlung der Nervenfasern auftreten und trotz ihrer äusserst regelmässigen Schichtung doch auch nicht einer wirklichen Struktur der Nervenfasern entsprechen.

Darüber also kann kein Zweifel sein, dass der Ausdruck Attraktionssphäre in seiner ursprünglichen Bedeutung als allgemein anwendbarer Terminus unhaltbar ist. Auch scheint gar kein Bedürfnis vorzuliegen, den in manchen Fällen durch ein Stratum grösserer Microsomen abgegrenzten Teil der Strahlenkugel — vorausgesetzt, dass dieses Verhalten im Leben überhaupt besteht — mit einem besonderen Namen zu belegen. Da nun überdies der Ausdruck „*sphère attractive*“ allgemein als ein unglücklicher anerkannt wird, so ist es wohl am geratens- ten, ihn ganz aufzugeben.

Vielfach wird neuerdings die Bezeichnung „*Astrosphaere*“ gebraucht; von einigen Autoren wohl im Sinn der *van Beneden'schen* *sphère attractive*, von anderen für den gesamten Strukturcomplex, der vom Centrosoma als seinem Mittelpunkt abhängig erscheint. Diese letztere Verwendung dürfte, ganz abgesehen von dem oben Gesagten, auch deshalb die richtige sein, weil *Mark* (41), der meines Wissens den Namen „*astral sphere*“ zum ersten Mal angewendet hat, damit die ganze aus den radialen Fibrillen zusammengesetzte Kugel bezeichnet hat. Auf Grund dessen, was wir seither über die Schicksale dieser Strahlenkugel kennen gelernt haben, würde ich den Begriff *Astrosphaere* demnach definieren als denjenigen

Complex, der sich im Umkreis des Centrosoma als etwas der Substanz oder Structur nach Spezifisches von dem indifferenten Protoplasma unterscheiden lässt. Astrosphaere wäre also das gesamte auf ein Centrosom centrierte Strahlensystem, sowie die eventuellen Entstehungs- oder Umwandlungsformen oder Reste dieses Strahlensystems, wie sie sich in manchen Zellen auch während des Ruhezustandes nachweisen lassen.

Auch in diesem Sinn ist die Astrosphaere kein dauerndes Zellenorgan. Man braucht nur einmal die unangenehme Erfahrung gemacht zu haben, dass sich die spezifische Umgebung eines Centrosoma vollständig rückbilden kann, so dass unter Umständen dieses Körperchen selbst gar nicht mehr aufzufinden ist, oder umgekehrt, die schwachen kaum wahrnehmbaren Spuren verfolgt zu haben, in denen sich eine Astrosphaere anlegt, um hierüber klar zu sein. Damit soll natürlich nicht bestritten werden, dass z. B. in Fällen, wo die Zellteilungen unmittelbar auf einander folgen, die Astrosphaere in veränderter Form continuierlich erhalten bleibt, wie ich das ja selbst beschrieben habe; oder dass auch in gewissen für lange Zeit ruhenden Zellen dauernd ein solcher spezifischer Hof um die Centrosomen oder strahlige Strukturen bestehen können. Aber es gibt „nackte“ Centrosomen, die direkt von gewöhnlichem indifferentem Protoplasma umgeben sind.

Unter diesen Umständen fragt es sich, ob es denn vielleicht eine spezifische Substanz der Zelle sei, welche sich zu gewissen Zeiten als Astrosphaere um die Centrosomen arrangiert. Ich glaubte die Frage bejahen zu dürfen und schlug für diese Substanz den Namen „Archoplasma“ vor.

Gegen diesen Archoplasma-Begriff führt *Heidenhain* (p. 646 ff.) einen heftigen Kampf. Schon früher hat er sich, wie er sagt, lebhaft gegen die darin enthaltene Aufstellung gewehrt, und in dem neuen Werk ist dieser Angelegenheit ein eigenes Kapitel gewidmet. Es scheint mir nicht unnütz, darauf näher einzugehen. Ich habe den Terminus „Archoplasma“ vorgeschlagen, als die Untersuchung dieser Dinge sich noch in den ersten Stadien befand, und für ein bestimmtes Objekt: die Eier und Blastomeren von *Ascaris megalocephala*. Das Motiv für die Aufstellung war

der Nachweis, den ich hier geführt zu haben glaube, dass die radialen Fädchen, die man längst von sich teilenden Zellen kannte, auch während der Zellenruhe, freilich in anderer Form, fortbestehen, nämlich in Gestalt einer körnigen Substanz<sup>1)</sup>, die sich unter Umständen in der ganzen Zelle verbreiten kann. Ich hatte angegeben, dass sich die spezifische Natur dieses bald körnigen bald fädigen „Archoplasma“ an den Ascariden-Eiern durch eine Reaktion auf Pikrin-Essigsäure nachweisen lasse. „Wirkt diese Säure-Mischung in bestimmter Weise auf die Eier von *Ascaris megalcephala* ein, so verquellen alle Bestandteile der Zellsubstanz: Grundmasse, Fädchen, Körnchen und Dotterkörper zu einer homogenen, leicht vakuolisierten durchsichtigen Masse, in der nur die Struktur der Kerne und des Archoplasmas sich erhält.“ Es ist dazu übrigens gar nicht gerade Pikrin-Essigsäure nötig. Denn auch die anderen Autoren, soweit sie, mit anderen Methoden, von diesen Verhältnissen überhaupt etwas gesehen haben: *van Beneden* und *Neyt* (3) und neuerdings *V. Herla* (32, Fig. 60), zeichnen auf den entsprechenden Stadien genau die gleichen körnigen Kugeln ohne Spur einer radialen Struktur und deutlich gegen aussen abgegrenzt.

Ich halte es nun von vorneherein nicht für statthaft, dass ein Autor eine Angabe für ein bestimmtes Objekt, ohne dieses Objekt zu kennen, lediglich auf Grund anderwärts gewonnener Resultate als irrtümlich nachweisen will<sup>2)</sup>. Wir kennen doch zur Genüge eine ziemliche Variabilität in Sachen der Kern- und Zellteilung, um davon absehen zu müssen, von einem Punkt aus allgemein gültige Gesetze zu proklamieren. Ueberdies aber kann ich die Gründe, die *Heidenhain* gegen meine Beweisführung geltend macht, keineswegs anerkennen und muss bemerken, dass er gerade nur einen Punkt aus derselben herausgegriffen hat, dem er, nicht ohne Sophistik, glaubt beikommen zu können, während er alles andere einfach ignoriert.

Da ich nämlich angegeben habe, dass bei jener Reaktion auf Pikrin-Essigsäure gewisse Bestandteile der Zelle fast voll-

1) Die einzelnen Körnchen — Microsomen — können vielleicht durch Fädchen dauernd mit einander in Verbindung stehen. Zu sehen ist davon jedoch nichts.

2) Besonders weit geht dieses nicht scharf genug zu bekämpfende Verfahren, durch Beobachtungen an einem Objekt Angaben für ein ganz anderes widerlegen zu wollen, bei *F. Reinke* (44).

kommen zerstört werden, worauf es eben beruhe, dass nun das unveränderte Archoplasma besonders gut und, da es nicht zerstört wird, als spezifische Substanz zu erkennen sei, meint *Heidenhain*, es würden (pag. 649) „durch die Pikrin-Essigsäure, zunächst grosse Teile der Zelle vollkommen zerstört und es bleibe lediglich derjenige Anteil des Protoplasma übrig, der so wie so ungemein dicht gebaut ist und dem Herzdringen der Reagentien die relativ grössten Schwierigkeiten bereiten muss.“ Er habe die gleiche „Reaktion“ an Leukocyten durch 1%ige Chromsäure zu Wege gebracht. Nun bitte ich aber meine Abbildungen zu vergleichen, ob hier „grosse Teile der Zelle vollständig zerstört sind und nur ein gewisser Anteil des Protoplasma übrig geblieben“ ist. Es ist denn doch ein grosser Unterschied, ob grosse Teile der Zelle zerstört oder ob gewisse Bestandteile derselben zerstört, bezw. verquollen sind. Ich bitte ferner Fig. 51 Tafel III zu betrachten, wo in einem Ei, das in der Conservierung der Zellsubstanz fast wie ein lebendes aussieht, die gleichen körnigen Kugeln zu sehen sind, wie bei jener nach *Heidenhain* so verderblichen Wirkung der Pikrin-Essigsäure.

Die ganze Vorstellung aber, dass es sich bei der Darstellung des Archoplasma nur um eine besondere Dichtigkeit centraler Teile einer im Uebrigen mit den peripheren Teilen ganz identischen Substanz handle, und dass die Darstellung demnach darauf beruhe, dass jene dichten Teile allein verschont bleiben, ist eine reine Fiktion. *Heidenhain* stellt die Sache nämlich so hin, als hätte ich das Archoplasma nur in Gestalt dichter centraler Massen im Umkreis der Centrosomen nachgewiesen und ignoriert ganz, dass ich es in gewissen Stadien in Gestalt von Körnern durch die ganze Zelle zerstreut gefunden (Fig. 30, Taf. II), in anderen in Gestalt radialer Fädchen gleichfalls die ganze Zelle durchsetzend gefunden habe. Meine Methode zerstört somit durchaus nicht die zarten Teile und verschont nur dichtere Massen, sondern sie conserviert von der fraglichen Substanz die feinsten Feinheiten. Wenn ich also auf gewissen Stadien, mit *van Beneden* und *Neyt*, die Substanz contrahiert und nicht durch die ganze Zelle verbreitet vorfinde, so sehe ich keinen Grund, warum gerade dieser Zustand als Kunstprodukt anzusehen wäre.

*Heidenhain* sagt (pag. 647): nicht die Substanz ist eine spezifische, sondern nur ihre Anordnung zu radiären Systemen.

Gerade dies muss ich für *Ascaris* bestreiten. Ich habe ja diese Anordnung zu radiären Systemen auf gewissen Stadien gleichfalls in ganz typischer Ausbildung gefunden und ich glaube Schritt für Schritt den Nachweis geführt zu haben, dass die radiären Systeme sich aus den nicht radiär gebauten Körnerkugeln entwickeln und wieder in solche zurückkehren.<sup>1)</sup> Da sich also die radiären Systeme einmal erhalten haben, warum sollen sie das andere Mal immer und ausnahmslos zu Grund gegangen sein? Es ist dies schon dadurch vollkommen auszuschliessen, dass die verschiedenen Zustände streng mit bestimmten Stadien des Teilungsprozesses zusammenfallen. Hier kann an die Erklärung, die verschiedenen Bilder beruhten auf einer verschiedenen Einwirkung des Reagens, nicht gedacht werden. Und ich betone nochmals: die Resultate von *van Beneden* und *Neyt* und die neuen Angaben von *Herla* stimmen in diesem Punkt mit den meinigen völlig überein.

Es trifft demnach gar nicht auf meine Darstellung, wenn *Heidenhain* (pag. 676) bei Besprechung dieser von mir beschriebenen körnigen Strukturen sagt: „Allein hier kommt die Reaktion mit der Pikrin-Essigsäure und von der fädigen Struktur der centrierten Systeme ist nichts zu sehen.“ — O nein, die Reaktion mit der Pikrin-Essigsäure kommt bei allen meinen Präparaten, auch bei denen mit schönster Strahlenfigur; und wenn also — in Uebereinstimmung meiner Befunde mit denen der anderen Autoren — auf einem bestimmten Stadium von den radiären Systemen niemals etwas zu sehen ist, so denke ich, man kann hier unmöglich anders schliessen, als dass sie eben nicht da sind. Und so bleibt also nur übrig, dass bei *Ascaris*, im Gegensatz zu *Heidenhain's* Ausspruch, die Substanz spezifisch ist und nicht die radiäre Struktur.

---

1) Ich erwähne, obgleich es für die diskutierte Frage kaum von Belang ist, dass *van Beneden* und *Neyt* nur die centralen Parthieen der Asteren aus der körnigen Kugel (sphère attractive) hervorgehen lassen, die peripheren Teile der Radien sollen aus dem Protoplasma gewissermassen anschliessen. Damit wäre die spezifische Natur der Körnerkugel und also des Archoplasmas gleichfalls constatirt. Ich muss jedoch bei meiner früheren Darstellung bleiben, für die ich auch genügende Beweise vorgebracht zu haben glaube, wohingegen *van Beneden* und *Neyt* neben einigen Photographien, die mehr für meine Auffassung sprechen, von den fraglichen Stadien nur mehr oder weniger schematisierte Bilder geben, die ich nicht als beweisend anerkennen kann.

Wenn ich mit diesen meinen ersten Erfahrungen das vergleiche, was ich seither durch neue Beobachtungen an verschiedenen Objekten, sowie aus der Literatur kennen gelernt habe, so kann ich nicht zweifeln, dass die Verhältnisse in den meisten Fällen wesentlich andere sind, als im Ei und in den Furchungszellen von *Ascaris*. Ja, mit Ausnahme von *Noctiluca*, wo das *Archoplasma* nach Ishikawa genau den Eindruck jener körnigen Substanz des *Ascaris*-Eies macht, wüsste ich keinen anderen Fall zu nennen, wo zunächst im Umkreis des Centrosoms eine dichte körnige Kugel besteht, die sich allmählich in das Strahlensystem umwandelt; sondern die Regel ist, dass sich um das Centrosom direkt strahlige Figuren bilden, zuerst verschwommen und beschränkt, dann immer weiter sich ausbreitend und deutlich fädig. Ob diese Verhältnisse mit dem *Archoplasma*-Begriff verträglich sind, dürfte gegenwärtig kaum zu entscheiden sei. Es wäre sicherlich möglich, dass es sich auch in diesen Fällen um eine spezifische dichtere Substanz handelt, die überall in der Zelle verteilt und für gewöhnlich mit unseren Hilfsmitteln vielleicht gar nicht nachweisbar ist, vor Beginn der Zellteilung aber um die Centrosomen sich sammelt und dabei zu radialen Fäden anordnet. Näher liegt vielleicht die Vorstellung, dass die Radien ganz neue Organisationen sind, die aus dem Substanzengemenge des Protoplasma gleichsam auskrystallisieren. Wenigstens legen mir die Bilder, die ich von den verschiedenen Stadien der Ausbildung einer Astrosphaere neuerdings studiert habe, diese Betrachtungsweise sehr nahe. Auch in diesem Fall wäre kaum etwas dagegen einzuwenden, die Substanz, aus der die Radien bestehen, mit einem besonderen Namen zu belegen. Die geringste Wahrscheinlichkeit kann ich nach eigenen Erfahrungen der Meinung derjenigen Autoren zuerkennen, die die Astrosphaeren lediglich als modifizierte Bereiche der allgemeinen dichteren Zellstruktur ansehen, der Art, dass bei der Ausbildung der Strahlen einfach schon vorhandene Fadenstücke oder Netzabschnitte oder Wabenwände sich in radialer Richtung strecken und vielleicht auf Kosten anderer verstärken sollen. Für *Ascaris* muss ich dies sogar direkt bestreiten; denn hier lässt sich das gewöhnliche Fadenwerk der Zellsubstanz neben den strahligen oder körnigen *Archoplasmakugeln* als etwas ganz Unabhängiges erkennen und auch unter Umständen vernichten, ohne dass jene anderen Strukturen darunter leiden. Auch an den übrigen mir

bekanntesten Objekten kann ich die Bilder der Strahlenentstehung und der fertigen Astrosphaeren mit dieser Anschauung nicht in Einklang bringen und muss überdies gestehen, dass ich nirgends in der Literatur einen Beweis für die Identität beider Strukturen oder gar für eine Herausbildung der einen aus der anderen erkennen kann. Eine gewisse strahlige oder streifige Anordnung, wie *Bütschli* (17) sie in sehr interessanter Weise an seinen Schäumen erzielt hat, oder wie sie bereits *Carnoy* (18) durch Dehnung von Zellen hervorrufen konnte, mag wohl an dem Gerüst- oder Wabenwerk des Protoplasma gelegentlich und vielleicht auch gerade während der mitotischen Prozesse zu Stande kommen, ordnen sich ja in Eizellen auch die Dotterkörner zu radialen Reihen an; aber die Asteren mit ihren starken, isolierbaren, vielfach frei endigenden Fäden müssen meiner Meinung nach etwas anderes sein.

Ich gebe gerne zu, dass wir uns hier auf einem noch ganz unsicheren Boden bewegen; befindet sich doch schon der Untergrund für das fragliche Problem, die Kenntnis der allgemeinen Protoplasmastruktur, in einem Zustand von Unsicherheit, um nicht zu sagen Versumpfung, wie er kaum grösser zu denken ist. Man vergleiche darüber das neueste Referat *Flemming's* in *Merkel* und *Bonnet's* Jahresbericht. Ich glaube auch wohl, dass man den Terminus Archoplasma entbehren kann, und ich meinerseits lege nicht den geringsten Wert darauf, dass er erhalten bleibt. Aber dass die substanzielle Spezifität der hiermit bezeichneten Zellenteile widerlegt sei, kann ich nicht finden; auch nicht, wenn ich schliesslich untersuche, auf welche Befunde sich die Auffassung *Heidenhain's* und sein Kampf gegen den Archoplasma-Begriff richtet. Es sind die ruhenden Leucocyten, deren Protoplasmastruktur ihm als Ausgangspunkt dient. Er glaubt für diese Zellen annehmen zu dürfen, dass das Protoplasma dauernd einen radiären Bau besitzt; von dem Centrosom strahlen in dichter Häufung feine achromatische Fädchen gegen die Zellenoberfläche aus. Diese mit Microsomen besetzten Fibrillen nennt *Heidenhain* Zellenfäden und identifiziert sie mit den „Fila“ des *Flemming's*chen Mitoms. Mit welchem Recht, vermag ich weder aus seiner Darstellung noch aus seinen Abbildungen zu entnehmen. An den letzteren sehe ich isolierte radiale Fädchen, genau wie auf gewissen Stadien in den *Ascaris*-Eiern; warum sie nicht wie hier von besonderer Art und also „Archoplasma-

Fädchen“ sein sollen, kann ich nicht einsehen. Es mag wohl sein, dass dieser Befund nicht zur Aufstellung des Archoplasma-begriffes führen könnte; aber *Heidenhain* sucht ja die Berechtigung dieses Begriffs zu widerlegen. Dazu dürften aber seine Argumente doch zu schwach sein.

Wie diese Angelegenheit aber auch einst zu entscheiden sein wird, Eines halte ich schon jetzt für vollkommen erwiesen: mag die Substanz der Astrosphaeren-Radien eine spezifische sein und sich als eine spezifische während der Zellenruhe erhalten oder nicht — die Anordnung zu strahligen Kugeln, die fädige Struktur, ist sicher nichts Dauerndes; sie geht für gewöhnlich nach der Teilung vollständig zu Grunde, um bei der Vorbereitung zur nächsten Teilung als etwas ganz Neues wieder zu erstehen.

Aber gerade das ist es freilich, was meinem Gegner nicht passt; der „Archoplasma-begriff“ würde ihn, glaube ich, nicht so sehr irritieren, aber dass es Stadien gibt im Zellenleben und gar bei der Vorbereitung zur Teilung, wo keine centrierten Radien-Systeme vorhanden sind, wo die „organischen Radien“ nicht an der Zellenoberfläche inserieren, das möchte er nicht gelten lassen. Denn auf diese Insertion hat er eine grosse Theorie cellulärer Mechanik gebaut, die ich nicht ohne Widerspruch lassen kann.

### 3. Heidenhain's cellular-mechanische Theorie.

*Heidenhain* geht bei Entwicklung seiner Theorie von der Protoplasma-Struktur der Lymphzellen aus. Wie oben schon erwähnt wurde, glaubt er annehmen zu dürfen, dass von dem Centrosom dieser Zellen in dichter Häufung gegliederte Zellenfäden als dauernde Strukturen nach der Oberfläche laufen und hier in gleichen Abständen dauernd festgeheftet sind. Das Centrosoma dient mithin einer grossen Anzahl radiär gerichteter kontraktiler Zellenfäden als Insertionsmittelpunkt (pag. 498). *Heidenhain* kommt dann weiter zu dem Resultat, dass diese Zellenfäden, die er „organische Radien“ nennt, alle in sich gleich gebaut sind, dass sie bei gleicher physiologischer Spannung die gleiche Länge aufweisen würden,

und er bezeichnet diese Hypothese als das „Prinzip der ursprünglichen Identität der Länge der organischen Radien“ (pag. 502). Auf Grund der von ihm vorausgesetzten Fadenanordnung und dieses Princips glaubt er nicht nur eine Reihe von Beziehungen zwischen Zell- und Kernform, Stellung von Kern und Centrosoma in den Leukocyten erklären zu können, sondern es liefert ihm dasselbe auch neue Aufschlüsse über die Mechanik der Mitose. So erklärt er auf diese Weise das Auseinanderrücken der durch Teilung entstandenen Centrosomen, das Zustandekommen der regulären zweipoligen Strahlenfigur und einiges Andere.

Ich bemerke zunächst, dass ich mich mit einem Teil dieser Auseinandersetzungen, soweit sie sich auf das „Prinzip der ursprünglichen Identität<sup>1)</sup> der organischen Radien“ beziehen, völlig einverstanden erklären kann. Ja, wenn ich das, was ich auf Seite 102 im zweiten Heft der Zellen-Studien gesagt habe, wieder durchlese, so meine ich, dass dort schon jenes Prinzip für die beiden Radiensysteme der ersten Furchungsspindel mit ganz klaren Worten formuliert ist, und dass ich es durch die vorausgehenden Darlegungen sogar weit besser begründet habe, als *Heidenhain* dies auf Grund des „Phänomens der concentrischen Kreisfiguren“ vermocht hat.

Was neu ist an *Heidenhain's* Theorie, das ist die Aufstellung, dass die radiären Zellenfäden der Leukocyten dauernde kontraktile Bildungen sind, dass sie als solche dauernd in gleichmässigen Abständen an der Zellenoberfläche inseriren und dass der Kern, was sich hieraus von selbst ergibt, in dieses Fadenwerk unter Auseinanderbiegung einer Anzahl von Radien gewissermassen hineingesteckt ist.

Ueber die thatsächlichen Grundlagen dieser Annahmen, soweit sie zunächst auf sichtbaren Zellstrukturen beruhen, hat sich jüngst *Drüner* in seinen ausgezeichneten: „Studien über den Mechanismus der Zellteilung“ ganz eingehend ausgesprochen. Ich stimme mit seiner Kritik der Bilder, auf die *Heidenhain* sich stützt, im Wesentlichen überein, so dass ich auf seine Abhandlung verweisen kann. Nur das, wie mir scheint, unanfechtbare Re-

---

<sup>1)</sup> Die Einschaltung: „der Länge“ halte ich für überflüssig und eher für störend.

sultat dieser kritischen Untersuchung setze ich hieher: 1) *Heidenhain's* Bilder liefern für die Annahme einer dauernden Insertion der radiären Zellenfäden in gleichen Abständen an der Zelloberfläche keine genügenden Anhaltspunkte. Ueberhaupt ist es sehr fraglich, ob solche ausgedehnte Radiensysteme, wie sie *Heidenhain* abbildet, als ein reguläres Vorkommnis bei Leukocyten angesehen werden können. 2) Der nach *Heidenhain's* Annahme notwendige bogenförmige Verlauf der durch den Kern auseinandergespreizten Radien um den Kern herum existirt nicht, ist wenigstens an keiner Abbildung *Heidenhain's* zu constatieren; wohl aber liefert dieser Autor selbst Bilder, die dieser Annahme widersprechen.

Also zu sehen ist von dem postulierten Verhalten nicht viel. Nun ist ja nichts dagegen einzuwenden, dass ein Autor gewisse Annahmen macht, wenn er mit denselben im Stande ist, eine Gruppe scheinbar unabhängiger und heterogener Erscheinungen einheitlich zu erklären. *Heidenhain* hat auch in der That einen solchen Versuch gemacht, indem er die Stellung des Centrosoma im Zellkörper und zum Kern, sowie die Polymorphie des Kerns der Leukocyten gemeinsam aus jenen Annahmen erklären zu können glaubt. Durch äusserst sorgfältige Analyse einer grossen Zahl von Einzelfällen ist es ihm gelungen, in diesen Formen- und Stellungsverhältnissen eine gewisse nicht zu bezweifelnde Gesetzmässigkeit nachzuweisen, die man folgendermassen formulieren können: 1) das Centrosoma des Leukocyten sucht die Mitte des Zellkörpers einzunehmen, 2) der Kern hat die Tendenz, sich an die Peripherie zurückzuziehen und — unter gewissen Einschränkungen — hier seine Masse möglichst allseitig zu verteilen, woraus die bekannte Ringform der Kerne und alle möglichen Annäherungsformen an dieselbe resultiren. So dankenswert mir nun der Nachweis einer solchen Gesetzmässigkeit zu sein scheint, so wenig kann ich die Erklärung, die *Heidenhain* auf Grund der oben reproducirten Annahmen für dieselbe gibt, als richtig anerkennen. Oder mit anderen Worten: ich kann nicht finden, dass durch die aufgeführten Stellungsgesetze jene in keiner Weise durch sichtbare Strukturen gestützten Annahmen über das Verhalten der organischen Radien gerechtfertigt seien, sondern glaube im Gegenteil zeigen zu können, dass gewisse Formen des Kerns mit *Heidenhain's* „Spannungsgesetz“ direkt unverträglich sind. Bei dieser Mög-

lichkeit, die *Heidenhain'sche* Theorie aus seinen eigenen Abbildungen zu widerlegen, kann ich über die allgemeinen Einwendungen, die gegen dieselbe zu machen sind, ziemlich kurz hinweggehen.

Was zunächst die centrale Stellung der Centrosoma im Zellkörper anlangt, so kann dieselbe für sich allein die Annahme eines von allen Seiten auf das Centrosoma ausgeübten Fibrillenzuges nicht rechtfertigen. Denn wo wir etwas Genaueres über die Erscheinung, dass das Centrosoma den Mittelpunkt der Zelle einzunehmen sucht, wissen, z. B. bei der Wanderung des Sperma-Centrosoma im Seeigel-Ei, kann an eine Erklärung durch Zug gar nicht gedacht werden; vielmehr spricht manches dafür — und diesen Standpunkt hat jüngst auch *Drüner* vertreten — dass die gesetzmässigen Stellungen der Centrosomen in der Zelle und zu einander auf einer Art Propulsionskraft ihrer Radien, also gerade auf einem dem *Heidenhain'schen* Prinzip entgegengesetzten beruhen.

Wenn nun *Heidenhain* weiterhin erklärt, dass seine Annahmen die Polymorphie des Kerns verständlich machen, so ist hiezu zu bemerken, dass die auffallendste Erscheinung der Polymorphie: die Durchschnürungen der Kerne in mehrere Stücke mit feinsten langausgezogenen Verbindungsfäden, gänzlich unerklärt geblieben sind, und ich wenigstens wüsste auch nicht, wie sie aus dem Spannungsgesetz, selbst unter der weiteren Annahme einer lokalen Fibrillenkontraktion, erklärt werden könnten. Es scheint mir also von vornherein sicher, dass bei dem Formenwandel des Kerns andere Ursachen die wichtigste Rolle spielen, und es trifft nicht ganz zu, wenn *Heidenhain* angibt, dass seine Hypothese die Polymorphie erklären könne. Thatsächlich beschränkt er sich auch auf eine Erläuterung gewisser Umformungen des ursprünglich als Kugel zu denkenden Kerns. So sieht er zunächst (pag. 509) als unmittelbare Folgewirkung der Fibrillenspannung „jene kleinen Dellen oder Abflachungen der sonst convex gewölbten Kernmembran an, welche sich so überaus häufig in nächster Nachbarschaft der Sphaere am Kern finden.“ Hier liegt jedoch ein Irrtum vor; nach *Heidenhain's* Spannungsgesetz allein sind solche Einbuchtungen unmöglich und ihr häufiges Auftreten spricht also gegen seine Erklärung. Für die weiteren Umgestaltungen des Kerns zu den charakteristischen gekrümmten Wurstformen hat er denn auch eine Hilfsannahme

nötig, dass nämlich (pag. 510) irgend eine Gruppe von Radien aus irgend welchen Ursachen das Uebergewicht erhält, wie das ja sehr leicht möglich sei. Allein wenn einmal angenommen wird, dass „irgend eine Gruppe“ der Radien sich für sich allein besonders stark contrahiren kann, dann müssen sehr viele andere Stellungsverhältnisse von Centrosoma und Kern möglich sein und wenn solche nach *Heidenhain's* Angaben nicht vorkommen, so ist die weitere Hilfsannahme zu machen, dass immer nur solche Fibrillengruppen sich contrahieren, die zum Kern bestimmte Lagebeziehungen haben und unter diesen wieder solche, die symmetrisch auf den Kern einwirken. Dies ist aber eine Complication von Annahmen, die mit Rücksicht auf den fast gänzlichen Mangel thatsächlicher Grundlagen den erklärenden Wert der Theorie sehr zusammenschumpfen lässt.

Man kann jedoch von allen diesen Einwendungen ganz absehen, man kann ausser Betracht lassen, dass eine Reihe von Vorfragen unerledigt geblieben sind, man braucht nicht darauf aufmerksam zu machen, dass unter den Bildern, die Flemming (23) von Leukocyten gibt, mehrere sind, die sich kaum mit *Heidenhain's* Annahmen vereinigen lassen; — man kann sich vielmehr mit der Thatsache begnügen, dass *Heidenhain* selbst Abbildungen gegeben hat, die die Unhaltbarkeit seiner Theorie ohne Weiteres beweisen. Das sind die Figuren 10, 21, 31 und 34, wo er Querschnitte durch die charakteristischen Hufeisenkerne vorführt. Sein Spannungsgesetz verlangt unter allen Umständen, dass der Querschnitt eines solchen Kerns in der Richtung der organischen Radien verlängert ist; denn diese drücken auf ihn ungefähr senkrecht zu ihrer eigenen Richtung und müssen ihn zwingen, nach der Richtung, wo kein Widerstand ist, d. i. in radialer Richtung nach Innen und Aussen auszuweichen. Und wenn nun in Wirklichkeit die Kernquerschnitte annähernd kreisrund sind, ja bei manchen der auf den organischen Radien senkrecht stehende Durchmesser der grösste ist (Fig. 34), so folgt daraus mit vollkommener Sicherheit, dass *Heidenhain's* Annahmen nicht zutreffen. —

Dass nun weiterhin die auf solcher Grundlage sich aufbauenden Vorstellungen über die Mechanik der Karyokinese zum mindesten ebenso unbegründet sind, kann nicht Wunder nehmen. Genau genommen ist es auch nur eine einzige Er-

scheinung, die *Heidenhain* mit seinen Prinzipien erklären kann, nämlich das Auseinanderweichen der Tochtercentrosomen zu ihrer symmetrischen Stellung in den Polen der karyokinetischen Figur. Indem er auch hier sein Spannungsgesetz anwendet und weiterhin annimmt, dass bei der Teilung der Centrosomen jede Hälfte die Hälfte der organischen Radien auf sich übernimmt, lässt sich eine Ueberführung seines Ruhestadiums der schematischen Figur 85 in eine Anordnung, wie sie etwa dem Schema Fig. 87 B entspricht, in der That erklären. Dass mit dieser Möglichkeit allein noch nichts geleistet ist, ist selbstverständlich, und es fragt sich also: geht die Entwicklung der karyokinetischen Figur wirklich so vor sich, dass diese Erklärung zulässig erscheint? *Heidenhain* bezieht sich auch hier zunächst auf die Leukocyten; allein da die Annahmen, die er für diese Zellen im ruhenden Zustand macht, nicht stichhaltig sind und da er von sich teilenden Leukocyten nichts mitteilt, auch keine Abbildungen davon gibt, muss man sich an das halten, was von anderen Zellen über diese Phasen der Mitose bekannt ist. Alles dies aber scheint nur gegen *Heidenhain's* Erklärungsversuch zu sprechen.

Fürs Erste ist die Grundannahme eines dauernden Bestandes und einer dauernden Insertion der „organischen Radien“ am Centrosoma und an der Zellenoberfläche nirgends bewiesen und kann für die meisten untersuchten Zellen ausgeschlossen werden. Speziell in jenem Stadium, wo die Tochtercentrosomen auseinanderweichen, kann es für viele Zellen als völlig sicher betrachtet werden, dass kein Radius die Oberfläche erreicht. Lasse ich auch die *Ascaris*-Eier hier ausser Betracht, deren körnige Kugeln im Umkreis der Centrosomen etwas Ungewöhnliches zu sein scheinen, und halte ich mich nur an das, was ich sonst von jenen Stadien der Centrosom-Teilung gesehen habe, oder was in der Literatur darüber vorliegt, so sind die Verhältnisse, die man dabei wahrnimmt, nicht anders zu deuten, als dass zu dieser Zeit die Radiensysteme — dieser spezifischen Anordnung nach — sich gänzlich neu bilden. Zuerst sieht man nur im nächsten Umkreis des noch einfachen oder schon geteilten Centrosoms verschwommene unregelmässig strahlige Strukturen, erst nach und nach greifen sie weiter hinaus und gehen unter allmählichen Uebergängen in die äusserst regelmässigen aus scharf abgesetzten und isolierbaren Fäden zusammengesetz-

ten Strahlenkugeln über. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich mich auch der Ansicht *Heidenhain's*, wonach die Radien am Centrosoma inserieren sollen, nicht ausschliessen kann. Zu sehen ist davon jedenfalls nichts. Das Centrosoma liegt vielmehr als ein ringsum wohl begrenzter, vielleicht stets von einem radienfreien Raum umgebener Körper da. Wenn sich die fertig ausgebildete Strahlenkugel — nach den Zugwirkungen ihrer Fädchen zu urteilen — als ein im Centrum zusammengehaltenes, in sich verfertigtes System darstellt, so scheint mir das darauf zu beruhen, dass sich die Radien selbst im Umkreis des Centrosoma zu einer einheitlichen Bildung vereinigen, aus der dieses Centralorgan weggenommen werden könnte, ohne dass sich in den mechanischen Verhältnissen etwas ändern würde.

Enthält das oben Gesagte schon genügende Gründe gegen *Heidenhain's* Erklärungsversuch, so ist ein weiterer Einwand der, dass nach seinen Vorstellungen bei der Spaltung des einheitlichen Radiensystems in zwei ein äusserst charakteristischer und in seiner Form genau bestimmbarer, der Spaltungsebene entsprechender Defekt auftreten müsste, in Gestalt eines radienfreien Doppelkegels, mit den beiden Centrosomen als Spitzen und einer im zugehörigen Aequator die Zellenoberfläche erreichenden Ebene als gemeinsamer Basis. Auch in den Fällen, wo eine Centralspindel entsteht, müsste dieser Defekt aufs Deutlichste sichtbar sein. Nirgends aber finde ich etwas dem Entsprechendes. Woher endlich die Fädchen stammen, die wir einstweilen bei der Karyokinese als die wichtigsten ansehen müssen, diejenigen nämlich, welche sich an die Chromosomen anheften, dies bleibt bei *Heidenhain's* Annahme ganz un-  
aufgeklärt.

Direkt unverträglich aber mit seiner Hypothese sind die Thatsachen, die wir über die Ortsveränderungen der Radiensysteme im Zellkörper kennen. Die beiden Strahlenkugeln verhalten sich — wenigstens auf gewissen Stadien — nicht wie Systeme rings befestigter im Centrum verknüpfter Fäden, sondern wie frei bewegliche, fast möchte ich sagen: schwimmende (schwebende) Körper, die als Ganzes höchst beträchtliche Verlagerungen erleiden können. Hier sind vor allem diejenigen Fälle von Wichtigkeit, wo, wie bei der Richtungskörperbildung, die Achse der karyokinetischen Figur aus tangentialer in radiale Stellung übergehen kann. Nach *Heidenhain's* Annahmen ist die

Stellung eines dicentrischen Radiensystems eine unabänderliche, eine solche Drehung der dicentrischen Figur wäre also nach seinem Spannungsgesetz ganz unmöglich.

Von allen diesen Thatsachen nimmt *Heidenhain* keine Notiz; nirgends finde ich bei ihm Rücksicht auf das, was wir direkt von den lebenden Zellen wissen, nirgends merkwürdiger Weise Berücksichtigung dessen, was uns die Beobachtung des Lebens einigermassen ersetzen kann: die Verfolgung der verschiedenen Entwicklungsstadien, welche die Zellstrukturen durchlaufen, an einer möglichst lückenlosen Serie von Präparaten. Sondern auf die Strukturen, die ihm Schnitte von in Sublimat gehärteten ruhenden Zellen darbieten, baut er seine celluläre Mechanik auf; die Unveränderlichkeit des Zellenleichnams wird ihm zur Starrheit der Organisation, und an die Stelle des Studiums der Umwandlungsvorgänge tritt deren Construction a priori.

Dieses Verfahren zeigt sich am Stärksten in den Abschnitten über die Protoplasmastruktur und die „Microcentren“ der Riesenzellen. Hier werden Annahmen auf Annahmen gehäuft und Dinge als gesicherte Resultate hingestellt, für die ich auch nicht die Spur eines Beweises zu entdecken vermag. Und ich gestehe, dass ich immer wieder verblüfft die Abbildungen durchgesehen und mich gefragt habe, wie solche Präparate zu solchen Folgerungen führen können.

Wenn ich dies alles so scharf betone, so geschieht es einmal des überaus sicheren Tones wegen, mit dem *Heidenhain* alle diese Dinge vorträgt, sodann aber, weil in einem sonderbaren Gegensatz zu dieser Forschungsweise die Beurteilung steht, die *Heidenhain* den Bestrebungen anderer Autoren zu Teil werden lässt. So sehe ich mich genötigt, einiges von diesen Urteilen, soweit es auf meine eigenen Arbeiten Bezug hat, hier einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

#### 4. Die Theorie der Insertionsmittelpunkte und die Theorie der materiellen Herrschaft.

In *Heidenhain's* Abhandlung ist das XVII. Capitel der Frage nach der physiologischen Bedeutung der Centrosomen gewidmet. Der Autor bekennt sich hier als Schüler *E. van Beneden's*, der als Begründer einer „Theorie

der Insertionsmittelpunkte“ den richtigen Weg gezeigt habe zur Erklärung cellulärer Mechanik. Neben dieser Theorie gibt es aber nach *Heidenhain* noch eine zweite, die er als die „der materiellen Herrschaft“ der Centrosomen bezeichnet. Diese Theorie, die sich damit befasst, „auf das zu spekulieren, was man nicht beweisen kann“ (pag. 668), soll in voller Breite in meinen Arbeiten zu finden sein (pag. 676); und da überhaupt kein anderer Name als der meinige als Vertreter derselben genannt ist und also die ziemlich verächtliche Beurteilung, die die „Theorie der materiellen Herrschaft“ von *Heidenhain* erfährt, sich als gegen meine Erklärungsversuche gerichtet darstellt, so möge man mir gestatten, einiges zu meiner Verteidigung zu sagen.

Wenn mich *Heidenhain* als den Urheber der „Theorie der materiellen Herrschaft“ der Centrosomen anführt und *E. van Beneden* als dem Begründer der „Theorie der Insertionsmittelpunkte“ gegenüberstellt, so kann ich nicht umhin, vor allem zu erklären, dass *van Beneden* überhaupt keine Theorie der bei der Kern- und Zellteilung wirkenden Kräfte aufgestellt hat. *Van Beneden* hat mit dem Scharfblick, der alle seine Untersuchungen auszeichnet, den Gedanken ausgesprochen, dass die Bewegungserscheinungen in der Zelle auf der Thätigkeit kontraktiler Fibrillen beruhen, und dieser Gedanke hat sich, wie mir scheint, als ein fruchtbarer erwiesen. Aber von irgend welchem Beweis für die Richtigkeit jener Annahme finde ich bei *van Beneden* nichts. Speziell von den karyokinetischen Erscheinungen hat *E. van Beneden* zwar eine einzige Phase: das Auseinanderweichen der Tochter-Chromosomen mit dem genannten Princip zu erklären versucht; allein er hat sie, wie ich aus seinen eigenen Abbildungen nachweisen konnte, falsch erklärt.

So hat also der belgische Forscher wohl den Satz aufgestellt: „Dans notre opinion tous les mouvements internes, qui accompagnent la division cellulaire, ont leur cause immédiate dans la contractilité des fibrilles du protoplasme cellulaire et dans leur arrangement en une sorte de système musculaire radiaire, composé de groupes antagonistes.“ Aber über diese Behauptung geht seine Leistung auf diesem Gebiet durchaus nicht hinaus, und es scheint mir hiefür die Bezeichnung „Theorie“ keineswegs am Platz zu sein.

Komisch aber ist an diesem Sachverhalt, dass jene „Theorie der Insertionsmittelpunkte“, welche *Heidenhain* mit Unrecht dem belgischen Forscher zuschreibt und die er als Gegensatz zu meinen Anschauungen proclamiert und verfiicht, von mir wirklich so weit ausgestaltet worden ist, dass man hier vielleicht von einer Theorie sprechen könnte, obgleich ich auf diese Bezeichnung meines Erklärungsversuches nie Anspruch erhoben habe. Aber ich habe es doch wenigstens zum ersten Mal unternommen, die Erscheinungen der Kernteilung, soweit es sich um passive Bewegungen der Chromosomen handelt, aus dem Formenwandel der centrierten Systeme und ihren nachweisbaren Verknüpfungen mit anderen Bestandteilen der Zelle mechanisch abzuleiten. In strengster Anlehnung an das, was in den Präparaten zu sehen ist und unter Hinzuziehung lehrreicher abnormer Fälle vermochte ich eine Reihe von Bewegungserscheinungen der Chromosomen verständlich zu machen und ich glaube vor allem die für das ganze Problem weitaus wichtigsten Phasen: die allmähliche Entstehung der karyokinetischen Figur, worüber bis dahin nur sehr unzureichende Beobachtungen — von *van Beneden* übrigens gar keine — vorlagen, in einer Weise aufgeklärt zu haben, dass danach der eigentliche Kernteilungsakt fast als notwendige Folge der aus jenem Aufbau sich ergebenden Constitution der Teilungsfigur erscheint. Das Contraktionsbestreben als identisch zu denkender von zwei Centren ausstrahlender Radien und die nachweisbare Insertion derselben an den Chromosomen und an der Zellmembran, das waren in der Hauptsache die Momente, auf der die ganze Erklärung beruht, die sonach genau dem entspricht, was *Heidenhain* als „Theorie der Insertionsmittelpunkte“ bezeichnet hat.

Was ich schon damals betonte, wiederhole ich auch hier: dass ich das Unvollkommene und Mangelhafte dieses Erklärungsversuches sehr wohl fühle; immerhin darf ich mit Befriedigung constatieren, dass meine Bestrebungen auf diesem Gebiet anderen Autoren zur Grundlage weiteren Fortschrittes geworden sind. Ich habe hier vor allem die schon mehrfach erwähnten ausgezeichneten Untersuchungen *Drüner's* im Auge, der für Amphibien-Zellen die vor allem von *Flemming* (24) und *Hermann* (33) begonnene Analyse der karyokinetischen Figur beträchtlich gefördert und daraufhin die Mechanik des Teilungsvorganges in

einer, wie mir scheint, äusserst befriedigenden Weise aufgeklärt hat. Gerade dass hier in mancher Hinsicht andere Verhältnisse bestehen als an meinem Untersuchungsobjekt, welche Unterschiede, wie ich schon früher darlegte (11, pag. 9 und 119, Anmerkung) auch eine andere Mechanik zur Voraussetzung haben müssen, und dass es nun doch gelang, hier wie dort die gleichen Grundprinzipien als zulässig zu erkennen, die Differenzen aber aus den besonderen Bedingungen der beiderlei Zellenarten zu erklären, erhöht mir die Sicherheit, dass der eingeschlagene Weg im grossen Ganzen der richtige gewesen ist.

Die wesentlichste Besonderheit in den mechanischen Verhältnissen bei der Teilung der von *Drüner* untersuchten Zellen liegt in der Rolle, welche die hier zur Entwicklung kommende *Centralspindel* spielt. Die Ergebnisse, die *Drüner* hierüber gewonnen hat, sind höchst interessant, und überhaupt gewährt das Zustandekommen der Teilungsfigur, wie er es an einer Reihe vorzüglicher Abbildungen klar legt, die erfreulichsten Einblicke in das wunderbare Getriebe cellulärer Bewegungsvorgänge. Auch die Vorstellungen, die *Drüner* über die Wirkung der wachsenden und peripher nicht befestigten Radian entwickelt, dass sie nämlich durch ihre Ausbreitung einen Druck ausüben<sup>1)</sup> und somit Lageveränderungen sowohl der Centrosomen wie auch der Kernteile bewirken, scheinen mir sehr wertvoll zu sein zur Erklärung vieler Stellungsverhältnisse und wohl von allgemeiner Gültigkeit.

Allein dass nach wie vor eine Reihe von Erscheinungen übrig bleibt, die jeder Erklärung spotten, darf nicht verschwiegen werden. Ich nenne nur die nächstliegenden. Wie die Strahlenfiguren im Umkreis der Centrosomen sich bilden, durch welche Kräfte die Centrosomen zuerst von einander wegbewegt werden, (denn sie sind in vielen Fällen beträchtlich entfernt, ohne dass dies auf Expansion von Radian zurückgeführt werden kann), wie die Formveränderungen des Zellkörpers und besonders der Vorgang der Protoplastenteilung erklärt werden muss, das bleibt völlig unklar. Zwar hat *Drüner* nach den schematischen Figuren von *van Beneden* und *Neyt* auch über diesen letzten

---

<sup>1)</sup> Aehnliche Ideen, wenn auch in ihrer Anwendung der Hauptsache nach durchaus verfehlt, hat schon *Watasé* geäussert.

Punkt gewisse Aufschlüsse zu geben versucht, und es ist ja ein sehr naheliegender und verlockender Gedanke, hiefür gleichfalls Contractionen gewisser Radien verantwortlich zu machen, wie auch *Heidenhain* dieses Moment zur Erklärung der Einschnürung des Zellenkörpers heranzieht. Es muss jedoch bemerkt werden, dass die Bilder auf Tafel VI bei *van Beneden* und *Neyt* ausdrücklich als *Schemata* bezeichnet sind und dass z. B. der vielfach herangezogenen Fig. 1 dieser Tafel sicherlich keine Realität zukommt. Es ist hievon weder auf den entsprechenden Figuren der Tafel I noch an den der Abhandlung beigegebenen Photographien etwas zu sehen; mir selbst, der ich seit meiner Publication noch manches neue Präparat von *Ascaris*-Eiern untersucht habe, ist niemals etwas Derartiges zu Gesicht gekommen und auch die Abbildungen von *van Beneden's* Schüler *Herla* lassen nichts davon erkennen. Wenn man aber alles überblickt, was über die Radienanordnung bei der Teilung des Zellkörpers bekannt ist, so kommt man, meiner Meinung nach, zu dem Resultat, dass bei diesem Vorgang ganz andere Kräfte wirksam sein müssen, von denen wir eben noch gar nichts wissen.

Die Aufstellung dieser vorläufigen Grenzen unserer Einsicht war es offenbar, die *Heidenhain* veranlasst hat, mich zum Urheber der Theorie einer mystischen „materiellen Herrschaft“ der Centrosomen zu stempeln. In dem Vorwurf, den er mir hiedurch machen will, kommt eine von der meinigen prinzipiell verschiedene Denkweise zum Ausdruck, worüber ein Paar Worte nicht unnütz sein dürften. Ich habe die Worte „Herrschaft“ und „beherrschen“ von den Centrosomen in der That an verschiedenen Stellen gebraucht; der Zusammenhang, in welchem ich sie angewendet habe, lässt, glaube ich, keinen Zweifel, wie diese Ausdrucksweise gemeint war. Eine solche Stelle, in deren Zusammenhang das Wort beherrschen vorkommt, hat *Heidenhain* citiert. Es handelt sich um die Ueberführung der einen Astrosphaere (Archoplasmakugel) in zwei. Hierüber heisst es in meiner Abhandlung (pag. 70): „Die Lagebeziehungen zwischen Archoplasma und Centrosomen involvieren einen dynamischen Zusammenhang zwischen beiderlei Bildungen, der sich ganz allgemein etwa folgendermassen formulieren lässt: Das Centrosoma übt auf das in der Zelle enthaltene Archoplasma eine Attraktion aus der Art, dass es, um

sich selbst als Centrum, diese Substanz zu einer dichten körnigen Kugel contrahiert. Nach diesem Satz ist die Teilung der ursprünglich einheitlichen Archoplasmamasse die einfache Folge des Vorhandenseins und Auseinanderrückens zweier gleich stark wirkender Centrosomen. Wären drei solche Körperchen vorhanden, so müsste sich das Archoplasma in drei Kugeln spalten. So lange die beiden Centrosomen einander dicht benachbart sind, fallen ihre Wirkungssphären zum grössten Teil zusammen und bedingen im Archoplasma nur eine geringe Abweichung von der Kugelgestalt. Je mehr sie sich von einander entfernen, umso kleiner wird der gemeinsame Bereich der beiden Sphaeren, umso schärfer die Einschnürung des Archoplasmas zur Bildung zweier kugeligen Hälften, bis diese sich endlich vollkommen von einander loslösen.“ Und in kurzer Zusammenfassung des hier Ausgeführten sind die Centrosomen weiter unten als körperliche Centren bezeichnet, welche das Archoplasma beherrschen.

Eine andere Stelle, die noch deutlicher ist, findet sich auf pag. 131. Hier heisst es: „Wenn ich auch den vorstehenden Beobachtungen über das Zustandekommen der Zellteilung keinerlei Angaben hinzufügen kann über die Kräfte, welche diese Zerlegung bewirken, so scheint mir doch wenigstens das Eine mit ziemlicher Sicherheit behauptet werden zu können, dass die Teilung der Zellsubstanz in irgend welcher Weise von den beiden Centrosomen abhängig ist. Gibt sich ein solcher Einfluss dieser Centren auf die Zerlegung des Zellkörpers besonders klar in jenen unten zu betrachtenden pathologischen Fällen zu erkennen, wo mehr als zwei Centrosomen vorhanden sind, so spricht sich derselbe doch auch schon in dem normalen Verlauf der Teilung recht deutlich aus, darin nämlich, dass die Teilungsebene stets genau die Verbindungslinie der beiden Centralkörperchen senkrecht halbiert. . . . . (pag. 132). Solange über die Art dieses Einflusses keine bestimmten Aufschlüsse zu erlangen sind, wird man sich mit der allgemeinen Vorstellung begnügen müssen, dass jedes in einer Zelle vorhandene Centrosoma in einem gewissen Umkreis eine gewisse nicht näher zu bestimmende Herrschaft über das Protoplasma ausübt.“

Das ist also, wie mir scheint, nicht „Spekulation auf Dinge, die man nicht beweisen kann“, sondern genau das Gegenteil: das Eingeständnis des Autors, dass es ihm bei diesen

Vorgängen nicht möglich gewesen ist, über die treibenden Kräfte etwas zu ermitteln, und dass er es für zwecklos hält, sich über diese Kräfte, ohne dass das Objekt selbst bestimmte Anhaltspunkte an die Hand gibt, in freien Phantasien zu ergehen. Dagegen sollten jene Sätze dazu dienen, das Bestehen einer — ihrer Natur nach einstweilen nicht erkennbaren — Abhängigkeit zu constatieren, und sie enthalten den Versuch, diese Abhängigkeit in eine vorläufige Formel zu bringen. Es sollte, genauer gesagt, ein Ausdruck gefunden werden für eine Gesetzmässigkeit, die sich in den Beziehungen zwischen den Centrosomen und dem Archoplasma (den Strahlenfiguren) und zwischen den Centrosomen und der Protoplasmateilung unter verschiedenen Bedingungen wiederholt.

Dass solche Formulierungen zur Methode der Naturforschung gehören, dürfte nicht zu bezweifeln sein; ob sie mir gelungen sind, und nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen noch brauchbar, ist eine Frage für sich. Immerhin scheint es mir, dass man auch heute noch die Centrosomen als Attraktionscentren für das Archoplasma bezeichnen dürfe und dass die Gesamtheit der Beziehungen, die wir bei der Entstehung und bei der Teilung der Radiensysteme unter normalem und abnormem Verlauf, bei der Zellteilung und bei der Befruchtung, constatieren können, einstweilen nicht besser als durch diese Formel ausgedrückt werden kann.

*Heidenhain* legt mir (pag. 676) die Frage vor, warum denn zwei durch Teilung entstandene Centrosomen auseinanderrücken<sup>1)</sup>, warum sie nicht neben einander liegen bleiben? Ja, ich weiss es nicht; und da ich für das Zustandekommen dieser Bewegung eine Anzahl von Möglichkeiten sehe und jedenfalls noch viel

---

<sup>1)</sup> *Heidenhain* erwähnt bei dieser Gelegenheit, dass nach meiner eigenen Meinung eine abstossende Kraft zwischen den Centrosomen nicht anzunehmen sei. Es ist dies jedoch nicht ganz richtig. Ich habe wohl für die Centrosomen der fertigen Spindel gesagt, dass für die Annahme einer abstossenden Kraft zwischen ihnen kein Grund vorliegt, keineswegs aber habe ich dies für jenes Stadium behauptet, wo die aus der Teilung hervorgegangenen Schwestercentrosomen sich auseinanderbewegen. Ja ich bin, auf Grund der Polyspermie-Erscheinungen, wirklich geneigt, für gewisse Stadien eine auf bestimmte Entfernungen wirksame abstossende Kraft zwischen allen in einer Zelle vorhandenen Centrosomen anzunehmen, mag nun diese Abstossung auf Druckwirkung der Radien oder auf etwas anderem beruhen.

mehr bestehen, und da andererseits an den Präparaten nichts zu finden ist, was für eine derselben spräche oder die anderen ausschliesse, so warte ich einstweilen, bis uns neue Erfahrungen etwas in dieser Frage Entscheidendes zuführen. *Heidenhain* dagegen erklärt einfach: die beiden Centrosomen werden durch Zug der an ihnen und an der Zellmembran festgehefteten organischen Radien auseinandergeführt. Dass von der Fadenanordnung, welche bei diesem Vorgang auftreten müsste, nirgends etwas zu sehen ist, scheint für ihn nicht in Betracht zu kommen. Ja, er geht sogar soweit, von mir zu sagen (pag. 675): „Dieser Autor hätte nach seinen ausgezeichneten Erfahrungen während der späteren Stadien der Mitose, so dünkte ich, auch für die früheren eine fädige Struktur des centrierten Protoplasmas oder seines „Archoplasmas“ voraussetzen können.“ Dieses „Voraussetzen“ bezeichnet genau die ganz verschiedene Auffassung, die wir beide von der Aufgabe des Naturforschers haben; denn ich bin der Meinung, dass, wenn ich eine Bewegung durch Zug kontraktiler Fibrillen erklären will, ich diese Fibrillen nicht voraussetzen darf, sondern wirklich nachgewiesen haben muss.

*Heidenhain* bringt endlich gegen meine Auffassung der Centrosomen als Attraktionscentren den Einwand, dass nach dieser Anschauung, wenn an den einen Pol zwei Centrosomen zu liegen kommen, doch hier eine stärkere Attraktionswirkung und also eine stärkere Archoplasmaansammlung zu Stande kommen müsse, was nicht der Fall sei. Hier möchte ich nun fragen, woraus *Heidenhain* denn schliesst, dass dies nicht eintrete; denn mir ist kein Fall bekannt, dass beim Vorhandensein dreier Centrosomen zwei davon zu einem Pol werden und es wäre also erst die Constatierung eines solchen Ereignisses abzuwarten.

Ich weiss wohl, dass *Heidenhain* hier erwidern wird, er habe ja für die Leukocyten den Nachweis geführt, dass zwei, ja unter Umständen vielleicht drei Centrosomen zu einem Spindelpol werden können. Allein selbst in diesem Punkt, wo es sich um Feststellung eines Thatbestandes zu handeln scheint, muss ich widersprechen und behaupten, dass *Heidenhain* nur durch Verwirrung bisher gültiger Begriffe zu dieser Aufstellung gekommen ist.

## 5. Ueber den Begriff des Centrosoma.

Wir stehen vor der Frage, was man unter einem Centrosom zu verstehen habe. *Heidenhain* hat diese Frage in einem besonderen Kapitel erörtert und eine Definition des Centrosoma aufgestellt, die in erster Linie auf seinen Resultaten über diese Gebilde bei den Leukocyten beruht. Die Schlüsse, die er aus seinen an diesen Zellen gewonnenen, an sich ganz ausgezeichneten Beobachtungen zieht, stehen mit dem, was man bisher über die Centrosomen wusste oder zu wissen glaubte, in den wesentlichsten Punkten im Widerspruch. Hielt man es bisher für feststehend und für eine der wichtigsten Erkenntnisse, dass die Zweiteilung des Centrosoma die erste Vorbereitung zur Zellteilung sei, indem in den so geschaffenen zwei Körperchen die Centren der beiden zu bildenden Tochterzellen gegeben seien, so erfahren wir nun, dass die Vermehrung der Centrosomen mit der Zellteilung in gar keinem unmittelbaren Verhältnis steht. Liess man bisher die beiden Tochtercentrosomen unter Vermittlung eines Hantelstadiums aus dem Muttercentrosom entstehen, so versichert *Heidenhain*, dass er dies für völlig irrtümlich halte. Und endlich, war man bisher der Ueberzeugung, dass ein Spindelpol dadurch bestimmt und bedingt sei, dass hier ein Centrosom liege, so behauptet *Heidenhain*, dass hier auch zwei oder drei vorhanden sein können, so dass also unter Umständen eine sich neu bildende Zelle ihre Existenz bereits mit drei Centrosomen beginnt.

Woher nun diese Umwälzung in scheinbar gesicherten Resultaten und diese ganz neuen Einsichten? Einfach daher, dass *Heidenhain* das, was man nach dem bisherigen Gebrauch als Centrosoma bezeichnen müsste, Microcentrum nennt und die Bezeichnung Centrosom auf gewisse Inhaltskörper des bisherigen Centrosoms überträgt, die nun in der That sich so verhalten, wie er es angibt.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Dass *Heidenhain* später unter „Microcentrum“ wieder etwas gänzlich anders zu Beurteilendes versteht, wodurch die Verwirrung gar auf den Höhepunkt gebracht wird, darauf komme ich unten zurück.

Was berechtigt aber zu diesem Verfahren, einen in bestimmtem Sinn gebrauchten Namen von dem Ding, das damit gemeint war, wegzunehmen und auf etwas anderes neu Entdecktes zu übertragen? <sup>1)</sup>

Hiezu scheint für *Heidenhain* vor allem der Umstand massgebend zu sein, dass er der Meinung ist, der bisherige Begriff des Centrosoms vertrage sich nicht mehr mit den neueren und speziell mit seinen eigenen Erfahrungen. Einen gewissen Anschein von Berechtigung erhält diese Meinung dadurch, dass es sich in den einzelnen Fällen, wo Centrosomen genauer beschrieben worden sind, offenbar um Gebilde von verschiedener Constitution handelt. *Heidenhain* glaubt nun, dass allen diesen Dingen, sei es in der Einzahl oder in der Mehrzahl ein gleiches, morphologisch nicht mehr teilbares Element zu Grunde liege, welches er vor allem dadurch für charakterisiert hält, dass es eine spezifische Affinität für die Haematoxylin-eisenfarbe besitze. Diesem Element vindiciert er den Namen Centrosoma.

Ich würde nun — worauf ich unten zurückkomme — selbst für den Fall, dass diese spezifisch färbbaren *Heidenhain'schen* Granula überall nachweisbar wären, es für unrichtig halten, auf diese Dinge ohne weiteres, lediglich nach dem angeführten Kriterium, den Namen „Centrosomen“ zu übertragen.

Allein davon einstweilen abgesehen, so gering auch unsere Erfahrungen über die Constitution der im Centrum der Astrosphaeren gelegenen Bildungen gegenwärtig noch sind, so lässt sich doch jetzt schon behaupten, dass die *Heidenhain'sche* Definition nicht für alle Fälle Geltung hat. Zum Beweis brauche ich nur an das zu erinnern, was ich oben über die Centrosomen des Seeigel-Eies mitgeteilt habe. Hier erscheint bei der Haematoxylin-Eisenfärbung, selbst wenn dieselbe noch gar nicht auf's äusserste differenziert ist, im Centrum einer jeden Astrosphaere der ersten Furchungsspindel eine grosse blasse Kugel, in der, durchaus nicht constant, ein schwarzes Gerüstwerk von verschiedener Anordnung und Dichtigkeit nachweisbar ist. Selbst

---

<sup>1)</sup> Vgl. hiezu Seite 637 bei *Heidenhain*, wo sich der Autor darüber beklagt, dass „viele Autoren es für vollkommen überflüssig halten, die histologischen Begriffe in präciser Weise ihrer ursprünglicher Geltung nach anzuwenden“.

wenn man annehmen wollte, dieses Gerüst sei stets vorhanden und nur in manchen Präparaten durch zu starke Extraktion verschwunden, so wüsste ich nicht, wie man dieses Schwammwerk oder Fädchenwerk unter den *Heidenhain'schen* Centrosom-Begriff bringen wollte. Centrosom kann eben nur die ganze grosse Kugel samt allen unter Umständen in derselben vorhandenen Differenzierungen sein.

Wenn schon diese Thatsache allein der *Heidenhain'schen* Aufstellung widerspricht, wonach das Centrosom ein scharf umgrenztes, solides spezifisch färbbares Körperchen sei, welches morphologisch nicht mehr zusammengesetzt sein dürfe, so ist noch hinzuzufügen, dass die Bestimmung: „morphologisch nicht mehr zusammengesetzt“ überhaupt die unglücklichste ist, die sich finden lässt. Denn dieser Ausdruck kann doch nichts anderes heissen, als dass das fragliche Gebilde für unsere gegenwärtigen Hilfsmittel homogen erscheint. Wenn bessere Hilfsmittel in *Heidenhain's* schwarzen Körnchen abermals noch kleinere Gebilde zur Differenzierung kommen lassen, so müsste der Name „Centrosom“ auf diese übergehen.

Ergibt sich hieraus, dass die *Heidenhain'sche* Definition des Centrosoma nicht allein mit dem bisherigen Usus in Widerspruch steht, sondern überdies ausser Stande ist, alle Einzelfälle zu umfassen, so fragt es sich nun: Ist denn der geltende Centrosombegriff wirklich ein so verschwommener, dass damit, wie *Heidenhain* meint, nicht zurecht zu kommen ist?

Der Autor hält sich, um diese Unbrauchbarkeit darzulegen, an die Beschreibung, die *van Beneden* von dem corpuscule polaire des *Ascaris*-Eies gegeben hat. Der belgische Forscher sagt von demselben in seiner letzten Abhandlung, dass es aus einem Haufen von Körnchen (amas de granulations) gebildet sei. Diese Angabe über die feinere Constitution nennt *Heidenhain* den „*van Beneden'schen* Centrankörperbegriff“ und hat nun freilich nicht Unrecht, wenn er sagt, dass damit schwer zurecht zu kommen sei. Aber ist denn dies wirklich der geltende oder auch nur der *van Beneden'sche* Centrankörperbegriff, und jene Charakterisierung des *Ascaris*-Centrosoma als Körnchenhaufen die Definition dazu? Wenn jemand von einem bestimmten Tisch sagt, derselbe sei aus Holzstücken zusammengesetzt, hat

er dann den Begriff Tisch definiert als eine Vereinigung von Holzstücken?

Hier liegt, wie mir scheint, eine Unklarheit vor, und man wird auf andere Weise versuchen müssen zu entscheiden, was unter einem *corpuscule central* oder Centrosom zu verstehen sei. Ausser Betracht muss bei dieser Beurteilung bleiben, was etwa früher als Definition des sog. „Polkörperchens“ der Spindel aufgestellt worden sei mag. Mit der Entdeckung dieses Körperchens als einer Differenzierung der sog. Kernspindel, was zunächst nur eine an sich völlig wertlose Thatsache constatiert, von der gleichen Bedeutungslosigkeit etwa, wie der von mir erbrachte Nachweis eines Centrankorns in dem grossen *Ascaris*-Centrosoma. Der Begriff des „Centrankörperchens“ oder „Centrosoma“ stammt aus dem Jahr 1887, als gleichzeitig *van Beneden* (3) und ich (7, 8) jenes Körperchen als dauerndes Zellenorgan nachweisen und seine hohe Bedeutung für die Kern- und Zellteilung aufdecken konnten.

Wir haben beide unterlassen, eine Definition des Centrosoma zu formulieren. Immerhin könnte eine solche sowohl aus den Erörterungen von *van Beneden* und *Neyt*, als auch aus meiner Darstellung (8), nachdem in den wesentlichen Punkten volle Uebereinstimmung herrschte, leicht abstrahiert werden.

Ich möchte dies nun zunächst nachträglich thun, um danach zu untersuchen, ob sich nicht auch *Heidenhain's* Befunde dieser Definition unterordnen lassen.

Unter Centrosoma verstehe ich ein der entstehenden Zelle in der Einzahl zukommendes distinktes dauerndes Zellenorgan, das, durch Zweiteilung sich vermehrend, die dynamischen Centren für die Entstehung der nächst zu bildenden Zellen liefert.

Hiezu werden noch einige Erläuterungen nötig sein.

1. Die Definition enthält im Gegensatz zu der *Heidenhain's*chen keine Angabe über die Constitution des Centrosoma. Denn gerade in diesem Punkt, den *Heidenhain* überall in den Vordergrund stellt, herrscht noch die grösste Unsicherheit. Wenn ich zurückgehe auf die Arbeit von *van Beneden* und *Neyt* und die meinige über das *Ascaris*-Ei, so gehen schon unsere Resultate für dieses eine Objekt weit auseinander. *Van Beneden* be-

zeichnet das Centrosom als einen Haufen von Körnchen; ich finde es auf den Stadien, wo es am grössten und am leichtesten zu analysieren ist, als eine homogene Kugel mit einem winzigen Centralkorn. Es ist die Meinung ausgesprochen worden, dass dieses centrale Korn dem *van Beneden'schen corpuscule central* gleichwertig sei, mein Centrosom aber der Astrosphaere zugehöre. Dagegen darf ich wohl auf meine Abbildungen verweisen, welche in getreuer Zeichnung darstellen, wie das kleine Korn wirklich nur eine centrale Differenzierung einer auf's Deutlichste begrenzten Kugel ist, die sich von der Astrosphaere auf's Schärfste abhebt; wobei noch zu beachten ist, dass ich in continuierlichen Uebergängen die Ausbildung des grossen Centrosoma aus einem viel kleineren Korn und ebenso die Rückkehr in ein solches verfolgen konnte. Ueberdies ist das zu gewissen Zeiten sichtbare Centralkorn etwas so winzig kleines, dass es nur gerade mit den besten Linsen noch wahrgenommen werden kann, wogegen *van Beneden's corpuscule central* doch immer ein ansehnliches Körperchen ist und wenigstens auf gewissen Stadien mit der Grösse der von mir abgebildeten Centrosomen völlig übereinstimmt. Einigermassen ist die Differenz bezüglich der Grösse wohl daraus zu erklären, dass *van Beneden* und *Neyt* gerade von den Stadien, wo ich das Centrosom am grössten finde — denen der Spindelentstehung — keine Abbildungen gegeben haben. Im übrigen aber kann ich mir die Unterschiede nur aus verschiedener Conservierung erklären; ich will dabei gar nicht entscheiden, welche Bilder dem lebenden Zustand näher kommen, wenn ich auch zu den meinigen, nachdem sie mit den übrigen Umwandlungen während der Teilung so streng parallel gehen, einstweilen das grössere Vertrauen habe. Aber Eines dürfte aus der Verschiedenheit unserer Resultate zu schliessen sein, dass die Centrosomen nicht resistente Dinge sind, die mit Leichtigkeit dem lebenden Zustand entsprechend conserviert werden können, sondern im Gegenteil sehr empfindliche Gebilde; und dass also bei Beurteilung von Präparaten die grösste Vorsicht geboten erscheint.

Dass *Heidenhain's* Charakteristik der Centrosomen als sehr kleiner Granula nicht durchgängig zutrifft, beweisen meine Resultate am Seeigel-Ei; desgleichen, dass ein Centrosom nicht überall durch Eisenhaematoxylin schwarz gefärbt wird. Auch für *Ascaris* möchte ich bezweifeln, dass die Centrosomen, wie

ich sie in gewissen Stadien gefunden habe, sich durch und durch schwarz färben. Ich habe zwar für dieses Objekt noch keine Erfahrungen mit der Eisenfärbung, es ist aber gegenwärtig im hiesigen zoologischen Institut Herr *A. von Klinckowström* von Stockholm mit dem Studium der Centrosomen von anderen Nematoden-Eiern beschäftigt, für die sich ganz ähnliche Verhältnisse ergeben, wie bei *Ascaris*. Die Centrosomen sind auf gewissen Stadien zu grossen Kugeln mit einem winzigen centralen Korn aufgequollen, und nur dieses Korn bleibt an guten Eisenhaematoxylin-Präparaten schwarz.

Daraus ergibt sich aber weiterhin, dass das, was sich im Centrum einer Astrosphaere schwarz färbt, keineswegs „das“ oder „ein Centrosoma“ sein muss. Ich halte es einstweilen für ganz unbewiesen, dass das schwarze Korn, welches man im Centrum der Astrosphaeren mit der *Heidenhain'schen* Färbung so vielfach darstellen kann, überall direkt das Centrosoma ist, wenn es auch in vielen Fällen so sein mag. Dieses Färbungs-Verfahren ist eben im Allgemeinen wohl eine ganz vorzügliche Methode, um an der Stelle, wo ein Centrosoma liegt, etwas Deutliches zur Darstellung zu bringen; damit ist ja auch für die meisten Zwecke genug gethan. Aber eine Methode, die sichere Gewähr dafür bietet, dass „das Centrosom“ zur Anschauung gebracht wird, ist die *Heidenhain'sche* Färbung, ganz abgesehen davon, dass das, was sie schliesslich sichtbar macht, je nach der verschiedenen Conser-vierung des Objekts, sehr wechselnd sein kann, nicht. Ein ungefärbtes Glycerin-Präparat, das die Lichtbrechungsverschiedenheiten der einzelnen Zellstrukturen deutlich hervortreten lässt, kann in dieser Hinsicht weit zuverlässiger sein, als ein Eisenhaematoxylin-Präparat in Canadabalsam, an dem fast nur Färbungsdifferenzen wahrgenommen werden. Und das Centrosoma ist doch gewiss nicht verpflichtet, sich in Eisenhaematoxylin durchaus schwarz zu färben.

So glaube ich also, dass wir vor der Hand darauf verzichten müssen, Centrosomen durch ihre Constitution oder gar durch ihr Verhalten zu Farbstoffen zu charakterisieren; wir müssen uns damit begnügen, das Centrosom als jene Einheit zu fassen, welche zur Zeit des Bestehens einer Astrosphaere deren Centrum einnimmt, mag es sich nun so oder anders darstellen.

2) Ich habe es in der aufgestellten Definition als ein Characteristicum für das Centrosoma bezeichnet, dass es der entstehenden Zelle in der Einzahl zukommt. Dies steht scheinbar damit in Widerspruch, dass nach mehrfachen Angaben bei verschiedenen Zellen das Centrosoma sich schon auf dem Stadium der Spindel — als Polkörperchen — teilt, so dass also die Zelle, wenn sie sich von ihrer Schwesterzelle abschnürt, bereits zwei Centrosomen besitzt. Es fragt sich dabei freilich noch, ob wir es hier wirklich schon mit zwei selbständigen Centrosomen zu thun haben, ob die zwei Körnchen, die man im Spindelpol findet, nicht lediglich Differenzierungen eines noch einheitlichen Centrosoms sind, welche die Teilung desselben vorbereiten und einstweilen andeuten. Aber auch, wenn dies nicht so sein sollte, würde ich jene Aufstellung festhalten. Denn man kann, meiner Meinung nach, als den Moment der Entstehung einer Tochterzelle sehr wohl das Stadium ansehen, wo die Centrosomen, von ihren Radiensystemen umgeben, durch deren Vermittlung mit je einer Hälfte der sich teilenden Chromosomen in Verbindung getreten sind, und damit genau bestimmt ist, was einer jeden Tochterzelle an essentiellen Bestandteilen zukommen wird. Und so ist jene Fassung wohl gerechtfertigt. Was durch dieselbe einfach ausgedrückt werden soll, ist die sonst nur durch längere Umschreibung klar zu stellende wichtige Thatsache, dass das Centrum der neu zu bildenden Zelle unter allen Umständen zunächst durch ein Centrosoma repräsentiert wird und dass eben diese Einheit es ist, welche bewirkt, dass sich eine neue Zelle um sie bildet. Erst wenn all das fertig ist, was die geregelte Entstehung dieser Tochterzelle aus dem Bestand der Mutterzelle zur Voraussetzung hat und das Centrosoma somit seine Aufgabe bei der Teilung erfüllt hat, kann es sich von Neuem teilen und damit, ehe die Tochterzelle fertig ist, schon die Centrosomen für die Enkelzellen liefern. Teilt es sich vorher, so dass die Zelle bei der Vorbereitung zur Teilung schon mehr als zwei Centrosomen besitzt, so entstehen pathologische Zustände bei der Kernteilung und es bilden sich simultan eine entsprechend grössere Zahl von Tochterzellen, wie dies am schönsten aus den Experimentaluntersuchungen von *O.* und *R. Hertwig* (34, pag. 85 ff.) zu ersehen ist.

3) In dem Vorausgehenden ist eigentlich schon gesagt, dass die in der Definition betonte *Zweiteilung* die einzige normale Vermehrung der Centrosomen sein kann. *Zweiteilung* des zunächst einfachen Centrosoma ist die unerlässliche Voraussetzung für eine normale Zellenvermehrung. Und nicht nur dies, sondern es muss auch ein strenger Parallelismus zwischen der Teilung des Centrosoms und der der Zelle bestehen, der Art, dass auf jede neue Centrosom-Teilung eine neue Zellteilung folgt. Bleibt letztere aus, ehe sich die beiden Centrosomen abermals teilen, so entstehen jene oben bereits erwähnten Abnormitäten. Daraus ergibt sich von selbst, dass in einer normalen Zelle nicht mehr als höchstens zwei Centrosomen vorhanden sein dürfen.

4) Die Bezeichnung des durch Teilung entstandenen neuen Centrosoms als *dynamisches Centrum* für die Entstehung einer neuen Zelle soll die Abhängigkeit der Chromatinverteilung und der Protoplasmadurchschnürung vom Centrosoma ausdrücken. Ich habe über diesen Punkt nichts Neues zu sagen und bitte hierüber das II. Heft meiner Zellen-Studien, besonders auch den letzten Abschnitt: *Abnormes und Pathologisches*, einzusehen. —

Wenn ich nun mit dieser Definition des Centrosoma *Heidenhain's* neue Befunde vergleiche, die ihn, wie oben gezeigt wurde, zu so abweichenden Aufstellungen geführt haben, so finde ich, dass sich die von ihm mitgeteilten Thatsachen auf's Beste im Rahmen meiner Definition unterbringen lassen.

Es sind zwei Zellenarten, auf die sich *Heidenhain's* Angaben beziehen: die Leukocyten und die Riesenzellen aus dem Knochenmark.

Betrachte ich zuerst die Leukocyten, so ergibt mir *Heidenhain's* Beschreibung, dass hier während der Zellenruhe stets nur ein Centrosoma vorhanden ist. Denn wenn auch *Heidenhain* 2, 3 oder gar 4 färbbare Körner findet, so sind dieselben doch stets durch einen achromatischen Körper zu einer Einheit verbunden. Diese von *Heidenhain* als „Microcentrum“ bezeichnete Einheit ist das Centrosoma, wobei nur noch zu bemerken ist, dass die Gesamtheit der schwarzen Körnchen und ihrer Zwischensubstanz vielleicht nur der nach *Heidenhain's* Me-

thode allein darstellbare Inhalt eines grösseren, vielleicht kugelig begrenzten Gebildes sein könnten, das dann den Namen Centrosom zu führen hätte. Denn die Conservierung mit Sublimat und die Untersuchung in Balsam bürgen nicht dafür, dass hier alles zur Beobachtung gekommen ist, was im Leben vorliegt. Wie dem aber auch sein mag: die für den Begriff des Centrosoms nötige Einheit ist vorhanden. Dies ergibt sich mit vollster Sicherheit daraus, dass dieses sog. Microcentrum sich zur Einleitung der Zellteilung stets in zwei Stücke teilt. Dieser von *Heidenhain* als nebensächlich behandelte Punkt ist von der höchsten Wichtigkeit. Wenn seine „Centrosomen“, d. h. die zwei, drei oder vier kleinen Körner das Ausschlaggebende wären, warum bildet nicht jedes einen Pol? Dass dies nicht geschieht, dass im Fall, wo drei vorhanden sind, zwei an einen Pol zu liegen kommen, im Fall von vierten unter Umständen drei, dies beweist, dass ganz unabhängig von jenen Körnern und unbeeinflusst von ihrer Zahl ein mit der Fähigkeit der Zweiteilung ausgestattetes Organ vorliegt.

Man könnte ja zunächst vielleicht daran denken, dass die Entstehung zweier Pole aus einem nicht durch eine spezifische Qualität der die Pole bildenden Substanz, sondern durch andere Kräfte der Zelle bedingt sei; man könnte an Zellenströmungen denken, welche Centren, gewissermassen Wirbel bilden, erst einen, dann zwei, so dass die Körnchen zuerst auf einen Punkt zusammengetrieben, dann auf zwei verteilt würden. Aber wir wissen ja, dass so etwas nicht existiert. Und man braucht nur das classische Beispiel zu nehmen, die Polyspermie des Seeigel-Eies, um sofort zu erkennen, dass es die einfache aktive Zweiteilung ist, wodurch der eine Pol in zwei übergeführt wird.

Damit glaube ich gezeigt zu haben, dass nach dem von *van Beneden* und mir festgestellten Begriff und auch nach allgemeinem Usus das von *Heidenhain* als Microcentrum der Leukocyten beschriebene Gebilde das Centrosoma ist; was *Heidenhain* mit diesem Namen belegt, sind lediglich **Einschlüsse** (Teile) des Centrosoms. Sie mögen im Übrigen etwas sehr Wichtiges sein, vielleicht „Centralkörper des Centrosoma“, obgleich mir vorläufig eine hohe

Bedeutung dieser Gebilde unwahrscheinlich vorkommt. Sollen sie einen besonderen Namen führen, so ist dieser neu aufzustellen; vielleicht wäre die Bezeichnung „Centriolen“ nicht unpassend.

*Heidenhain* hat (pag. 636) selbst erwogen, ob man vielleicht sein „Microcentrum“ der Leukocyten unter den Begriff des Centrosoms bringen könnte; er findet aber, dass man dann bei der Histologie der Riesenzellen zu einem Absurdum käme. Ganz im Gegenteil hiezu scheint mir nichts geeigneter zu sein, die Aufstellung des Begriffes „Microcentrum“ ad absurdum zu führen, als gerade *Heidenhain's* Befunde an den Riesenzellen.

In diesen Zellen lassen sich zahlreiche, durch Eisenhaematoxylin färbare winzige Körnchen nachweisen; es können über Hundert sein. Sie liegen häufig in einer mehr oder weniger dichten Anhäufung im Centrum der Zelle, aber fast stets finden sich auch periphere Gruppen von einigen wenigen oder auch ganz isolierte weit zerstreut

*Heidenhain* identifiziert diese Körner, die er — hier ganz mit Recht — Centrosomen nennt, mit den schwarz gefärbten Körnern, die er in den Leukocyten darstellen konnte, und wie er hier den Complex derselben als Microcentrum bezeichnet, so fasst er auch die Körnchengruppen in den Riesenzellen unter diesen Begriff. Damit wird aber den Thatsachen Gewalt angethan. Denn es kann keinem Zweifel unterliegen, dass jedes Centrosom der Riesenzellen genau dem „Microcentrum“ der Leukocyten entspricht, wogegen die „Microcentren“ der Riesenzellen etwas sind, was in einer normalen Zelle überhaupt nicht vorkommen kann.

Dies geht aus folgenden Thatsachen klar hervor. Das Microcentrum der Leukocyten entstammt einem Spindelpol, jedes Centrosom der Riesenzellen gleichfalls; das Microcentrum des Leukocyten liefert durch Zweiteilung zwei neue Pole, das Centrosoma der Riesenzelle auch (*Heidenhain*, pag. 570, 571). Und von einer anderen Seite betrachtet: die zwei, drei oder vier Körner (nach *Heidenhain*: Centrosomen) eines Leukocyten sind Inhaltskörper einer Einheit, die Centrosomen der Riesenzellen sind vollkommen selbständig und stellen gemeinsam niemals eine Einheit dar. Wie sie von 100 getrennten Plätzen aus der rück-

gebildeten karyokinetischen Figur kommen, so können sie auch während der Zellenruhe überall zerstreut liegen. Es zeigt sich zwar eine gewisse Tendenz, sie in der Mitte der Zelle auf einen Haufen zusammenzutreiben, vergleichbar vielleicht den lokalisierten Körnchenanhäufungen einer *Chladny'schen* Klangfigur; aber nicht das Mindeste, was auf irgend eine Zusammengehörigkeit zu einer Einheit schliessen liesse, sei es durch eine nachweisbare Verknüpfung, sei es durch irgend eine alle Körperchen umfassende, nur von einer Einheit ausgehende Wirkung. *Heidenhain* hat zwar zum Beweis hiefür einen Fall beschrieben, wo die zu einem Haufen vereinten Körperchen zusammen das Centrum einer schwachen Strahlenfigur bilden. Allein es entspricht vollkommen allen sonstigen Erscheinungen der Astrosphaerenbildung, dass eine Mehrzahl von Centrosomen, wenn sie sehr dicht benachbart sind, dadurch, dass ihre Wirkungssphaeren fast zusammenfallen, eine einheitlich kugelige Ausbildung des Radiensystems um sich veranlassen.<sup>1)</sup>

Das, was *Heidenhain* bei den Riesenzellen Microcentren nennt, beruht sonach ausschliesslich auf einer Abnormität<sup>2)</sup> dieser

1) *Heidenhain's* Darstellung könnte wohl bei manchem Leser den Eindruck erwecken, dass die einzelnen Centrosomen der Riesenzellen doch in einer gewissen Verknüpfung ständen. Allein alles, was er hierüber beibringt, beruht, wie oben schon betont, auf den willkürlichsten Annahmen. Er findet gelegentlich 3 oder 4 Centrosomen zu einer sog. Nebengruppe vereint. Von diesen behauptet er ohne jeden Grund (pag. 590), dass sie jedenfalls nicht isoliert seien, sondern in einer primären Verknüpfung stehen. Auf diese grundlose Behauptung baut er dann auf (pag. 587), dass auch die Centrosomen der Hauptgruppe in einer direkten organischen Verknüpfung stehen. Als weiteren gänzlich unzureichenden Grund für die Annahme einer Verknüpfung führt er für die Centrosomen der Hauptgruppe das Zusammenrücken im Centrum an. Dabei wird auch die Frage erörtert (pag. 582), wie aus den vielen Radiensystemen bei der Mitose der Riesenzellen, wenn diese wieder rückgängig gemacht wird, ein einheitliches Radiensystem werden kann. Hier wird vermutungsweise von Leitbändern, an denen die Centrosomen hereingezogen werden, von Umklappung der Astrosphaeren zu Kometenformen gesprochen, während von derartigen Dingen nicht die leiseste Spur zu sehen und die allen Erfahrungen entsprechende Erklärung die ist, dass sich die radiären Systeme der Mitose gänzlich rückbilden und das gelegentlich zu beobachtende, vielleicht den Eintritt eines neuen karyokinetischen Prozesses andeutende, einheitliche Radiensystem eine durchaus neue Bildung ist.

2) *Heidenhain* wird wohl sagen, dass die wiederholten rückläufige Mitosen bei den Riesenzellen nicht als etwas „Abnormes“ anzusehen seien und er wird

Zellen, dass sie nämlich von Zeit zu Zeit zwar alle Vorbereitungen zur Kern- und Zellteilung treffen, diese aber niemals durchführen. Einer jeden von diesen Vorbereitungen scheint, genau wie in der normalen Zelle, eine Zweiteilung der vorhandenen Centrosomen vorauszugehen, und da diese immer wieder in der gleichen Zelle zusammenbleiben und hier ihre Selbständigkeit bewahren, wächst ihre Zahl so riesig an. Eine grössere oder kleinere Gruppe solcher Centrosomen ist dann für *Heidenhain* ein „Microcentrum“.

Während also für die Leukocyten der Begriff des Microcentrums unzulässig ist, indem die so bezeichnete Bildung hier nichts anderes ist, als das Centrosoma selbst, könnte er für die Riesenzellen beibehalten werden. Freilich kann es kaum einen Sinn haben, eine zufällige Gruppe von Centrosomen mit dieser Bezeichnung zu belegen. —

So finde ich also *Heidenhain's* höchst dankenswerte Ergebnisse an den Riesenzellen, ganz ebenso wie jene an den Leukocyten, in schönster Uebereinstimmung mit dem, was wir sonst überall von dem Centrosoma wissen: dass dasselbe ein vollkommen und stets selbständiges Gebilde ist, das sich — vielleicht die Befruchtung ausgenommen — niemals mit anderen seines Gleichen vereinigt oder zu einer höheren Einheit verbindet; des Weiteren, dass die normale Vermehrung

---

vielleicht gegen meine Behauptung, dass eine normale Zelle nicht mehr als zwei Centrosomen besitzen dürfe, gerade die Riesenzellen in's Feld führen. Nun will ich gerne zugeben, dass, wie *Heidenhain* es ausdrückt, an den Prozess der Mitose in den Riesenzellen gewisse Wachstumsvorgänge obligatorisch geknüpft sind, welche ohne die Erscheinung der Mitose überhaupt nicht stattfinden können und dass darin die Bedeutung der sich wiederholenden nie zur Zell-Vermehrung führenden Mitosen liege. — Ich habe ja selbst schon 1886 (6) bei Erörterung der Frage, warum die Bildung der bedeutungslosen Richtungkörper nicht gänzlich unterdrückt wird, die Anschauung ausgesprochen, dass gewisse Umwandlungen der Zellen so fest an die karyokinetischen Prozesse geknüpft seien, dass sie ohne diese gar nicht zu Stande kommen können, weshalb sich eine Teilung erhalten könne, wenn auch ihr ursprünglicher Zweck, der der Zellvermehrung, in Wegfall gekommen ist. Aber dies schliesst nicht aus, dass wir eine solche Riesenzelle in Bezug auf ihre karyokinetische Teilungsfähigkeit als abnorm bezeichnen müssen; denn wenn wirklich einmal eine der angelegten multipolaren Mitosen zur Teilung führen würde, wäre eine gesetzmässige Verteilung des Chromatins auf die Tochterzellen — worin wir doch den Hauptzweck der Karyokinese erkennen müssen — ganz unmöglich.

der Centrosomen überall durch fortgesetzte Zellteilung geschieht, mag nun das gesetzmässige Eintreten der Zellteilung jedes Tochtercentrosom einer neuen Zelle zuweisen oder Unterdrückung der Zellteilung alle jeweils bestehenden Centrosomen in einer Zelle zusammenhalten; und endlich, dass die Fortpflanzung des Centrosoma im strengsten Verhältnis steht zur Teilung der Zelle, der Art, dass bei jeder normalen karyokinetischen Zellenvermehrung auf jede Teilung der Zelle zunächst in der Einzahl zukommenden Centrosoms eine Theilung der Zelle folgt.

Als wesentlich neu an dem, was *Heidenhain* über die Centrosomen ermittelt hat, bleibt sonach nur deren eigentümliche Constitution in den Leukocyten übrig. Was dieselbe zu bedeuten hat und ob darin etwas von allgemeinerer Gültigkeit gefunden ist, müssen weitere Untersuchungen lehren.

---

## Nachtrag.

Seit dem Abschluss des vorstehenden Aufsatzes sind 3 Arbeiten erschienen, die sich mit der gleichen Frage beschäftigen und über die noch ein paar Worte hier Platz finden mögen. Es sind 3 im Journal of Morphology, Vol. X. Nr. 1 erschienene Abhandlungen:

- 1) *W. M. Wheeler*: The Behavior of the Centrosomes in the Fertilized Egg of *Myzostoma Glabrum*, Leuckart;
- 2) *A. D. Mead*: Some Observations on Maturation and Fecundation in *Chaetopterus pergamentaceus*, Cuvier;
- 3) *E. B. Wilson and A. P. Mathews*, Maturation, Fertilization, and Polarity in the Echinoderm Egg.

In vollkommener Uebereinstimmung mit dem, was für die grosse Mehrzahl der untersuchten tierischen Eier constatirt ist, stehen die Befruchtungserscheinungen, die *Mead* bei dem Röhrenwurm *Chaetopterus* nachgewiesen hat. Das vom Spermatozoon eingeführte Centrosom liefert durch Teilung die beiden Spindelpole, das Ei-Centrosom (inneres Polkörperchen der zweiten Richtungsspindel) degeneriert. Gerade diesen Vorgang konnte *Mead* mit grosser Sicherheit feststellen, und darin liegt ein wesentlicher Fortschritt gegenüber dem bisher hierüber Bekannten. —

Ganz entgegengesetzt sind die Resultate *Wheeler's* an den Eiern von *Myzostoma*. Hier lässt sich an dem eingedrungenen Spermakopf keine Spur eines Centrosoma oder auch nur einer Astrosphaere nachweisen, und man kann nach den Abbildungen kaum zweifeln, dass die Pole der ersten Furchungsspindel, wie sonst ausschliesslich vom Spermatozoon, so hier ausschliesslich vom Ei geliefert werden. Es ist dies eine wichtige Thatsache, welche den von mir (8, 14) aufgestellten Satz, dass die Teilungsfähigkeit des befruchteten Eies auf der Einführung eines Spermacentrosoma beruhe, erschüttert, oder ihm wenigstens allgemeine Gültigkeit raubt.

Die schöne Darstellung *Wheeler's* ist mir auch deshalb von besonderem Interesse, weil hier, ganz ähnlich wie im *Ascaris*-Ei, die strahlige Astrosphaere der Teilungsfigur in ein körniges „*Archoplasma*“ übergeht, welches erst zur nächsten Teilung wieder fädige Struktur gewinnt. Hier kann also kaum ein Zweifel bestehen, dass, meiner alten Aufstellung entsprechend, die Substanz der Radian eine spezifische ist.

Am nächsten berührt sich mit meinem vorstehenden Aufsatz die ausgezeichnete Arbeit von *E. B. Wilson* und *Mathews*, indem hier Echinodermen-Eier, und zwar neben denen eines Seesterns die von zwei Seeigelarten (*Toxopneustes variegatus* und *Arbacia punctulata*) zur Untersuchung kamen. Ich freue mich constatieren zu können, dass sich die Resultate der beiden amerikanischen Forscher mit den meinigen, wie ich sie 1888 (9) an lebenden und jetzt an conservierten Eiern gewonnen habe, fast Punkt für Punkt decken, so dass ich auf eine eingehendere Besprechung verzichten kann<sup>1)</sup>.

Nur in einem Punkt scheint auf den ersten Blick eine wesentliche Differenz zu bestehen. Die beiden Autoren finden an dem Spermakopf bei Seeigeln kein Centrosoma und läugnen auch für die Furchungsspindel die Existenz solcher Körperchen; nach ihrer Darstellung besteht das aus dem Mittelstück hervorgehende Centrum des Spermastrahlung aus *Archoplasma*, diese *Archoplasmamasse* teilt sich und so werden auch die Pole der Furchungsspindel nur von 2 *Archoplasmakugeln* repräsentiert. Ich glaube nun, dass in diesem Punkt meine Ergebnisse etwas vollständiger sind. Denn, wie oben berichtet, konnte ich an dem eingedrungenen Spermakopf im Centrum seiner Strahlung ein sehr deutliches in Eisenhaematoxylin intensiv färbbares Korn nachweisen, und wenn dieses auch, den Darlegungen im allgemeinen Teil gemäss, vielleicht nur eine Differenzierung des Centrosoms sein sollte: an der Existenz eines solchen vom Spermatozoon eingeführten Körperchens kann kein Zweifel bestehen. Handelt es sich also in diesem Punkt wohl um eine geringere Klarheit in den Präparaten von *Wilson* und *Mathews*, so beruht die Differenz in Bezug auf die Pole der fertigen Furchungsspindel lediglich auf einer verschiedenen Be-

---

<sup>1)</sup> *Wilson* hat überdies nach Beobachtungen an lebenden Eiern sehr wertvolle Angaben über die Achsenverhältnisse des Seeigel-Eies beigebracht.

zeichnungsweise. Die grossen Kugeln, die ich hier Centrosomen nenne, sind für die amerikanischen Forscher Archoplasmen. Ich darf nun, wo es sich um den Begriff des Archoplasma handelt, wohl einigermaßen ein Urteil beanspruchen, was hierunter zu verstehen sei, und muss danach sagen, dass *Wilson* und *Mathews* diese Bezeichnung nicht ihrer ursprünglichen Bedeutung nach angewendet haben. Als Archoplasma habe ich die Substanz der Radien, bezw. die Substanz, aus der sich die Radien entwickeln, bezeichnet. Will man also den Archoplasma-Begriff im Seeigel-Ei anwenden, so können nur die Strahlensomen „Archoplasma“ sein; ihr Centrum aber ist das Centrosoma. Es ist mir sehr wohl erklärlich, wie *Wilson* und *Mathews* zu ihrer Auffassung gekommen sind. Man ist schon so gewohnt, die Centrosomen als sehr kleine in Eisenhaematoxylin färbbare Granula anzusehen, dass eine so grosse, offenbar compliciert structuierte Kugel unter diese Vorstellung nicht recht passen will. Wenn man sich aber an die Bildungen erinnert, für die der Name corpuscule central oder Centrosoma zuerst eingeführt worden ist: die Spindelpolkkörperchen des *Ascaris*-Eies, die von mir als grosse blasse Kugeln, von *van Beneden* als „amas de granulations“ beschrieben worden sind, so wird man zugeben, dass die Verhältnisse im Seeigel-Ei hiemit sehr gut übereinstimmen, mag nun *van Beneden* mit seiner oder ich mit meiner Beschreibung dem natürlichen Zustand näher kommen. Auch das gewaltige Wachstum des Centrosoma von einem kleinen Korn zu der grossen Kugel habe ich ja schon für *Ascaris* beschrieben. — Nach den Zeichnungen von *Wilson* und *Mathews* zu urteilen, scheinen sich in ihren Präparaten die grosse Centrosomen der fertigen Furchungsspindel lange nicht mit jener Deutlichkeit als schön kugelig begrenzte Bildungen von der Astrosphaere abzuheben, wie in meinen Präparaten, was gleichfalls dazu beigetragen haben mag, dass sie denselben diese Bedeutung nicht zuerkennen wollen. —

Es sollen nun demnächst genaue Zeichnungen nach den Präparaten von Dr. *Lautenbach* und mir veröffentlicht werden, welche, wie ich denke, in diese Verhältnisse definitive Klarheit bringen werden.

---

## Verzeichnis der citierten Literatur.

---

1. *Balbiani*, Centrosome et »Dotterkern«. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Tom. XXIX. 1893.
2. *E. van Beneden*, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Gand 1883.
3. *E. van Beneden* et *A. Neyt*, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride megalocéphale. Bull. Ac. roy. de Belgique. 1887.
4. *H. Blanc*, Étude sur la fécondation de l'oeuf de la Truite. Ber. d. Naturforsch. Ges. zu Freiburg i. B. VIII. 1894.
5. *A. A. Boehm*, Die Befruchtung des Forellen-Eies. Sitz.-Ber. der Gesellsch. f. Morph. u. Phys. in München. VII. 1891.
6. *Th. Boveri*, Ueber die Bedeutung der Richtungskörper. Sitz.-Ber. der Ges. f. Morph. u. Phys. in München. II. 1886.
7. *Th. Boveri*, Ueber die Befruchtung der Eier von *Ascaris megalocéphala*. I. c. III. 1887.
8. *Th. Boveri*, Ueber den Anteil des Spermatozoon an der Teilung des Eies. I. c. III. 1887.
9. *Th. Boveri*, Ueber partielle Befruchtung. I. c. IV. 1888.
10. *Th. Boveri*, Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. I. c. V. 1889.
11. *Th. Boveri*, Zellen-Studien, Heft II. Jena 1888.
12. *Th. Boveri*, Zellen-Studien, Heft III. Jena 1890.
13. *Th. Boveri*, Befruchtung. Ergeb. der Anat. u. Entw.-Gesch. I. 1892.
14. *A. Brauer*, Ueber das Ei von *Branchipus Grubii* v. Dyb. von der Bildung bis zur Ablage. Abh. d. k. pr. Akad. d. Wiss. 1892. Anhang.
15. *A. Brauer*, Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Ascaris megalocéphala*. Arch. f. mikr. Anat. XXXXII. 1893.
16. *O. Bütschli*, Ueber die sog. Centalkörper der Zelle und ihre Bedeutung. Verh. d. Naturh.-Med. Ver. zu Heidelberg. N. F. IV. 1891.

17. *O. Bütschli*, Ueber die künstliche Nachahmung der karyokinetischen Figur. I. c. V. 1892.
18. *J. B. Carnoy*, La Cytodidièrèse chez les Arthropodes. La Cellule, tom. I. fasc. 2.
19. *E. G. Conklin*, The Fertilization of the Ovum. Biological Lectures Marine Biol. Lab. Wood's Holl. Boston 1894.
20. *L. Drüner*, Studien über den Mechanismus der Zellteilung. Jen. Zeitschr. f. Naturw. XXIX. N. F. XXII. 1894.
21. *R. Fick*, Ueber die Reifung und Befruchtung des Axolotleies. Zeitschr. für wiss. Zool. LVI. 1893.
22. *G. W. Field*, Echinoderm Spermatogenesis. Anat. Anz. VIII. 1893.
23. *W. Flemming*, Ueber Teilung und Kernformen bei Leukocyten, und über deren Attraktionssphären. Arch. f. mikr. Anat. XXXVII. 1891.
24. *W. Flemming*, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zellen. II. Teil. Arch. für mikr. Anat. XXXVII. 1891.
25. *W. Flemming*, Referat Zelle, in Ergebn. d. Anat. u. d. Entw.-Gesch. I. 1892.
26. *H. Fol*, Le Quadrille des Centres. Arch. Sciences Phys. et Natur. II. Pér. T. XXV. 1891.
27. *Guignard*, Nouvelles Études sur la Fécondation. Ann. Sciences Natur. Botanique. Tom. XIV. 1891.
28. *M. Heidenhain*, Neue Untersuchungen über die Centralkörper und ihre Beziehungen zum Kern und Zellenprotoplasma. Arch. für mikrosk. Anat. XXXIII. 1894.
29. *H. Henking*, Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. I. Zeitschr. f. wiss. Zool. 50. 1890.
30. *H. Henking*, Dasselbe. II. I. c. 51. 1891.
31. *H. Henking*, Dasselbe. III. I. c. 54. 1892.
32. *V. Herla*, Étude des Variations de la Mitose chez l'Ascaride mégalocephale. Arch. de Biologie. XIII. 1893, erschienen 1894.
33. *F. Hermann*, Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel. Arch. f. mikr. Anat. XXXVII. 1891.
34. *O. u. R. Hertwig*, Ueber den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien. Jena 1887.
35. *R. Hertwig*, Ueber die Gleichwertigkeit der Geschlechtskerne (von Ei- und Samenkern) bei den See-Igeln. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. in München. IV. 1888.
36. *R. Hertwig*, Ueber Befruchtung und Conjugation. Verh. d. deutschen Zool. Gesellsch. 1892.
37. *C. Ishikawa*, Vorläufige Mitteilungen über die Conjugationserscheinungen bei den Noctiluceen. Zool. Anz. 1891.
38. *C. Ishikawa*, Ueber die Kernteilung bei Noctiluca miliaris. Ber. d. Naturf. Gesell. zu Freiburg i. B. VIII. 1894.

39. *C. Ishikawa*, Studies of Reproductive Elements. II. *Noctiluca miliaris*; its Division and Spore-Formation. Journ. of the College of Science. Imp. University, Japan. VI. 1894.
40. *Ch. Fulin*, Structure et Développement des Glandes Sexuelles; Ovogénèse Spermatogónèse et Fécondation chez *Styelopsis grossularia*. Bull. Scientif. de la France et de la Belgique. XXV. 1893.
41. *E. L. Marsh*, Maturation, Fecundation and Segmentation of *Limax campestris*. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Cambridge Mass. VI. 1881.
42. *M. H. Mertens*, Sur la Sphère Attractive dans l'Ovule des Oiseaux. Bull. Soc. Méd. Gand 1893.
43. *G. Flatner*, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Teilungerscheinungen. 1—VI. Arch. f. mikr. Anat. XXXIII. 1889.
44. *F. Reinke*, Zellstudien II. Arch. f. mikr. Anat. XXXIV. 1894.
45. *J. Rompel*, *Kentrochona Nebaliae* n. g. n. sp., ein neues Infusor aus der Familie der Spirochonen, zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Kernteilung und dem Centrosoma. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXIX. 1894.
46. *F. Vejdovsky*, Bemerkungen zur Mitteilung *H. Fols*: «Contribution etc.» Anat. Anz. VI. 1891.



# Die Psychiatrie in Würzburg von 1583—1893. \*)

Von

C. RIEGER.

## II. Historisch-kritische Bemerkungen über die Würzburger Psychiatrie der drei letzten Jahrhunderte.

### I. Berichtigung bisheriger falcher Darstellungen.

Die oben abgedruckten urkundlichen Quellen, besonders die aus den Jahren 1580 bis 1630, sind meines Wissens bis jetzt die einzigen, die über so weit zurückliegende Zeiten eine genaue Vorstellung geben hinsichtlich dessen, was für die Entwicklungsgeschichte der Psychiatrie von Wichtigkeit ist. Sie scheinen mir sehr geeignet auch in Bezug auf andere Länder Zweifel an den bisherigen Vorstellungen zu erwecken, ebenso wie durch sie für Würzburg eine falsche Ueberlieferung zerstört wird, die sich ein Jahrhundert lang fortgepflanzt hat, in alle Bücher übergegangen ist, und deren Wurzeln ich im Nachstehenden aufdecken will. Die Vermuthung, die ich auf Grund der nunmehr an das Licht gezogenen Würzburger Thatsachen für andere Länder hege, werde ich nachher berühren, zuerst mich aber darauf beschränken, an dem Würzburger Beispiel zu zeigen, wie in Folge mangelhaften Citirens, blossen Benützens secundärer Quellen statt Zurückgehens auf die primären und auf Grund mehr phrasenhafter als aus der Wirklichkeit geschöpfter Betrachtungen die Entfernung von Thatsächlichen sich vollzogen hat. Ich gehe in meiner Darstellung den umgekehrten Weg; vom Ende zum Anfang. Die letzte literarische Reproduktion hat die falsche Ueberlieferung gefunden in den schon oben (S. 5) beanstandeten Stellen des Buchs von *Kirchhoff*, wo es S. 108 heisst: „Es ist ganz selbstverständlich, dass die Geisteskranken noch etwas über zwei Jahrhunderte nach der Gründung des

\*) Fortsetzung aus Bd. XXVII.

Spitals, nämlich bis beiläufig 1780, nur als Pfleglinge resp. Pfründner in der Anstalt versorgt wurden, indem erst in jene Zeit die ersten Versuche der Begründung einer rationellen Psychiatrik fallen.“ Ferner S. 109: „Die Absonderung in Abtheilungen für Heilbare und Unheilbare scheint mit Sicherheit zwischen 1785 und 1790 zu fallen.“ — Diese Stellen sind von *Kirchhoff* als Citate aus der Schrift von Dr. *Ernst Schmidt* (Nr. III) aufgeführt. Ich will ihren Inhalt als den *Schmidt'schen* Irrthum bezeichnen (im Gegensatz zu dem nachher zu charakterisirenden *Müller'schen*) und ihn zuerst besprechen. Das „selbstverständlich“ erweist sich, wie so häufig, als positiv falsch. *Schmidt* hat einfach aus der Vorstellung, dass ohne eine „rationelle Psychiatrik“, die er vor 1780 nicht für möglich hielt, von einer „Heilung“ Geisteskranker keine Rede gewesen sein könne, seinen Satz deducirt, ohne sich weiter um den thatsächlichen Hergang zu kümmern. Er meinte, was ihm selbstverständlich schien, müsse auch thatsächlich so gewesen sein. Die Anknüpfung an das bei *Müller* (I) Stehende ist bei *Schmidt* (III) eine sehr lockere. In Folge dessen entstellt Jeder von beiden, *Müller* und *Schmidt*, die Thatsachen in seiner eigenen besonderen Weise. So erwähnt *Schmidt* das Jahr 1743 gar nicht, dem dagegen *Müller* eine übertriebene Bedeutung zugeschrieben hatte. Nur den Satz hinsichtlich der Theilung in „Heilbare“ und „Unheilbare“ hatte *Schmidt* aus *Müller* geschöpft, und ihm liegt einiges Thatsächliche zu Grund, das aber von *Schmidt* im Sinne seiner vorgefassten Meinung entstellt worden ist: als ob es sich nämlich vor 1780 im Juliusspital gar nicht um Aufnahme, Behandlung, Heilung und Wiederentlassung von Geisteskranken, sondern nur um ihre lebenslängliche Einsperrung gehandelt hätte. *Schmidt* hat dabei „räumliche Trennung“ und „begriffliche Trennung“ in einer Weise durcheinander geworfen, die, wie jetzt urkundlich nachgewiesen werden kann, durchaus nicht entspricht den thatsächlichen Anschauungen, welche seit Gründung des Spitals in Bezug auf Geisteskranke in ihm geherrscht haben. Der Schluss war durchaus falsch: weil die „Heilbaren“ keine eigenen Räume gehabt haben, so sei überhaupt der Begriff der Heilbarkeit von Geisteskranken nie in das Bewusstsein getreten gewesen. Für die Zeit zwischen 1580 und 1630 widerlegen die oben abgedruckten Urkunden mit ihrer, wie wir sehen werden, nur zu optimistischen

Statistik der „Heilungen“ die *Schmidt'sche* Auffassung unmittelbar. Aber auch aus den Urkunden des achtzehnten Jahrhunderts lässt sich leicht nachweisen, dass für diese Zeit das Gleiche zutrifft. Dieser Nachweis wird nachher im Zusammenhang geführt werden. Vorher will ich die weitere Stelle bei *Kirchhoff* beleuchten, welche in seinem Buch als Nachwirkung des *Müller'schen* Irrthums Eingang gefunden hat. Es heisst (a. a. O. S. 100): „Es erinnert an mittelalterliche Einrichtungen, wenn wir erfahren, dass 1743 zur Unterbringung von Geisteskranken eigens sechs Blockhäuser errichtet wurden.“ Als Beleg für diesen Satz citirt *Kirchhoff* eine ganz moderne Schrift, nämlich: *Kraus*, die Irrenbehandlung und Irrenpflege vor 50 Jahren in Bayern, München 1888, S. 1. Ich habe von ihr nicht persönlich Einsicht genommen; die genannte Stelle muss aber jedenfalls auf *Müller* zurückgeführt werden, sei es, dass ihr Verfasser *Müller's* Buch direkt oder den Wiederabdruck in *Jolly's* Bericht (IV) benützt hat. In diesem heisst es (S. 5): „Eigene Räume zur Unterbringung von Geisteskranken bestehen im Julius-spitale seit 1743. Es wurden damals, wie der Hofmedicus Dr. *Anton Müller* im Jahre 1824 berichtet, sechs Blockhäuser zur Unterbringung der Wahnsinnigen im Juliusspitale erbaut.“ — Dass mit diesem Ereigniss des Jahres 1743 überhaupt erst begonnen worden sei, für Geisteskranke im Juliusspital räumliche Fürsorge zu treffen, diess ist der eine Theil des *Müller'schen* Irrthums. Von dem andern findet sich ein Nachhall in *Kirchhoff's* einleitenden Worten: „Es erinnert an mittelalterliche Zustände,“ welche durch das abschreckende Wort: „Blockhaus“ eingegeben worden sind. Dieses Wort hat schon früher zu solchen Betrachtungen Anlass gegeben, welche ihrerseits wieder zur Entstellung der Wirklichkeit beigetragen haben. Ehe ich aber diess im Einzelnen aufzeige, will ich noch einen dritten Irrthum aufdecken, welcher sich in den Rückblick von Direktor *Lutz* vom Jahre 1876 eingeschlichen hat. Es heisst dort (S. 23): „Friedrich Carl von Schönborn befahl die Errichtung von sechs Blockhäusern für Irre im Juliusspital“, was mit der Ergänzung richtig ist, dass es sich nur um eine Erweiterung schon bestehender Einrichtungen gehandelt hat; — ferner: „dass die auf dem Lande sich aufhaltenden delirantes et simul furiosi in das Juliusspital, soweit es der Platz gestatte, und diejenigen Verrückten, welche placide delirantes et non furiosi sind, von den Landspitalern

nicht ausgeschlossen werden sollten.“ Diese letztere Angabe ist, wie aus den oben abgedruckten Urkunden von 1742 und 1743 erhellt und wie unten noch näher erörtert werden wird, falsch. Ich selbst habe durch meinen Aufsatz vom Jahre 1883 (V) zur Fortpflanzung sowohl dieser als der Müller'schen Entstellung beigetragen, wenn ich dort (S. 588) sagte: „Ueber ein Jahrhundert vor der Eröffnung der unterfränkischen Kreis-Irrenanstalt Werneck (1855) bestand schon die Juliusspitälische Irrenabtheilung in Würzburg, in's Leben gerufen durch ein Dekret des Fürstbischofs Friedrich Carl von Schönborn vom 1. März 1743: es wurde damals bestimmt, dass aus dem ganzen Fürstenthum die delirantes et simul furiosi ins Juliusspital kommen, die placide delirantes et non furiosi dagegen in den Landspitälern verbleiben sollten.“ Dr. *Ernst Schmidt* hätte übrigens zur Stütze seiner Auffassung, dass bis zum Jahre 1870 Geisteskranke überhaupt bloss als unheilbare Pfründner aufgenommen worden seien, sich auch berufen können auf eine irrige Auffassung, die nicht bloss die Psychiatrie des Juliusspitals, sondern auch seine andern Abtheilungen betroffen und ihren Ausdruck auch noch in folgender Stelle des Rückblicks von Direktor *Lutz* gefunden hat (S. 34): „Ueber zwei Jahrhunderte war das Hospital mehr eine Pfründneranstalt, und erst jetzt (Ende des vorigen Jahrhunderts) wurde es mehr und mehr Krankenanstalt.“ — Dieser Satz ist nach dem, nunmehr von Direktor *Lutz* gemachten, archivalischen Fund nicht mehr haltbar. Denn wir haben jetzt die genauesten Belege dafür, dass es sich schon in den ersten Zeiten des Spitals mit der Krankenaufnahme im Wesentlichen gerade so verhalten hat wie heutzutage.<sup>1)</sup> Die Frequenzzahlen müssen aber um so stattlicher erscheinen, wenn man in Anschlag bringt: einerseits

<sup>1)</sup> Es wäre im Interesse der Geschichte der Medizin im Allgemeinen eine sehr lohnende Aufgabe aus den entdeckten Aufnahmebüchern auch die andern Krankenaufnahmen zu veröffentlichen mit ihren Diagnosen und Krankheits-Notizen. Ich muss mir dies versagen, um nicht von meinem psychiatrischen Thema abzuschweifen, drücke aber bei dieser Gelegenheit den lebhaften Wunsch aus, dass auch ein Nicht-Psychiater aus dieser Quelle von seltenem Werth schöpfen möchte. Wenn schon in den Jahren 1600, 1601 und 1602 z. B. nach einander 115, 100 und 108 Kranke in das Spital aufgenommen und in den späteren Jahren sogar noch viel höhere Zahlen erreicht worden sind, so zeigen schon diese, dass nur ein geringer Theil der Aufnahme-Frequenz dauernd präsent bleiben konnte, dass es sich also in jenen Jahrzehnten durchaus nicht vorwiegend um eine Pfründner-Anstalt gehandelt hat; und die Entlassungen sind ja überdies immer ausdrücklich constatirt.

die geringe Zahl der Bevölkerung, besonders die der zunächst in Betracht kommenden Stadt Würzburg<sup>1)</sup>, die heute über 60000 Einwohner zählend 1571 höchstens 9000, 1621 höchstens 10000 Einwohner hatte<sup>2)</sup>; andererseits die schwierigen Verkehrsverhältnisse. Während es heutzutage wenig Mühe macht auch aus den entlegensten Landestheilen Kranke in das Spital zu bringen, so muss man sich eigentlich wundern, dass vor dreihundert Jahren doch auch schon so viele Geisteskranke sich verzeichnet finden aus Orten wie Heustreu, Mellrichstadt, Nüdlingen, Ebern etc., die von Würzburg weit entfernt liegen.

Ich gehe nun über zu einer Confusion in den bisherigen Darstellungen, deren Entwirrung ganz lehrreich ist und eines gewissen Reizes nicht entbehrt.

Müller sagt (S. V): „Professor Thomann hat in seinen im Jahre 1799 herausgegebenen Annalen das Julius-Hospital zu

<sup>1)</sup> In dem geschichtlichen Ueberblick von Kreisarchivar S. Göbl in der Festschrift: Würzburg, insbesondere seine Einrichtungen für Gesundheitspflege und Unterricht 1892, heisst es (S. 48): „Dass das Juliusspital nicht zugleich ein allgemeines städtisches Kranken- und Pfründenhaus geworden ist, sondern seine Wohlthaten zunächst und unentgeltlich nur den Bewohnern des flachen Landes spendet, ist auf das Misstrauen und die Kurzsichtigkeit des damaligen Stadtraths zurückzuführen, der auf den Vorschlag des Bischofs das Vermögen der verschiedenen in der Stadt bestehenden Armen- und Seelhäuser zur Gründung einer grossen Anstalt zu verwenden, sich nicht einlassen wollte.“ Angesichts dieser Stelle möchte man wieder glauben, es schwebte ein wahres Verhängniss über dem Juliusspital von der Art, dass nichts darüber Gedrucktes der Wirklichkeit entspricht. Das Spital spendet nicht nur heute seine Wohlthaten dem Würzburger genau in gleicher Weise und in jeder Hinsicht geradeso wie dem Bewohner des flachen Landes, sondern hat es auch von Anfang an gethan, wofür auch die zahlreichen Würzburger in den abgedruckten Verzeichnissen Zeugnis ablegen.

<sup>2)</sup> s. Reuss und Heffner, Würzburg und seine Umgebungen. Einleitung S. XXVII. Das ganze Fürstbisthum Würzburg hatte nach der ersten Zählung, die als einigermaßen zuverlässig vorzuliegen scheint, im Jahr 1798 erst ca. 260 000 Einwohner (nach Schöpf Historisch-statistische Beschreibung des Hochstifts Würzburg. Hildburghausen 1802 Beil. V), während nach der Zählung von 1890 die Einwohnerzahl aller stiftungsberechtigten Ortschaften rund 453 000 betrug. Jene Zahl wird aber im Jahr 1600 vermuthlich noch beträchtlich niedriger als im Jahre 1798 gewesen sein und zu Bischof Julius Zeiten wird es nach reichlicher Schätzung höchstens 200 000 Spitalberechtigte gegeben haben. Während aber diese Zahl eine so viel geringere war als heute, so war dagegen die räumliche Ausdehnung, über welche sich diese Bevölkerung verbreitete, die gleiche wie heute und damit, wegen der viel schwierigeren Verkehrsverhältnisse, die Möglichkeit der Verbringung nach Würzburg eine bedeutend geringere.

Würzburg, von dessen Beginn an durch den frommen Fürstbischöf Julius, den Grossen genannt, im Jahre 1576 bis zum Fürstbischöf Georg Carl aus dem freiherrlichen Stamme Fechenbach beschrieben, sowohl was die Gebäude selbst, welches in einem wohlgerathenen Kupfer seinen Annalen vorgeheftet ist, als was den Zweck des frommen Stifters und seiner nachfolgenden Fürstbischöfe, die innere Einrichtung, die Verpflegung und Behandlung der Kranken und Pfründner, und was seine Heilungs-Sorge in diesem Spital betrifft, genaue Nachricht gegeben etc.“ — „Nur von einer Branche Kranker, jener der Verrückten, die in dem Julius-Hospitale behandelt werden, kam bisher keine Notiz in das Publikum“. — Nun ist diess erstens nicht ganz richtig. Denn gerade in *Thomann's Historia et descriptio nosocomii Julii*<sup>1)</sup> findet sich folgende Stelle, deren thatsächlicher Inhalt richtig ist (p. XXI): „Et vesanis jam ab initio in universo hoc miserorum asylo locus fuerat; sed ut plures recipi possent, sex cubicula nova, quae Blockhäuser vocabantur, exstructa sunt, atque vernaculum nomen ipse iudicat teterrima fuisse illa habitacula tristissimamque vesanorum curandorum rationem“ — und darauf folgt noch eine weitere Schilderung, auf welche ich später zurückkomme. Immerhin könnte man diess aber sich so zurechtlegen, dass *Müller* nur habe sagen wollen, es existiren aus der Irrenabtheilung keine so ausführlichen Berichte, wie sie die *Thomann'schen* Annalen für die medicinische Abtheilung und, was er der Vollständigkeit halber hätte hinzusetzen müssen, *Siebold'sche*<sup>2)</sup> Berichte für die chirurgische gegeben haben. Aber höchst auffallend ist zweitens: dass *Müller* selbst aus *Thomann's Historia et descriptio*, in welcher nach *Müller* keine Notiz über die Geisteskranken stehen sollte, gerade die obencitirte Stelle einfach in's Deutsche übersetzt, ohne *Thomann* zu citiren. Bei *Müller* heisst es nämlich (S. IX.): „Erst im Jahre 1743 hat der unvergessliche Fürstbischöf Friedrich Karl von Schönborn sechs Blockhäuser zur Unterbringung von Wahnsinnigen im Spital

1) s. *Annales Instituti Medico-Clinici Wirceburgensis redegit et observationibus illustravit J. N. Thomann, Therapiae generalis Professor, Principalis Nosocomii Julii Medicus Primarius, Scholiam Medicam-Clinico:Dirigens etc. Vol. I. Würzburg 1799.*

2) Z. B.: *J. Barthel von Siebold (Sohn von Karl Kaspar); Geschichte und gegenwärtige Einrichtung des chirurgischen Klinikums im Julius-Spital zu Würzburg. Würzburg 1814.*

errichten lassen. Schon der Name, den man ihnen gab, lässt vermuthen, dass sie erbärmliche Löcher müssen gewesen seyn, und dass es mit der Behandlung solcher Unglücklichen nicht gar gut ausgesehen haben müsse“. Es ist doch äusserst unwahrscheinlich, dass das Wort „Blockhaus“ in ganz von einander unabhängiger Weise *Thomann* zu dem lateinischen Satz begeistert hatte: „atque vernaculum nomen ipse <sup>1)</sup> indicat teterrima fuisse illa habitacula tristissimamque vesanorum curandorum rationem“; und *Müller* zu dem deutschen: „Schon der Name, den man ihnen gab, lässt vermuthen, dass sie erbärmliche Löcher müssen gewesen sein, und dass es mit der Behandlung solcher Unglücklichen nicht gar gut ausgesehen haben müsse.“ Die Uebersetzung wird desshalb wohl als zweifellos angenommen werden dürfen. Es wäre dann aber viel besser gewesen, wenn *Müller* seinen Urtext auch citirt hätte. So konnten *Jolly* und ich (im Jahre 1883) glauben, seine Stelle beruhe auf guter Ueberlieferung einer feststehenden Thatsache, während sie nur eine Entstellung des *Thomann'schen* Textes enthält. *Thomann* hatte ganz richtig gesagt, dass von Anfang an Geisteskranke im Spital aufgenommen worden seien, und dass die sechs neuen „Blockhäuser“ nur eine Vergrößerung der Räume für Geisteskranke darstellten. Bei *Müller* dagegen erscheint das Jahr 1743 in durchaus incorrecter Weise als der Beginn einer ganz neuen Einrichtung. Das eben Mitgetheilte kann eine Warnung davor sein, dass man sich nie auf Mittheilungen in Schriften verlassen soll, deren Verfasser nicht genau citiren. Ich zweifle nicht, dass auch sonst in der Geschichte der Medizin eine Menge anderer, eben so schlecht fundirter, Notizen die Wahrheit entstellen. Auch *Thomann* hätte als Historiograph des Juliusspitals besser gethan, die Akten von 1743 durchzulesen als Deklamationen über das Wort: „Blockhaus“ anzustellen. Wenn in der oben angeführten Stelle von *Kirchhoff* noch im Jahr 1890 das „Blockhaus“ als etwas besonders Abschreckendes figurirt, so ist diess der Nachhall dessen, was schon hundert Jahre früher bei diesem schrecklichen Namen empfunden wurde. Bei dem Worte: „Blockhaus“ mag einem ja inzwischen manches Schreckliche einfallen; aber die Hauptsache ist doch, ob es auch für diejenigen, die es im Jahre 1743 ge-

1) Das falsche ipse (statt ipsum) steht so im Text.

braucht haben, etwas Schreckliches bedeutet hat. Prüfen wir unter diesem Gesichtspunkt die Aktenstücke des Jahres 1742 und 43 (s. oben S. 33 ff.). Am 20. März 1742 waren, wie diess noch heute der Fall ist, anlässlich der alljährlichen Pfründner-Aufnahme versammelt die Administratoren und Aerzte des Spitals mit Vertretern des Domkapitels und Würzburger Stadtraths. Bei dieser Gelegenheit wurde, da bisher die Einbringung von Geisteskranken ohne bestimmte principielle Organisation geschehen war, beschlossen einer solchen näher zu treten. Hiebei wurden, was sehr bemerkenswerth ist, durchaus nicht engherzige Spital-Interessen betont, etwa in dem Sinne, dass das Spital nur darauf bedacht gewesen wäre, sich Geisteskranke vom Leibe zu halten. Im Gegentheil: „die auf dem Lande sich befindenden delirantes et simul furiosi wären in das Juliusspital und nicht in die Landspitäler deswegen aufzunehmen, dieweilen in denen Landspitalern keine Blockhäuser, besondere Wart, medici, chirurgi und Apotheken vorhanden seyend“. — Hier stehen also die „Blockhäuser“ mit dem schrecklichen Namen ganz auf gleicher Stufe mit den höchst modernen Bedürfnissen der Geisteskranken: besondere Wart, medici, chirurgi und Apotheken. Gerade dieser Vorschlag wurde von der Regierung ohne Anstand genehmigt, während charakteristischer Weise alin. 5 der Vorschläge: „diejenigen Verrückten auf dem Land, welche placide delirantes und nicht furiosi seynd, seien von denen Land-Spitalern nicht auszuschliessen“, nicht acceptirt wurde. Dies kann dem ganzen Zusammenhang nach nur die Bedeutung haben, dass die Regierung im Grunde wünschte, dass womöglich alle Geisteskranke statt in den mangelhaft organisirten und beaufsichtigten Landspitalern in dem Central-Spital untergebracht werden sollten. Auch hierin zeigt sich auf das Deutlichste, dass durchaus nicht der Gesichtspunkt der blossen Verwahrung am nächsten besten Ort massgebend war. Dass der Vorschlag nur die schwereren Fälle in das Juliusspital aufzunehmen in Rücksicht auf die verfügbaren Räume ein ganz sachgemässer war, hat sich ja dann bald gezeigt, worauf ich später noch ausführlich zurückkommen werde. Vorläufig kann uns aber gerade diese übertrieben fürsorgliche Tendenz am Besten die Gesinnung der Regierung zeigen. In dieser Richtung ist auch das Protokoll der Commission vom 2. Oktober 1743 völlig beweisend, wenn es ad quaest. I heisst: dass die Versorgung der Geisteskranken in den Landspitalern „wegen Abgang

der hierzu sonders erforderlichen Einrichtung und Wart nicht wohl thunlich, sondern solche ohne Unterschied in allhiesiges Julier-Spital zu verbringen seien, als woselbst nebst andern Erfordernissen auch die Cur-Mittlen vorhanden seien, womit mancher solcher Patient wiederum zurechtgebracht werden könne,“ d. h. also völlige Anerkennung der Cur-Bedürftigkeit aller Geisteskranken. Die sehr charakteristischen Folgen, welche diese Verordnung um ihrer zu grossen Allgemeinheit willen haben musste und thatsächlich gehabt hat, werde ich später beleuchten <sup>1)</sup>. Jetzt sind noch die „Blockhäuser“ völlig zu erledigen. Nachdem wir den Geist der Verordnung, in welcher sie eine, bis jetzt so sehr verkannte, Rolle spielen, beleuchtet haben; wollen wir zusehen, wie man sie sich nun in concreto vorzustellen hat. Als bautechnischer Beirath war zu der Commission kein Geringerer gezogen als der berühmte Baumeister des Würzburger Schlosses Oberst Balthasar Neumann<sup>2)</sup>. Und was die Blockhäuser betrifft, so hat man sich darunter nichts anderes vorzustellen, als was man später Zellen nannte, welche Bezeichnung damals noch nicht im Gebrauch war. Nach alin. 5 des Protokolls (s. oben S. 36) besass das Spital schon vorher zwölf solche Räume; und es wurde jetzt beschlossen noch sechs weitere einzurichten. Die Bezeichnung „Haus“ ist dabei lediglich so aufzufassen wie etwa in den heute noch geläufigen Zusammensetzungen: Treppenhaus, Waschhaus, Holzhaus u. dgl., worunter durchaus nicht nothwendig ein eigenes selbständiges Gebäude, sondern nur ein Gebäudetheil zu verstehen ist. Was das „Block“ zu bedeuten hat, dürfte am Besten hervorgehen aus der Bemerkung, dass die sechs neuen mit leichten Kosten zugerichtet werden können „in demjenigen ohnehin schon gewölbten Ort“. Wozu man Blockhäuser brauchte, ist ersichtlich aus der Bemerkung: „dass noch mehrere Personen im Spital herumgehen, welche wegen Sinnen-Verrückung das Jahr hindurch auch öfters eingesperrt werden müssen.“ Sie sollten also im Princip nur in Nothfällen zu Isolierungen dienen. Dass daraus auch lange Isolierungen geworden sind, wird freilich nicht zu bezweifeln sein; und schliesslich mögen sich die „Blockhäuser“ allmählich immer mehr in

<sup>1)</sup> S. unten das Kapitel: Der Rationalismus.

<sup>2)</sup> Geb. 1687 zu Eger, gestorben 1753 als Artillerie-Oberst des fränkischen Kreises und Oberbau-Inspektor in Würzburg.

Stätten des Grauens verwandelt haben, weil eben die schlimmsten Geisteskranken stets in ihnen angetroffen wurden. Aber diese theilen sie auch mit „Zellenabtheilungen“ nach 1780 im Zeitalter der „rationellen Psychiatrik.“ Die ganze *Thomann'sche* Deduktion aus dem Wort „Blockhaus“ war ein Stück Mythologie; d. h. aus einem falsch verstandenen Wort wurden Schlüsse auf die Sache abgeleitet. So wie das Wort ohne mythologische Beimengung aufzufassen ist, beweist es gar nichts für „*miserrima curandi ratio.*“ Ich kenne eine deutsche Stadt, in welcher der beliebteste Aussichts- und Vergnügungsort den Namen Blockhaus führt. Auch hieran könnte sich der Mythos knüpfen: deren Bewohner leiden an solcher Geschmacksverirrung, dass sie „*teterrima habitacula*“ als Vergnügungsort wählen, was sehr falsch wäre. — Unser heutiges Wort „Zelle“ wird vermuthlich bei unsern Nachkommen auch eine Mythologie erzeugen. Diese werden hören von der „Cellularpathologie“ und davon, dass im neunzehnten Jahrhundert Vorstellungen in Ganglienzellen und Geisteskranke in Tobzellen deponirt waren. Es wird kaum ausbleiben können, dass durch Confundirung dieser, bis dahin gleichmässig unverständlich gewordenen, Dinge eine sonderbare Zellen-Mythologie entsteht etwa in dem Sinne: man habe versucht auf homöopathischem Wege Zellen durch Zellen zu curiren. —

Nach Aufdeckung und Zerstörung der Irrthümer über die Geschichte der Würzburger Psychiatrie könnte man die Frage aufwerfen: ob nun Würzburg im siebzehnten und achtzehnten Jahrhundert eine Oase in schrecklicher psychiatrischer Weise dargestellt habe? oder ob auch für die anderen Länder das Gleiche wie für Würzburg gelte? Die Entscheidung im ersten Sinne hätte von vornherein desshalb nichts besonders Unwahrscheinliches, weil Würzburg in der That auch in anderen Stücken unter den Fürstbischöfen ganz ausgezeichnete Einrichtungen besessen hat, die ihrer Zeit weit voraus waren. Trotzdem möchte ich doch glauben, dass auch für andere Länder die geläufige Annahme, der zufolge es sich bis zum Beginn dieses Jahrhunderts immer und überall nur um Einsperrung und Unschädlichmachung von Geisteskranken und gar nicht um ihre Pflege und Heilung gehandelt hatte, übertrieben ungünstig ist. Es ist mir zwar wegen fehlender Zeit und Gelegenheit nicht möglich selbst über andere Länder Nachforschungen anzustellen. Aber einiges, was mir gelegentlich aufgefallen ist, scheint auch jetzt schon für diese Auffassung

zu sprechen. So sagt z. B. *Krüger* in den Notizen: Zur Geschichte der Irrenanstalt in Braunschweig<sup>1)</sup>:

„Es gilt allgemein als historische Thatsache, dass bis auf die ersten Decennien unsres Jahrhunderts eine geregelte und nach Principien durchgeführte Behandlung Geisteskranker in Deutschland nicht vorgekommen sei, dass zuerst in England um die Mitte des vorigen Jahrhunderts durch Errichtung der Anstalt St. Lukas in London und später in Frankreich zur Zeit der Revolution durch *Pinel's* Reformen die richtigen Bahnen vorgezeichnet wurden; dass dann in Deutschland nach dem Vorgange des Sonnensteins 1811 erst sehr allwählich auch andere, auf den Principien der Humanität und Wissenschaft basirende, Anstalten in das Leben gerufen wurden; dass dagegen in früheren Zeiten überall, und noch bis auf die neueren Zeiten sogar hier und da in unserem Vaterlande, die trostlosesten Verhältnisse in Bezug auf Verpflegung und Unterhalt der Geisteskranken sich bemerkbar gemacht hätten. Es möchte im Allgemeinen nichts gegen diese Darstellung einzuwenden sein, Dennoch aber lässt sich nachweisen, dass die üblichen Schilderungen der früheren Zeiten nicht überall passen, dass in specie in der Stadt Braunschweig bereits aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts eine in jener Zeit sich rühmlichst auszeichnende öffentliche Irrenpflege stattfand“ etc.

Zu dem gleichen Resultat wird man vermuthlicherweise noch an vielen Orten kommen, sobald man sich mehr an die Urkunden der Krankenhäuser selbst halten wird statt an die Akten der Verwaltungs-Behörden, in welchen natürlich die Gesichtspunkte der blossen sicherheitspolizeilichen Verwahrung immer überwiegend hervortreten werden. Wollte man später die Geschichte der jetzigen Psychiatrie auf Grund von Magistrats- und bezirksamtlichen Akten schreiben, so würde man auch ein sehr falsches Bild bekommen. Es wird desshalb die nächste Aufgabe sein, eifrig in den Archiven der alten Krankenhäuser nachzuforschen, ob sich nicht dem hier in Würzburg Gefundenen Entsprechendes entdecken lässt. Wenn ich erwäge, welchen Umschwung der hier gemachte archivalische Fund in der historischen Auffassung der Würzburger Psychiatrie hervorgebracht hat, so liegt der Schluss sehr nahe, dass es, sobald man nur ernstlich sucht, an vielen Orten gradeso gehen wird.

<sup>1)</sup> Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie. Bd. 21. S. 47.

## 2. Betrachtungen und Ergänzungen zu der urkundlichen Geschichte.

### a. Die Aerzte der Irren-Abtheilung.

Angesichts des Aufnahme-Buchs, aus welchem das auf Psychiatrie Bezügliche oben abgedruckt ist, drängt sich vor allem die Frage auf: Wer hat es geschrieben? Leider fehlt in dieser Richtung jeder Anhaltspunkt. Das Abgedruckte umfasst (von 1589 bis 1628) rund vier Jahrzehnte. Folglich müssen die Aufzeichnungen im Laufe dieser Zeit von verschiedenen Aufeinanderfolgenden herrühren und dies bestätigen auch die verschiedenen Handschriften. Immer müssen die Verfasser aber gelehrte Bildung besessen haben. Denn ihr Latein ist durchaus korrekt. Ob es aber der jeweilige Arzt war? oder der geistliche oder der weltliche Spitalmeister? <sup>1)</sup> diess lässt sich nicht entscheiden. Auch Direktor *Lutz* hat bei seiner eingehenden Beschäftigung mit dem Verzeichniss durchaus nichts gefunden, was die Entscheidung ermöglichte. In der ersten Person erscheint der Verfasser nur in einem Fall (anno 1606 N. 1), wo er von einer Kranken berichtet: *sibi vim semel conata est inferre quod meo interventu impeditum*. Es wäre recht interessant zu wissen, wer hier intervenirt hat. Aber leider ist die Entscheidung unmöglich.

Oberärzte waren zu jener Zeit: Dr. *Wilhelm Upilio* (1581 bis 1604), Dr. *Johann Stengel* (1604 bis 1619), Dr. *Johann Wassermann* (1619 bis 1632). Sicher fehlten aber damals diejenigen, welche heutzutage solche Bücher führen würden: die Assistenzärzte. Das für ein heutiges Krankenhaus wesentliche Institut der, im Hause wohnenden jungen Aerzte wurde im Juliuspital überhaupt erst eingeführt zu Anfang dieses Jahrhunderts. Bis zum Jahr 1849 lassen sich diejenigen, welche speciell mit der Irrenabtheilung zu thun hatten, nicht genau von denen der medizinischen Abtheilung trennen. Von 1848 an waren aber sicher an der Irrenabtheilung angestellt, und existiren auch Krankengeschichten von ihrer Hand, folgende Aerzte:

<sup>1)</sup> S. *Lutz*, Rückblick S. 7.

- 1) Dr. *Josef Lindwurm* 1848  
(gestorben 1874 als Professor der medicinischen Klinik in München.)
- 2) Dr. *Andreas Reuss* 1849  
(gestorben 1871 als Arzt in Würzburg).
- 3) Dr. *Christoph Klinger* 1850  
(gestorben 1882 als Obermedicinalrath in München).
- 4) Dr. *Nicolaus Friedreich* 1851  
(gestorben 1882 als Professor der medicinischen Klinik in Heidelberg).
- 5) Dr. *Carl Gegenbaur* 1851  
(Professor der Anatomie in Heidelberg).
- 6) Dr. *Anton Biermer* 1852  
(gestorben 1892 als Professor der medizinischen Klinik in Breslau).
- 7) Dr. *Aloys Geigel* 1853  
(gestorben 1887 als Professor der Poliklinik in Würzburg).
- 8) Dr. *Eduard Koch* 1854  
gestorben 1894 als Arzt in Würzburg).
- 9) Dr. *Ernst Schmitt* 1855  
(Verfasser der Schrift Nr. III; Arzt in Chicago).
- 10) Dr. *Theodor von Haupt* 1856
- 11) Dr. *Carl Schmitt* } mir unbekannt.
- 12) Dr. *Simon Gätschenberger* 1858—59  
(gestorben 1889 als Badearzt in Kissingen).
- 13) Dr. *Adam Braunwart* 1860—62  
(gestorben 1894 als Arzt in Würzburg).
- 14) Dr. *Peter Gros* 1862—63  
(gestorben 1893 als Bezirksarzt in Werneck).
- 15) Dr. *Adolf Herberger* 1863—64 (mir unbekannt).
- 16) Dr. *Hubert Grashey* 1864—67  
(Professor der Psychiatrie in München).
- 17) Dr. *Carl Bever* 1867—68  
(Arzt in Lindau).
- 18) Dr. *Emil Fries* 1868 (mir unbekannt).
- 19) Dr. *Rudolf Böhm* 1867—70  
(Professor der Pharmakologie in Leipzig).
- 20) Dr. *Friedrich Jolly* 1870—73  
(Verfasser der Schrift N. IV, Professor der Psychiatrie in Berlin).
- 21) Dr. *Adam Suttner* 1873—76  
(Arzt in Bergtheim bei Würzburg).

- 22) Dr. *Sigbert Ganser* 1876—77  
(Direktor der städtischen Irrenanstalt in Dresden).
- 23) Dr. *Emil Kräpelin* 1877—78  
(Professor der Psychiatrie in Heidelberg).
- 24) Dr. *Conrad Rieger* 1878—80  
(Schreiber dieses, Verfasser der Schrift Nr. V).
- 25) Dr. *Ernst Bumm* 1880—1882  
(Professor der Gynäkologie in Basel).
- 26) Dr. *Richard Geigel* 1882  
(Privatdozent der inneren Medizin in Würzburg, Sohn von Nr. 7).
- 27) Dr. *Carl Link* 1882—84  
(Verfasser der Schrift Nr. VI. Direktor der Kreis-Irrenanstalt Deggendorf).
- 28) Dr. *Max Toppel* 1884  
(Arzt der Anstalt Alt-Scherbitz).
- 29) Dr. *Gustav Rabbas* 1884—85  
(Arzt der Anstalt Lauenburg in Pommern).
- 30) Dr. *Fritz Krämer* 1885—88  
(Arzt in Essen).
- 31) Dr. *Ludwig Hügel* 1888  
(gestorben in seiner Stellung am 14. Juni 1888).

Von diesen einunddreissig Aerzten, welche bis zum Schluss der Irren-Abtheilung an ihr wirkten, sind neun der Psychiatrie treu geblieben und vier davon heute Professoren der Psychiatrie und Vorstände von psychiatrischen Kliniken, während sieben andere (*Lindwurm, Friedreich, Gegenbauer, Biermer, Geigel sen., Böhm* und *Bumm*) Professoren anderer medizinischer Fächer geworden sind. Die alte juliusspitälische Irren-Abtheilung, so schlecht auch ihre Räume waren, hat somit in dieser Richtung sich sehr fruchtbar erwiesen, und sie hat speziell für die Psychiatrie von den siebzehn klinischen Professuren, welche gegenwärtig im deutschen Reich existiren, fast ein Viertel besetzt. —

Einen tragischen Abschluss hat aber diese, sonst so erfreuliche, Reihe insoferne gefunden, als derjenige Arzt, welchen ich dazu ausersehen hatte, dass er an meiner Seite im Jahre 1888 die neuen Verhältnisse mitgründe, noch im Juliusspital dem Typhus erlegen ist, ehe er in die neue Klinik einziehen konnte. Dr. *Ludwig Ferdinand Hügel* aus Würzburg, geboren am 21. Juli 1860, war nach Vollendung seiner Studienzeit, während

welcher er im Jahre 1883 eine Preissaufgabe der Würzburger medizinischen Fakultät gelöst und 1885 als Coassistent der Irrenabtheilung fungirt hatte, zuerst von 1886 bis 1887 Assistent von Dr. *Stammler* in Thalkirchen bei München gewesen. Darauf arbeitete er im Winter 1887/88, nachdem ich ihn für das Frühjahr 1888 zu meinem Assistenten designirt hatte, im anatomischen Institut in Berlin und kehrte im März 1888 nach Würzburg zurück, um die Reibe der Assistenten der juliusspitalischen Irren-Abtheilung zu beschliessen und die der neuen Klinik zu eröffnen. Aber Letzteres war ihm nicht vergönnt. Schon wenige Wochen nach seinem Eintritt in das Juliusspital, Anfangs Mai 1888, war er infizirt worden von der schlimmen Krankheit, welche in dem alten Krankenhaus leider zuweilen auch unter den Hausbewohnern ihre Opfer fordert. Nach sechswöchentlichem Kampfe erlag er ihr am 14. Juni 1888. Er wurde am gleichen Tage beerdigt, an welchem in Erlangen das Leichenbegängniß von Professor *Hagen* stattfand. So hätte ich sollen an einem und demselben Tage zwei Begräbnissen anwohnen. Der, am Tage zuvor erfolgte Tod des Kaisers Friedrich verstärkte noch die traurigen Eindrücke. Mich persönlich traf dieser Schlag mitten in den schwierigen Vorbereitungen für den Umzug, für welche mir nun mein einziger Helfer geraubt war. Dr. *Hügel* war der älteste Sohn seiner Eltern: ihre Stütze und Hoffnung. Die Thatsache, dass er, dem eine schöne Zukunft bevorstand, so frühzeitig weggerissen wurde durch den tückischen Umstand der Spital-Infektion, hat mich damals schwer deprimirt. Was nur eine ganz vorübergehende Episode hätte sein sollen, sein Aufenthalt im Julius-spital, das wurde ihm zum tödtlichen Verderben. Ich habe gerade von diesem Ereigniss an einen besonders starken Abscheu gefasst gegen den Zustand, dass in einer alten Krankenkaserne alle Arten von Kranken eng zusammengepfercht sind, so dass der Typhus sich über alle Abtheilungen verbreiten und auch Solche befallen kann, die an und für sich mit Typhuskranken gar nichts zu thun haben. Ich habe mir damals gelobt, an meinem Theil dazu beizutragen, dass nicht nur, was damals schon im Werk war, die psychiatrische Abtheilung aus dem Spital hinauskommt, sondern auch in nicht zu ferner Zeit alle übrigen Kranken. Deren Entfernung aus dem für sie völlig ungeeigneten, für Pfründner dagegen vortrefflichen Kasernen-Bau und ihre Ueberführung in die für ein modernes Krankenhaus nöthigen,

in einem grossen Park zerstreuten Einzelhäuser<sup>1)</sup> ist für das Juliusspital, die Stadt Würzburg und die Universität gleich wichtig.

Wie dadurch auch der, im Stiftungs-Brief ausgesprochene, Wille des Bischofs Julius erfüllt wird, soll im folgenden Abschnitt gezeigt werden.

Während das Institut der im Hause wohnenden Assistenz-Aerzte erst in diesem Jahrhundert geschaffen worden ist, hat das Spital schon von 1748 ab ausser dem Oberwundarzt der chirurgischen Kranken sogar noch zwei andere Oberärzte gehabt, einen für die medizinische Abtheilung und einen für die Geisteskranken und Pfründner<sup>2)</sup>.

Der erste klinische Unterricht in der inneren Medizin wurde im Spital 1769 ins Leben gerufen und dem damaligen zweiten Spitalarzt Dr. *Wilhelm* übertragen, welcher bis 1794 die Klinik leitete<sup>3)</sup>. Es ist nicht unmöglich, dass zwischen 1769 und 1798 auch Geisteskranke gelegentlich in der medizinischen Klinik vorgestellt wurden. Von letzterem Jahre ab ist diese Annahme ausgeschlossen, da in diesem Jahre Dr. *Müller* zum Oberarzt der Irrenabtheilung ernannt worden ist, der niemals der Universität angehört hat, sondern nur Spitalarzt war, und von dem überdiess unten näher berichtet werden wird, dass er ein principieller Gegner der klinischen Demonstration Geisteskranker war. *Müller's* unmittelbarer Vorgänger an der Irrenabtheilung war nach seiner ausdrücklichen Angabe (I. S. 16) *Georg Christoph Siebold* gewesen, der älteste Sohn des grossen Chirurgen *Carl Caspar Siebold*, welcher nach *Wilhelm's* Tod 1794 auch die medizinische Klinik erhalten hatte, aber schon 1798 starb. Von ihm existirt ein: *Sermo academicus ac tirones de instituti clinici ratione*

1) Vgl. *Rubner*: Klin. Jahrb. Bd. IV 1892. Erfahrungen über den Bau und Betrieb der Krankenhäuser.

2) S. die werthvolle Zusammenstellung sämtlicher Oberärzte vom Jahre 1581 bis heute bei Dr. *Gregor Schmitt* in der Festschrift: Würzburg, insbesondere seine Einrichtungen für Gesundheitspflege und Unterricht; gewidmet der 10. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege (Würzburg 1892) S. 328 ff.

3) S. *Gerhardt*, zur Geschichte der medizinischen Klinik der Universität Würzburg. Rektoratsrede. 1884. (S. 8.)

(Würzburg 1795), den ich darauf durchgelesen habe, ob er eine Hinweisung auf Psychiatrie enthält, ohne eine solche zu finden.

Die Namen der Oberärzte, welche für die Psychiatrie in Betracht kommen, sind folgende:

- 1) Dr. *Wilhelm Upilio* 1581—1604,
- 2) Dr. *Johann Stengel* 1604—1619,
- 3) Dr. *Johann Wassermann* 1619—1632,
- 4) Dr. *Johann Lorenz Rausch* 1632—1636,
- 5) Dr. *Arnold Streng* 1636—1669,
- 6) Dr. *Johann Ludwig Behringer* 1669—1671,
- 7) Dr. *Johann Peter Zuek* 1671—1700,
- 8) Dr. *Johann Adam Behringer* 1700—1728,
- 9) Dr. *Johann Adam Barthel* 1728,
- 10) Dr. *Lorenz Adam Dercum* 1728—1742,
- 11) Dr. *Franz Josef Oberkamp* 1742—1748,
- 12) Dr. *Peter Ehlen* 1748—?

Von hier ab ist zweifelhaft, wer die Geisteskranken unter sich hatte bis auf:

- 13) Dr. *Christoph Siebold* 1794—1798,
- 14) Dr. *Anton Müller* 1799—1824,
- 15) Dr. *Johann Lukas Schönlein* 1824—1833,
- 16) Dr. *Karl Friedrich Markus* 1833—1863,
- 17) Dr. *Franz Rinecker* 1863—1883,
- 18) Dr. *Hubert Grashey* 1884—1886,
- 19) Dr. *Conrad Rieger* seit 1887.

Zu bemerken ist dabei, dass während der sechszwanzigjährigen Thätigkeit Dr. *Anton Müllers*, von welcher unten noch eingehend die Rede sein wird, die Epileptischen nicht unter ihm als Oberarzt standen, sondern (unter anderem) Dr. *Nikolaus Friedreich* unterstellt waren, der um einer, unten zu besprechenden, Schrift willen hier mit zu erwähnen ist. Ferner: dass der berühmteste der aufgeführten Aerzte, *Schönlein*, schon vor 1824 (seit 1819) Oberarzt der internen Abtheilung gewesen war, aber erst nach *Müller's* Quiescirung im Jahre 1824 als von da ab alleiniger interner Oberarzt auch die Geisteskranken übernommen hat.

Von 1824 bis 1854 waren *Schönlein* (bis 1833) und darauf sein Nachfolger *Markus* alleinige Oberärzte für alle nicht chirurgischen Kranken, bis im Jahre 1854 *Markus* durch Erblindung

gewungen wurde die innere Klinik dem neuberufenen Kliniker *Bamberger* zu überlassen, während er die Geisteskranken, Epileptischen und alle Pfründner behielt. In den seither verflossenen vierzig Jahren ist diese Abgrenzung eine definitive geworden; und ich bin auch nach Ausscheidung der psychiatrischen Klinik aus dem Spitalverband doch noch Oberarzt des Juliusspitals geblieben für sämtliche Pfründner und das Hauspersonal in Erkrankungsfällen. Wegen der Unentbehrlichkeit eines Psychiaters für die Pfründen, welche circa hundert unheilbare Geisteskranke und Epileptiker in sich begreifen, wird diese Personalunion zwischen psychiatrischer Universitäts-Klinik und Juliusspital noch auf die Dauer zu bestehen haben. —

Von grosser Wichtigkeit für das Verständniss der ganzen Entwicklung der Würzburger Psychiatrie ist nun vor allem die Thatsache, dass bis zu dem (oben S. 51 gekennzeichneten) Wendepunkt des Jahres 1833 die Irrenpflege des Juliusspitals nichts zu thun hatte mit dem akademischen Unterricht an der Universität. Während der klinische Unterricht<sup>1)</sup> der inneren Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe in das vorige Jahrhundert zurückreicht und schon um dessen Mitte für diese Fächer der Zustand aufgehört hat, dass im Spital die Kranken ohne Studenten behandelt, in den Hörsälen der Universität aber den Studenten ohne Kranke die Medizin „gelesen“ wurde (wohl wesentlich in der Art, wie sie der Baccalaureus im *Faust* II. v. 2095 schildert: „Aus den alten Brücherkrusten logen sie mir, was sie wussten“); so hat für die Psychiatrie in einer sehr bemerkenswerthen Weise dieser Zustand bis 1833 gedauert, und erst von da ab treten auch zu ihren Gunsten die beiden grossen Stiftungen des Bischofs Julius, die Universität und das Spital, in eine harmonische Wechselwirkung. Die höchst charakteristischen Gegensätze zwischen dem, was in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts an der Universität, und dem, was im Spital in Psychiatrie geschah, will ich aber erst unten in dem Kapitel: „Psychiatrischer Unterricht“ näher beleuchten. Doch wird sich auch der richtige Ort finden, um diejenigen Aerzte im Zusammen-

<sup>1)</sup> Die Literatur über die Geschichte der Würzburger Medizin im Allgemeinen und des klinischen Unterrichts im Besonderen wird unten bei dem Kapitel über den psychiatrischen Unterricht aufgeführt werden.

hang zu würdigen, welche für den klinischen Unterricht in der Psychiatrie von einer, weit über Würzburg hinausreichenden, Bedeutung geworden sind: *Marcus* und *Rinecker*. Den, für die Theorie und Praxis der Krankenbehandlung wichtigen, Oberarzt *Müller* werde ich in dem, dieser gewidmeten, Kapitel und die Bedeutung *Schönlein's* für die psychiatrische Nosologie im Allgemeinen in dem Kapitel: „Krankheiten“ näher betrachten.

#### b. Allgemeines über die Beziehungen zu der Bevölkerung.

Vor der definitiven Vereinigung mit Bayern (1814) hatten seit der Gründung des Spitals in dem früheren Fürstbisthum manche territoriale Verschiebungen stattgefunden. Ueber deren Folgen für die Stiftungsberechtigung theilt Director *Lutz* auf Grund gepflogener Erhebungen Nachstehendes mit: „Es wurden stets die, jeweils dem Würzburger Lande zugetheilten, Gemeinden, bezw. die Armen darin, als berechtigt zum Juliusspital erachtet. Wurden bei Territorial-Aenderungen Gemeinden von Würzburg abgetrennt, so verloren sie diese Berechtigung, wogegen die neu zugetheilten sie erwarben. Nachdem das Grossherzogthum Würzburg im Jahre 1814 wieder mit der Krone Bayern vereinigt worden war, wurde an dem Besitzstand z. Z. des Grossherzogthums festgehalten und dieser fortgesetzt als Grundlage der Stiftungs-Berechtigung betrachtet“<sup>1)</sup>. Somit sind viele Gemeinden des jetzigen bayerischen Kreises Unterfranken und Aschaffenburg, weil sie nicht zum Grossherzogthum Würzburg gehört hatten, nicht, dagegen Gemeinden in der Rhön, obgleich sie seit 1866 preussisch sind, trotzdem noch stiftungsberechtigt. Diese Verhältnisse drängen dem Betheiligten alltäglich Betrachtungen auf über die Wirkung historischer Rechte. Zwei Dörfer in nächster Nachbarschaft und im Uebrigen einander noch so gleich können in Bezug auf ihre Armenversorgung insoferne sich gewaltig unterscheiden, als das eine auf alle Freiplätze und Pfründen des Juliusspitals Anspruch hat, weil es das Glück hatte, zum Gross-

<sup>1)</sup> Die Hauptepisoden der Würzburger Geschichte sind folgende: Selbstständiges Fürstbisthum bis 1803. Von 1803 bis 1806 kurfürstlich-bayerische Regierung. Von 1806 bis 1814 selbständiges Grossherzogthum unter Ferdinand von Toskana. Dann definitiv bayerisch.

herzogthum Würzburg zu gehören, während das andere an allen diesen Wohlthaten durchaus keinen Antheil hat, weil es während der kritischen Zeit etwa zum Grossherzogthum Frankfurt gehört hatte. Da es in Bayern bekanntlich auch keinen Unterstützungs-Wohnsitz gibt, so kann diese Stiftungs-Berechtigung auch niemals durch blosse, wenn auch noch so lange, Ortsanwesenheit sondern nur durch ausdrückliche Erwerbung der Heimath in einer stiftungsberechtigten Gemeinde von einem Fremden erlangt werden. Umgekehrt kann Jemand schon Jahrzehnte lang allein oder mit Familie ausserhalb stiftungsberechtigter Gemeinden irgendwo in der Welt gelebt haben, ohne dass er die Stiftungsberechtigung verloren hätte, so dass zuweilen Kranke, denen Unterfranken persönlich so fremd als möglich ist, nur wegen dieses rechtlichen Bandes in die Klinik kommen. Die pekuniäre Wohlthat ist hier oft mit einer gewissen persönlichen Härte verknüpft. Es hat z. B. ein Stiftungs-Berechtigter eine Eingeborene in weit entlegener Gegend geheirathet und dort seinen Hausstand gegründet. Die Frau wird melancholisch und, um der Wohlthat des Freiplatzes theilhaftig zu werden, weit weg von ihrer Heimath in das ihr wildfremde Würzburg gebracht, wo sie sich dann unter Umständen recht verlassen fühlt. Dies sind aber immer nur seltene Ausnahmen, die allerdings gerade in Bayern desswegen mehr auffallen, weil hier die Regel ist, dass die Kranken in der Nähe ihres Wohnorts ihren Anstaltsplatz finden. Die Länder mit decentralisirter (provinzialer) Irrenversorgung haben darin einen grossen Vorzug vor denen mit centralisirter (staatlicher)-Letztere (z. B. Württemberg, Baden, Hessen, Sachsen) haben meistens das territoriale Princip nicht genügend zur Geltung bringen können. Das, Würzburg unmittelbar benachbarte, sehr bevölkerte badische und württembergische Franken entbehrt z. B. jeder Anstalt, ein Zustand, der für den Würzburger Beobachter betrübend anzusehen ist. Falls sie nicht die Mittel haben, ihre Kranken in der nahen Würzburger Klinik unterzubringen, müssen die Angehörigen sie in Regionen verschwinden sehen (etwa am Fuss des Schwarzwaldes oder in der Nähe des Bodensees), von denen man sagen kann, dass sie der fränkischen Bevölkerung völlig fremd und zudem Tagereisen weit, selbst mit der Eisenbahn, entfernt sind. Geschieht eine solche Verbringung dann gar vollends aus sicherheitspolizeilichen Gründen, nicht nur unter Protest des Kranken selbst sondern auch dem seiner Angehörigen

so bekommt sie unter den gekennzeichneten regionalen Verhältnissen einfach den Charakter einer Deportation in ein weit entlegenes „Narrenhaus“, welches dann in der Phantasie der Angehörigen, denen jede persönliche Berührung mit dem Kranken wie mit seinen Aerzten fehlt, noch schlimmer als ein Zuchthaus erscheint. Diese Uebelstände hängen zusammen mit dem unhistorischen und rationalistischen Charakter, welchen die Irrenfürsorge da an sich trägt, wo sie erst zu spät improvisirt werden musste. Statt des naturgemässen regionalen Principis ist in der Regel dann das künstliche der Trennung von „Heil-“ und „Pflege-“ Anstalten dazugesetzt, das die Verhältnisse noch unnatürlicher gestaltet. Ich werde darauf in dem Kapitel: „Der Rationalismus“ noch eingehend zurückkommen. —

Die Würzburger Psychiatrie hat ihre wohlthuenden Lokaltöne auf ihrem beschränkten Territorium, dessen Centren der Ochsenfurter und Schweinfurter Gau bilden mit ihrer sesshaften, Ackerbau und Viehzucht treibenden Bevölkerung. Die genaueste Kenntniss der Kranken, ihrer Angehörigen und Verhältnisse ist leicht möglich und gewährt die grösstmögliche Sicherheit des Urtheils. In Würzburg kann man sich eine psychiatrische Praxis nicht vorstellen, in welcher man etwa die Angehörigen der Kranken gar nicht persönlich kannte. Auf deren Wünsche Rücksicht zu nehmen ist deshalb hier ganz selbstverständlich, und der persönliche Verkehr gestattet sorgfältigste Individualisirung und Berücksichtigung aller Umstände.

Dazu kommt noch, dass das, Jahrhunderte alte, Institut der Freiplätze, welche das Juliusspital Geisteskranken gerade so gewährt wie allen anderen Kranken, die Aufnahme hier von jeher vor allem unter dem Gesichtspunkt einer grossen Wohlthat hat erscheinen lassen. Wie oben aus den Mittheilungen von Direktor *Lutz* ersichtlich ist, hatte Bischof Julius im Princip nur Freiplätze anerkannt. Die betreffende Stelle seines Stiftungsbriefes lautet:

Hergegen sich aber mit Gütern oder Gelt, welches wir ernstlich und mit sonderem getrewen Vleiss wollen fürsehen und vorkommen haben, niemandt In dies unser SPittal einkhaufen noch auch einige Fürterung oder Fürbitt für jemanden, von wem die auch herkompt, nit gelten oder Ansehens haben, denn die Erfahrung vieler Ort genügsamlich zu erkennen geben hat und noch heut zu Tag gibt, das, zudem bei den SPitalern, dergleichen einkhaufen, Gunst und Fürterung gelten, der Krankhe durch den

Gesund ausgetrieben, der Dürftig durch den Vermögenden gehindert, der zuvor verlassen umb der fürtringenden Habenden Wöllen gar in Vergess gesetzt, Und das mehr Inn solchen einkhauffen nit das Almosen sondern der geliebt Müssiggangk gesucht und also die wohlgemeinte Gottesgab missbraucht und Prophanirt würdt, von notweg allerley Verenderung und Zerüttung muss erfolgen, zu geschweygen, wie wenig Gottes Segen und Gedeien dardurch khan erlangt werden, darumbh nhun ein solches dessen Orts, da nichts anders gesucht. vermeint noch verstanden würdt, dann wie die Armen bresshafften und dörfftigen Menschen ergetzlichkeit und erquickung gehaben mögen, billig vermitteln sein und bleiben soll.

Diese Bestimmung ist lehr lehrreich für die Art und Weise, wie wir uns die Meinung über ein Spital vor drei Jahrhunderten vorzustellen haben Thomann (a. a. O. S. V.) rühmt von dem Stifter: dass er zugleich ein: „Ptochodochium“ (Armenhaus), ein „Nosodochium“ (Krankenhaus) und ein „Xenodochium“ (Pilgerhaus) gegründet habe, ein „refugium miserorum omnium“. Das Wesentliche und Gemeinsame war die Fürsorge für die Armuth. Es konnte ja damals noch nicht gedacht werden an solche wohlhabende Kranke, die etwa, wie heutzutage, in ein wohlorganisirtes Krankenhaus desshalb eintreten, weil sie hier Hilfsmittel finden, welche ihnen selbst die besten Privat-Verhältnisse nicht zu bieten vermögen. Von einer Krankenhaus-Technik konnte damals nicht die Rede sein. Die Räume und die ganzen Verhältnisse des Spitals konnten nur den Armen etwas Besseres bieten, als sie draussen hatten. Unter diesem Gesichtspunkt konnte der Stifter allen Grund haben zu befürchten, dass Aufnahme gegen Zahlung nur denen zu Gute komme, die den „geliebten Müssiggang“ suchen. Aber gerade die psychiatrischen Fälle mussten dieses, an und für sich wohlberechtigte, Princip als undurchführbar erweisen. Während wohlhabende medizinische und chirurgische Kranke noch Jahrhunderte lang keinen Grund hatten, sich in Krankenhäusern zu melden, so gab es bei Geisteskranken, auch falls sie wohlhabend waren, sobald überhaupt etwas wie eine Irren-Anstalt, wenn auch nur in den primitivsten Anfängen, vorhanden war, häufig Grund, eine solche aufzusuchen. Sie waren eben Anstaltsbedürftig, ganz abgesehen von dem Kostenpunkt. Die zahlreichen Geistlichen z. B., die im Aufnahmebuch verzeichnet sind, kamen vor dreihundert Jahren gewiss nicht wegen Armuth in's Spital. Hätten sie andere Krankheiten gehabt, so hätten sie sich wohl sicher zu Hause behandeln lassen. Ebenso der nobilis Thobias a Hage (1590, Nr. 4), der

studiosus poëticae (1594, Nr. 4). der medicinae doctor Wilhelm Strohmeier (1619, Nr. 11), der Dr. Johann Schulz (1624, Nr. 6), der Dr. Bribinius (1626, Nr. 1) u. s. f.

Hinsichtlich der zahlungsfähigen Geisteskranken muss sich dann schon in den ersten Zeiten des Spitals der Konflikt ergeben haben: ob man auch sie, getreu der vorhin angeführten Stelle des Stiftungsbriefs, unentgeltlich verpflegen oder sie, dem Stiftungs-Briefe entgegen, zahlen lassen sollte? Positives darüber, wie man sich in der ersten Zeit thatsächlich verhalten hat, lässt sich offenbar heute nicht mehr auffinden. Dagegen ist aus den Mittheilungen von Direktor *Lutz* (s. oben S. 41 ff.) ersichtlich; dass um die Mitte des vorigen Jahrhunderts für Geisteskranke, in den erforderlich scheinenden Fällen, prinzipiell Zahlung verlangt wurde, im Gegensatz zu dem Verfahren gegenüber von anderen Kranken. Diess spricht sehr deutlich dafür, dass man einsah, wie bei Geisteskranken eben noch andere Momente in Betracht kommen, als die Spital-Bedürftigkeit aus Armuth. Und nicht für vorübergehende Aufnahmen, sondern sogar für dauernde Einfründungen wurde um die Mitte des vorigen Jahrhunderts vermöglichen Geisteskranken gegenüber die Konzession des Einkaufens-Lassens gemacht.

Director *Lutz* hat schon in seinem „Rückblick“ vom Jahre 1876 auf S. 28 Folgendes mitgetheilt:

„Ungeachtet im Stiftungsbriefe jeder Einkauf verboten wurde, ist doch ein solcher für mehrere, jedoch nur blöd- und schwachsinnige Personen gestattet worden; im Jahre 1749 gegen Zahlung einer Summe von fl. 1125, im Jahre 1752 gegen Zahlung von 1150 fl. und einmal von 1000 R.-Thlr. (1500 fl. [dies waren offenbar Kapital-Einzahlungen für Lebensdauer], einmal aber auch für eine wöchentliche Verpflegungsgebühr von zwei Reichsthalern. Hierfür erhielt im letzten Falle der Geisteskranke (der Sohn eines Bamberger Hofraths und Kloster-Syndicus) im Sommer ein eigenes Zimmer, während er im Winter gemeinschaftlich mit mehreren „convenablen“ Personen ein Zimmer bewohnen musste, den sog. Nebentisch und täglich eine Maas Wein, wogegen die Medizin besonders vergütet, dann auch die Kleidung und das Weisszeug gestellt werden musste.“

Weitere Mittheilungen über diesen Punkt hat dann Director *Lutz* oben S. 44 gegeben. Aus allem geht hervor, dass in dem vorhin gekennzeichneten Sinne es eben gerade die spezifische Anstalts-Bedürftigkeit der Geisteskranken war, welche am frühesten dazu geführt hat, sogar dem bestimmten Wortlaut des

Stiftungs-Briefes zuwider die Aufnahmen gegen Zahlung zu gestatten.

Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt das Verzeichniss, welches oben (S. 32) abgedruckt ist; so findet sich in diesem Präsenz-Stand vom Januar 1735 z. B. Herr *v. Muffel* aus Nürnberg als aufgenommen im J. 1729, folglich schon sechs Jahre im Spital befindlich. Dass dieser nicht als einheimischer Armer da war, dürfte höchst wahrscheinlich sein. Im Uebrigen ist in diesem Verzeichniss der genannte Nürnberger der einzige aus einem nicht-Würzburgischen Orte stammende (das darin vorkommende Markt-Bibart im jetzigen Mittelfranken war damals Würzburgisch<sup>1)</sup>). Man darf also wohl auf Grund dieses Verzeichnisses annehmen, dass das Vorhandensein zahlender „Ausländer“ immerhin eine Ausnahme gebildet hat. —

Auch heute noch ist aber das Wichtigste an der Julius-Spital-Stiftung das Institut der Freiplätze, von welchen der Psychiatrie zu Gute kommen: 25 für vorübergehende Verpflegung von „Curisten“, 40 für lebenslängliche „Irrenpfründner“, 49 für epileptische „Pfründner“. Da ein sogenannter „Pfründner-Admassirungs-Fond“ besteht, so werden diese Pfründen im Laufe der Jahrzehnte fortschreitend vermehrt. Im Ganzen unterhält die Spital-Stiftung 420 Freiplätze; die genannten 114 für psychiatrische Kranke stellen also den 3,7ten Theil von allen dar. Die übrigen fallen auf medizinische und chirurgische Kranke (145) und sogenannte „allgemeine Pfründner“ (161), d. h. solche, die nur wegen Alter und Invalidität, bei geistiger Gesundheit, verpflegt werden. Ich werde aber in dem späteren Abschnitt, wo von den Pfründnern speziell die Rede ist, hervorzuheben haben, dass unter diesen, offiziell nicht als geisteskrank declarirten, alten Leuten sich immer auch viele befinden, die als Objecte der Psychiatrie gelten können. Man kann deshalb sagen: dass in dem stiftungsberechtigten Territorium manche alte Leute, die sonst in der Irren-Anstalt untergebracht werden müssten, sich in der „allgemeinen Pfründe“ befinden, so dass auch diese Freiplätze noch zu einem kleinen Theil zur weiteren Entlastung der unterfränkischen Kreis-Irren-Pflege beitragen. †

<sup>1)</sup> S. *Gropp*, Wirtzburgische Chronik, II. Theil, S. 319.

Gegenüber von dem vielen, häufig sehr trivialen, Gerede, daß man an vielen Orten über „Zunahme des Irrsinns“, über das „nervöse Zeitalter“ und dergl. zu hören und zu lesen bekommt, mache ich auch hier darauf aufmerksam, dass die sog. „Zunahme des Irrsinns“, soweit sie statistisch fassbar ist, nichts anderes ist als der Ausdruck der lediglich von pekuniären Umständen abhängigen Thatsache: dass gegen früher mehr Irren-Plätze vorhanden sind.

Die Frage ist sehr einfach diese: Wovon hängt es ab, ob viele oder wenige Geisteskranke in Anstalten und damit allein auch ordentlich zählbar sind? — Die Antwort auf diese Frage ist ebenfalls einfach und unzweideutig diese: davon ob die Gemeinde zahlen muss oder der Staat resp. Kreis. Einen fast ans Komische streifenden Beleg für diesen Satz liefern die Verhältnisse der Herzogthümer Sachsen-Meiningen, Coburg-Gotha und des Fürstenthums Schwarzburg-Rudolstadt, welche die gemeinsame Irrenanstalt Hildburghausen besitzen. In dem Bericht dieser Anstalt für das Jahr 1890 (S. 5) ist nämlich mitgetheilt, dass in ihr die Sachsen-Meininginger mit einem auf 795 Köpfe der Gesamt-Bevölkerung des Landes, dagegen die Coburg-Gothaer und Rudolstädter erst mit einem auf 2078 der Gesamtbevölkerung dieser Länder vertreten sind. Man könnte also aus diesen Zahlen zu dem merkwürdigen Schluss kommen, dass es 2,7 mal mehr geisteskranke Meininger als Coburger und Rudolstädter gebe, und daran könnten die wunderbarsten weiteren Betrachtungen geknüpft werden. Die Erklärung des Räthfels liegt aber sehr einfach in dem Umstande, dass für alle unbemittelten Kranken in Schwarzburg-Rudolstadt und Coburg-Gotha die Unterhaltungskosten nicht wie in Meiningen von den bezüglichen Kreisen, sondern von den manchmal recht armen Gemeinden bestritten werden müssen.

Auch in unserem Kreis, wo, wie in ganz Bayern, falls keine Freiplätze zur Verfügung stehen, die einzelnen Gemeinden die Verpflegungskosten zu zahlen haben, ist der Zugang solcher Kranker, für welche gezahlt werden muss, ein sehr flauer, und nur zu den Freiplätzen findet der heftigste Andrang statt. So lange es nichts kostet, ist jede Gemeinde von der Krankheit und Anstalts-Bedürftigkeit lebhaft überzeugt. Ich erlebe den oft sonderbaren Wechsel der Auffassungen alltäglich. So lange der Freiplatz währt, ist sein Insasse schwer krank; sobald ge-

zahlt werden muss, ist doch auch „Bosheit und Verstellung“ dabei; oder, wenn die Angehörigen zahlen sollen, erwacht plötzlich die Sehnsucht, das kranke Angehörige um sich zu haben, die während der Dauer des Freiplatzes völlig geschlummert hatte. Würden alle Lasten für Geisteskranke auf den Gesamtstaat centralisirt, so würden sofort aus allen Orten Leute als dringend anstaltsbedürftig gemeldet, für deren pathologische Beschaffenheit bis zu jenem kritischen Moment jegliches Verständniss gefehlt hatte.

Ich habe mit den Freiplätzen jahraus jahrein eine ziemlich aufregende Arbeit. Einerseits hat die Stiftung keine Verpflichtung auch nur einen Tag über die 9125 (in Schaltjahren 9150) hinaus zu zahlen, und Ueberschreitungen um einige Dutzende von Tagen werden schon immer beanstandet; andererseits will ich der Stiftung auch nichts schenken zu Ungunsten der armen Bevölkerung. So muss ich immer sorgfältig darauf bedacht sein, dass am Jahresschluss die Zahl gerade erreicht wird. Hätte ich sie z. B. schon am 1. Dezember erreicht, so könnte ich von da ab Niemanden mehr in einen Freiplatz einsetzen, was doch sehr unsachgemäss wäre.

Die Gesamt-Bevölkerung aller stiftungsberechtigten Gemeinden beträgt rund 450000. Es kommt also auf rund 18000 Menschen ein Freiplatz in der Klinik. Da die Freiplätze nur für Vermögenslose in Betracht kommen, so ist diese Zahl noch auf ca.  $\frac{9}{10}$ , also auf rund 16000 zu reduciren, da man annehmen muss, dass unter 100 Menschen sich höchstens 10 befinden, für welche im Fall einer Geisteskrankheit die Anstalts-Verpflegung aus Privatmitteln bestritten werden kann.<sup>1)</sup> Würde also jeder Freiplatz viermal im Jahre neu besetzt, so käme auf eine Bevölkerung von 4000 Vermögenslosen die Möglichkeit, in jedem Jahr für einen Krankheitsfall in den Genuss eines Freiplatzes treten, dann aber immer nur ein Vierteljahr darin bleiben zu können. Würde die Anstalts-Bedürftigkeit Geisteskranker im Durchschnitt nur ein Vierteljahr dauern, so wäre durch die Freiplätze für das Bedürfniss gesorgt. Denn dieses Verhältniss:

1) Vergl. *Haushofer*, Lehr- und Handbuch der Statistik, 2. Aufl. S. 379: „Die Zahl derjenigen Volkstheile, welche nur den nothdürftigen Lebens-Unterhalt bestreiten können, beträgt über 90% der Gesamt-Bevölkerung“, — welcher Satz gewiss auch für unsere Bevölkerung zutrifft.

eine Neu-Aufnahme im Jahr auf 4000 Menschen genügt den thatsächlichen Bedürfnissen. Da aber die Durchschnitts-Dauer der Anstalts-Bedürftigkeit weit über ein Vierteljahr beträgt, und es sich in der Regel um Jahre, häufig um Jahrzehnte handelt, so genügen die Freiplätze nur, um immer wieder frisch Erkrankte aufzunehmen. Das Ende ihrer Erkrankung abzuwarten ist in der Regel nicht möglich, und sie müssen, nachdem ihre Verpflegung auf Stiftungskosten beendet ist, entweder auf Rechnung ihrer Armenpflege in der Klinik weiterverpflegt oder entlassen werden, je nachdem in häusliche Pflege oder in die Kreis-Anstalt. Während an anderen Orten häufig geklagt wird, dass die Kranken so spät in die Anstalt gebracht werden, so trifft dies hier durchaus nicht zu. Sondern da gerade die Frisch-Erkrankten immer am Leichtesten zu unentgeltlicher Verpflegung gelangen, so kommen diese auch immer sehr rasch. Ich glaube deshalb in Folge dieser Verhältnisse am meisten Berechtigung zu haben, ein Urtheil abzugeben über den, in der psychiatrischen Literatur zu einem Dogma gewordenen Satz: je früher nach dem Ausbruch der Krankheit die Kranken in die Anstalt gebracht werden, desto sicherer könne man sie heilen. Ich werde versuchen in dem Abschnitt: Der Rationalismus den Nachweis zu führen, dass diesem Dogma zwar ein Kern von Thatsachen zu Grunde liegt, dass es aber in seiner gewöhnlichen Fassung eine Entstellung der Wirklichkeit durch Missverständnisse enthält und deshalb im Wesentlichen falsch ist.

Es ergibt sich für die Würzburger Freiplätze zufällig ziemlich das gleiche Verhältniss wie für die von den Krankenkassen gezahlten Plätze: auch die, von diesen in maximo geleisteten, neunzig Tage sind für Geisteskranke meistens ungenügend. Die Krankenkassen kommen aber für die Psychiatrie überhaupt nur in einer stark industriellen Bevölkerung in erheblichen numerischen Betracht. Denn die, nicht unter dem Reichsgesetz stehenden, Dienstboten- etc. Krankenkassen zahlen meistens für Geisteskranke principiell nichts, so dass z. B. hier in Würzburg die vielen Dienstmädchen, die in die psychiatrische Klinik kommen, aus ihrer Krankenkasse dafür nie einen Pfennig bekommen, sondern von Anfang an ihrer Gemeinde zur Last fallen, wenn sie nicht als stiftungsberechtigt auf einen Freiplatz übernommen werden können, worüber sich schon Director Lutz (s. oben S. 47) ausgesprochen hat. —

Weil die Freiplätze in Würzburg seit Jahrhunderten auch in psychiatrischen Fällen stets vor allem unter dem Gesichtspunkt einer grossen Wohlthat betrachtet worden sind, so ist hier der Gedanke an ein blosses Zucht- und Detinirungs-Haus von jeher völlig zurückgetreten. Wo immer nur Parallelismus mit medizinischen und chirurgischen Kranken und niemals, wie an vielen andern Orten, mit Gefangenen bestanden hat, da kamen auch nie Spezial-Verordnungen auf, vermöge welcher die psychiatrischen Fälle in schablonenhafter Weise ganz anders behandelt werden, als sonstige Kranke, und ebensowenig schwerfällige Aufnahme-Bedingungen. Sondern in die Freiplätze wurden von jeher alle Kranke überhaupt ohne jede weitere Förmlichkeit aufgenommen, sobald nur ihre Stiftungs-Berechtigung in pekuniärer Hinsicht anerkannt war; und nur wenn die Kosten-Zusicherung von einer Behörde ertheilt werden muss, ist aus diesem rein pekuniären Grunde amtliche Intervention z. B. des Stadt-Magistrats Würzburg nöthig, der die Kosten vorläufig zuzusichern hat für arme Kranke, die in Würzburg erkrankt, aber hier nicht heimathberechtigt sind. Aber dies hat gerade so für medizinische und chirurgische Kranke stattzufinden. Es ist charakteristisch für die Entwicklung der Würzburger Psychiatrie, dass selbst in den oben abgedruckten Erlassen des Fürstbischofs Franz Ludwig, in welchen doch am Meisten von bureaukratischem Darein-Regieren zu verspüren ist, zwar viel davon die Rede ist: es sollen nicht Leute als geisteskrank in das Spital gebracht werden, die es eigentlich nicht so nöthig haben; aber durchaus nicht unter dem Gesichtspunkt des Schutzes der persönlichen Freiheit, sondern lediglich unter dem der Abwehr einer ungerechtfertigten Ausnützung der Wohlthaten der Irren-Anstalt. Auch seither ist niemals von irgend einer Seite der Versuch gemacht worden, das System der persönlichen Verantwortlichkeit des Leiters der Klinik für den Schutz der individuellen Freiheit zu ersetzen durch ein solches polizeilicher Bevormundung. Die Kranken werden hier nicht, wie noch in vielen Ländern, durch Beamte von Centralbehörden, die sie nie gesehen haben, in eine Anstalt „eingesprochen“, und eine Anzeige-Pflicht für alle Kranke liegt hier ebenso ausser aller Denkbareit wie etwa auf einer medizinischen oder chirurgischen Klinik. Wie es aber auch in den letzteren für gewisse, wegen der Ansteckung gemeingefährliche, Krankheiten eine Anzeigepflicht giebt; so giebt es in

der psychiatrischen Klinik Fälle, mit welchen Polizei- und Justiz-Behörden sich zu befassen haben. Sie bilden aber seltene Ausnahmen; und wenn nun blos um ihretwillen nach einer völlig abstumpfenden Schablone verlangen wollte, dass alle psychiatrischen Aufnahmen angezeigt werden sollen; so führte dies für die grosse Mehrzahl der Fälle zu einem von vornherein sinnlosen Verfahren und für diejenigen, für welche es allein Sinn hat, erwachsen gerade aus dieser schablonenhaften Methode erst recht Gefahren mangelnden Rechtsschutzes. In dem bürokratischen Schlendrian, der bei solchem System nothwendig einreissen muss, geht dann alles durcheinander: ob Jemand gemeldet wird, der völlig freiwillig eintritt, oder Jemand, der wegen schwerer Bewusstlosigkeit oder Verwirrtheit überhaupt keiner zusammenhängenden Willens-Aeusserung fähig ist; in welchen beiden Fällen eine Meldung höchst unnöthig ist; oder aber diejenigen, denen gegenüber es in der That einen Sinn hat Intervention von Behörden anzurufen, nämlich solche, die internirt werden sollen, obgleich sie in zusammenhängender, logisch motivirter und nachdrücklicher Weise gegen ihre Internirung protestiren. —

Der einzige vernünftige Schutz der persönlichen Freiheit besteht darin, dass alle verantwortlichen Irrenärzte sich über die Anwendbarkeit von § 239 R.-Str.-G.-B. auf ihr Verfahren klar sein müssen: „Wer vorsätzlich und widerrechtlich einen Menschen einsperrt oder auf andere Weise des Gebrauchs der persönlichen Freiheit beraubt, wird mit Gefängniss bestraft.“ — Wer ohne Protest in der Anstalt bleibt, dem gegenüber kann natürlich nicht von einer Entziehung der Freiheit die Rede sein, auch wenn man ihn nicht frei aus- und eingehen lässt. Denn: *volenti non fit injuria*. Handelt es sich ferner um einen ganz sinnlosen oder bewusstlosen Menschen, so kann einem solchen gegenüber auch nicht von Entziehung der persönlichen Freiheit die Rede sein. Denn bei ihm hat die Krankheit schon an und für sich eine Aufhebung der persönlichen Freiheit bewirkt. Dagegen hat nun allerdings jede verantwortliche Irrenarzt die Pflicht in den Ausnahmefällen, in welchen die eben erwähnten beiden gewöhnlichen Arten der Sachlage nicht gegeben sind, wo also von einem Geisteskranken in deutlicher und nachdrücklicher Weise gegen die Freiheits-Entziehung protestirt wird, nur auf gesetzmässiger Grundlage zu handeln.

Ich halte es für die charakteristische Folge des, in Würzburg herrschenden, Systems der Freiheit von behördlicher Bevormundung, dass gerade unter diesem System ich persönlich zu einer Praxis gelangt bin, die in der Rücksicht auf die individuelle Freiheit auch gegenüber von notorisch Geisteskranken soweit geht, als es nur immer möglich ist. Bei meiner vollen und ungetheilten Verantwortlichkeit, nicht gedeckt durch behördliche Einweisungen, habe ich eben den citirten Paragraphen des Straf-Gesetz-Buches fortwährend auf das Lebhafteste im Bewusstsein und bin, der Ansicht, dass er Anwendung zu finden hat auch auf die, in wohlmeinendster Absicht unternommenen, jedoch einer eigentlichen Rechts-Grundlage entbehrenden, psychiatrischen Freiheits-Beraubungen gegenüber von einem Protestirenden.

Ich will diese meine Ansicht im Folgenden näher begründen, da mir eine Erörterung dieser praktisch wichtigen Frage gut hieher zu passen scheint in dieses, den Beziehungen der Bevölkerung zur Psychiatrie im Allgemeinen gewidmete, Kapitel.

Dass bei der in Rede stehenden Handlung ein Mensch vorsätzlich des Gebrauchs der persönlichen Freiheit beraubt wird, bedarf keiner weiteren Begründung. Diess thut aber auch das Personal eines Gefängnisses; und es ist deshalb selbstverständlich, dass alles auf den Zusatz: „und widerrechtlich“ ankommt. In dieser Beziehung ist im Gefängniswesen alles unzweifelhaft geregelt durch das Strafmass. Hier ist der Schutz der persönlichen Freiheit einfach durch den § 341 R.-Str.-G.-P. garantirt: „Ein Beamter, welcher vorsätzlich, ohne hiezu berechtigt zu sein, die Dauer einer Freiheits-Entziehung verlängert, wird mindestens mit Gefängnis von drei Monaten bestraft.“

Was ist dagegen bei der psychiatrischen Freiheits-Beraubung „widerrechtlich“ im Sinne des § 239? Ich sage: was einer Rechts-Grundlage entbehrt, und zwar einer gesetzlich formulirten. Auf eine solche lässt sich in Bayern jederzeit recurriren; und es wird auch thatsächlich in jedem Falle, wo es nöthig ist, auf sie recurrirt. Sie ist gegeben in dem § 80 des Polizei-Straf-Gesetz-Buches, welcher lautet:

„Wer mit Gefahr für Personen oder Eigenthum oder für die öffentliche Sittlichkeit Blödsinnige oder Geisteskranke, deren Aufsicht ihm obliegt, frei auf Strassen oder an öffentlichen Plätzen herumgehen lässt, wird an Geld bis zu fünfundvierzig Mark bestraft.“

Hat eine solche Person einen Angriff gegen Personen oder gegen fremdes Eigenthum verübt oder die öffentliche Sittlichkeit verletzt, und ist wegen Unzurechnungsfähigkeit des Beschuldigten entweder ein Strafverfahren gar nicht eingeleitet worden oder ein das Strafverfahren einstellendes Erkenntniss erfolgt oder ist die Gemeingefährlichkeit einer solchen Person in sonstiger Weise festgestellt, so ist die Polizeibehörde berechtigt, auf den Grund bezirksärztlichen Gutachtens deren Unterbringung in einer Irren-Anstalt oder deren sonstige genügende Verwahrung anzuordnen.“

Nur wenn der Thatbestand dieses Paragraphen in genügender Weise festgestellt ist, kann in Bayern eine solche Internirung gegen den Protest des Betroffenen vorgenommen werden, wobei der Schlusssatz aber immer noch die Möglichkeit der „sonstigen genügenden Verwahrung“ offen lässt; und dieser Paragraph wird in den betreffenden Verfügungen immer als gesetzliche Grundlage ausdrücklich citirt. Ich halte demnach für die Bedingung der Möglichkeit einer psychiatrischen Freiheits-Beraubung (d. h. einer Anstalts-Internirung gegen den Willen) in einem Rechtsstaat die Existenz eines Paragraphen von Gesetzeskraft und seine ausdrückliche Anwendung durch die zuständige Behörde. Ob diese dann im concreten Falle den Paragraphen anzuwenden berechtigt war, darüber muss natürlich der Betroffene auch an höhere Instanzen appelliren dürfen. Ich freue mich von meiner, nun auch schon langjährigen, Praxis sagen zu dürfen, dass ich noch nie die mindeste Schwierigkeit in allen diesen Dingen gehabt habe; und ich schreibe diess weder einem, wegen der grossen Zahl der Fälle auszuschliessenden, glücklichen Zufall, noch eigenem Verdienst zu, sondern lediglich der oben charakterisirten in Würzburg herrschenden gesunden Tradition, vermöge welcher vor allem einmal diejenigen, welche nicht gegen die Internirung protestiren, von irgend welcher äusseren Bevormundung völlig unbehelligt bleiben. Auch in neuester Zeit (unter dem 26. März 1895) ist von dem bayrischen Justiz-Ministerium ein Erlass ergangen, welcher ganz in diesem Geiste gehalten ist und folgendermassen lautet:

Nach § 595 der Z.-Pr.-O. sind die Staatsanwälte befugt, die Entmündigung wegen Geisteskrankheit zu beantragen.

Die Staatsanwälte haben aber von dieser Befugniss nicht in allen Fällen, in welchen sie von der geistigen Erkrankung einer Person Kenntniss erhalten, sondern nur dann Gebrauch zu machen, wenn ein Privat- oder öffentliches Interesse die Entmündigung des Kranken gebietet.

Der Umstand allein, dass eine Person wegen geistiger Störung zu ihrer Heilung in einer Irrenanstalt untergebracht ist, kann die Stellung des Ent-

mündigungs-Antrags nicht rechtfertigen. Von der Stellung eines solchen Antrags kann dann keine Rede sein, wenn die geistige Störung die Handlungsfähigkeit des Kranken nicht beeinträchtigt.

Aber auch wenn die geistige Erkrankung die Handlungsfähigkeit in Frage stellt, wird regelmässig ins solange von der Stellung eines Antrags auf Entmündigung abgesehen werden können, als Aussicht auf Heilung besteht. In vielen Fällen würde die verfrühte Durchführung eines Entmündigungs-Verfahrens, abgesehen von den dadurch veranlassten Kosten, den Kranken nach der Wiederaufhebung der Entmündigung in seiner gesellschaftlichen Stellung und in seinen Erwerbs-Verhältnissen empfindlich schädigen und unter Umständen durch die etwaige amtliche Untersuchung des Kranken selbst dessen Heilung nachtheilig beeinflussen. Nur dann wird auch bei einer vorübergehenden geistigen Erkrankung die Entmündigung beantragt werden müssen, wenn die Familien- oder Vermögens-Verhältnisse des Kranken die Aufstellung eines gesetzlichen Vertreters für diesen angezeigt erscheinen lassen, wobei darauf hingewiesen wird, dass deshalb, weil die geisteskranke Person unter väterlicher oder eheherrlicher Gewalt steht, die Entmündigung nicht ausgeschlossen ist.

Andererseits wird auch bei einer unheilbaren geistigen Erkrankung die Stellung eines Entmündigungs-Antrags dann unterbleiben können, wenn der Kranke kein Vermögen besitzt und auch sonst des Schutzes eines Vormundes nicht bedarf, oder wenn für den Kranken bereits ein gesetzlicher Vertreter vorhanden ist, der dessen Interessen entsprechend wahr nimmt.

Nimmt der Staatsanwalt von der Stellung eines Entmündigungs-Antrags deshalb, weil Aussicht auf Heilung besteht, oder aus einem sonstigen Grunde ein stweilen Abstand, so hat er von Zeit zu Zeit über die für die Entmündigung massgebenden Umstände, insbesondere auch über das Befinden des Kranken, bei den Verwandten, den Polizei-Behörden und den Irren-Anstalten, wenn nöthig durch Einforderung ärztlicher Zeugnisse, Erkundigungen einzuziehen.

Auch wenn der Staatsanwalt die voraufgeführten Voraussetzungen einer Entmündigung nicht für gegeben erachtet, hat er diese dennoch dann zu beantragen, wenn eine seit mehr als sechs Monaten in einer Irren-Anstalt wider ihren Willen verwahrte Person eine gerichtliche Entscheidung über ihren geistigen Zustand beantragt.

Ich hatte kurz vor Erlass dieser Verfügung Gelegenheit gehabt, gegen eine überflüssige Ausdehnung des Entmündigungs-Verfahrens Verwahrung einzulegen, anlässlich des Verlangens eines Bezirks-Amtes: ein an progressiver Paralyse leidender vermögensloser Arbeiter müsse zuvor entmündigt werden, ehe der Antrag auf eine Invaliden-Rente berücksichtigt werden könne. Ich habe daraufhin folgende Erklärung abgegeben:

Rubrikat könnte in Folge seiner Hirnkrankheit für dispositionsunfähig erklärt werden, falls wichtige Entscheidungen und Rechtshandlungen von

seinem Willen abhingen. Dieser Fall liegt aber durchaus nicht vor, und es besteht von keiner Seite ein Interesse an seiner Entmündigung. Auch die Ehefrau hat den Antrag durchaus nicht aus eigenem Antrieb gestellt sondern nur, weil das Bezirksamt erklärt hatte, die Entmündigung sei zur Erlangung der Invaliden-Rente nothwendig. Gegen diesen Satz muss ich lebhaft Einsprache erheben, erstens mit Rücksicht auf den vorliegenden Fall im Speziellen und zweitens wegen der Consequenzen, welche die Anerkennung dieses Satzes im Allgemeinen haben müsste.

Was erstens den vorliegenden Fall betrifft, so ist die Krankheit überwiegend eine körperliche: lähmungsartige Schwäche und andere Erscheinungen stehen im Vordergrund, welche schon an und für sich Arbeitsunfähigkeit bedingen würden, auch wenn geistige Störungen gar nicht in Betracht kämen. Letztere treten noch so wenig deutlich hervor, dass auch beim Gerichts-Termin von Commissionswegen bemerkt worden ist: er habe auf den Richter den Eindruck eines ruhigen und ganz vernünftigen Mannes gemacht. — Es ist auch durchaus nicht ausgeschlossen, dass er noch lange Zeit in diesem Geisteszustand bleibt und dass die, allerdings unfehlbar zum Tod führende, Krankheit in einer Weise abläuft, die auch später nicht die Entmündigung erfordert. Ausschliesslich die Ansicht des Bezirksamts war es, die überhaupt die Frage der Entmündigung in Anregung gebracht hat, und die Ehefrau ist auch eigens zu mir gekommen und hat ihr Bedauern darüber geäußert, dass an diese Massregel die Erlangung ihrer Rente geknüpft sein solle. Sie wird deshalb zweifellos, sobald dieser Grund als hinfällig erklärt ist, den Antrag gerne zurücknehmen. —

Was aber zweitens die Sache im Allgemeinen und für alle Fälle betrifft, so weise ich vor allem auf die fatalen Folgen hin, die es für die Geschäftslast der Amts-Gerichte und ganz speziell auch für mich persönlich hätte, wenn der Grundsatz adoptirt würde: die Entmündigung sei nothwendig zur Erlangung der Invalidenrente auf Grund psychischer Krankheit. Während gegenwärtig es sehr selten vorkommt, dass ein Geisteskranker, der über kein Privatvermögen zu disponiren hat, entmündigt wird; so würden nach diesem Grundsatz gerade über die vermögenslose arbeitende Classe, deren Angehörige ausnahmslos zur Invalidenrente berechtigt sind, jedesmal Entmündigungen zu verhängen sein. Es ist auch bei den zahlreichen Fällen, in denen schwer Geisteskranké schon durch meine Vermittlung Invalidenrente bekommen haben, noch niemals vorgekommen, dass die Entmündigung als Vorbedingung verlangt wurde. Ich werde deshalb für die Zukunft entschieden ablehnen, blos aus diesem Grunde zu einer Entmündigung mitzuwirken, da ich auf Grund meiner langjährigen Praxis es als ein, dem Geist unserer Entmündigungs-Gesetzgebung durchaus widersprechendes, Verfahren bezeichnen müsste, wenn ein Zwang in dieser Richtung auf Invalidenrenten-Empfänger und ihre Angehörigen ausgeübt würde, indem die Entmündigung nur bestimmt ist für die Fälle, in welchen (nach § 595 C.-Pr.-O.) entweder die Angehörigen im privaten (nach Abs. 1) oder der Staatsanwalt im öffentlichen Interesse (nach Abs. 2) den Antrag gestellt haben. Diese beiden Interessen kommen aber bei den Renten-Empfängern nicht in Betracht.

Gegen mein Gutachten wurden folgende Einwände erhoben:

„Dass die Bewilligung der Invaliden-Rente an Geisteskranke die Aufstellung gesetzlicher Stellvertreter bedingt, möchte ausser Zweifel sein, da die Auszahlung der Rente doch bloss an eine berechnigte und zugleich willensfähige Person erfolgen kann. Andererseits erachte ich aber auch im speciellen Falle die, im Eingange des Gutachtens enthaltene, Einschränkung der Dispositions-Fähigkeit auf wichtige Rechtshandlungen für bedenklich. Wenn X. wegen progressiver Paralyse überhaupt nach irgend einer Richtung als dispositionsunfähig zu erachten ist, so kann er wohl auch nicht gültige Renten-Quittungen ausstellen.“

Die höhere Instanz erkannte aber:

„Dass unter den gegebenen Umständen die Ehefrau oder der einschlägige Gemeinde-Vorstand für hinlänglich legitimirt zur Erhebung des Renten-Anspruchs für den Geisteskranken zu erachten sein dürfte.“

Meine Auffassung in diesem Falle stand in deutlichem Einklang mit der citirten des Justizministeriums. Ich habe mich auch sonst bei jeder Gelegenheit entsprechend geäußert, z. B. folgendermassen:

§ 593. C.-Pr.-O. besagt: „Eine Person kann für geisteskrank (schwachsinnig, blödsinnig u. s. w.) nur durch Beschluss des Amts-Gerichts erklärt werden“. Es handelt sich also im concreten Falle darum, ob nachgewiesen werden kann, dass die Person „geisteskrank (schwachsinnig, blödsinnig u. s. w.)“ sei. Diese Begriffe, besonders mit dem angehängten „u. s. w.“, lassen aber der Begutachtung einen sehr weiten Spielraum, und es stellt sich desshalb in der Praxis meistens die Nothwendigkeit einer etwas präciseren Fragestellung ein. Eine solche ist gegeben in der häufig citirten Entscheidung des Reichs-Gerichts (Entscheidungen in Civil-Sachen, Bd. 14, S. 248), in der es heisst: „Da die Civil-Proz.-Ordnung keine Vorschriften darüber enthält, unter welchen Voraussetzungen eine Person für geisteskrank erklärt und eine Vormundschaft für sie angeordnet werden kann“; — und weiter: „eine Vormundschaft sei dann anzuordnen, wenn die Geistesschwäche einer Person einen solchen Grad erreicht, dass dieselbe in Bezug auf Ueberlegung und Willens-Bestimmung nicht diejenige Fähigkeit besitzt, welche zur selbständigen Besorgung ihrer Angelegenheiten nothwendig vorausgesetzt werden muss.“ — Diese Formulirung, sagte ich in dem betr. Gutachten weiter, ist auch im vorliegenden Falle durchaus passend. Es handelt sich um einen zweifelhaften Geistes-Zustand, der etwa gerade an der Grenze steht zwischen einer, noch nicht als krankhaft zu bezeichnenden, Dummheit und Beschränktheit und eigentlichem krankhaften Blödsinn; und es ist desshalb ganz speziell zu prüfen, ob dabei noch die, in der citirten Entscheidung des Reichs-Gerichts bezeichnete, Fähigkeit vorhanden ist oder nicht? Die Frage dürfte um so ernster in's Auge zu fassen sein, als nicht nur die Betreffende selbst sondern auch ihr Vater und ihre Stiefmutter nach Kräften gegen die Entmündigung protestiren mit der Behauptung, sie besitze die, zur Selbständigkeit nöthigen, Geisteskräfte und Fähigkeiten. —

Weiter heisst es: Gerade der Umstand, dass sie, wenn auch in einem sehr beschränkten Kreise, vielfach ein richtiges und gesundes Urtheil zeigt, zumal da sie ja nur in diesem engen Kreise zu leben und zu handeln hat, muss trotz der gekennzeichneten intellectuellen Defecte hauptsächlich den Gedanken nahelegen, dass sie zu der selbständigen Besorgung ihrer Angelegenheiten in Anbetracht von deren Geringfügigkeit doch im Stande sei. — Und in der That würde auch wohl kein Grund vorliegen zu einer Curatel-Bestellung, wenn ihre Verhältnisse durchaus klare und selbstverständliche wären und von ihrer Willens-Entschliessung weiter nichts abhänge als die ganz gewöhnlichen und alltäglichen Angelegenheiten ländlicher Lebensführung. Dem ist aber nicht so. Sondern der Umstand, dass ihre ganze pekuniäre Existenz jetzt in Frage steht, hat die Gemeinde veranlasst die Hilfe der Staats-Anwaltschaft, zur Stellung eines Entmündigungs-Antrages ex officio, in Anspruch zu nehmen. Es handelt sich für die Frage ihrer Dispositions-Fähigkeit um den ganz bestimmten Punkt: ob sie in Folge angeborenen Schwachsinn unfähig ist zu der, für sie nunmehr nöthigen, Entscheidung hinsichtlich der Verwendung des kleinen Kapitals, welches ihr ganzes Vermögen darstellt. —

Am Schluss sagte ich dann: dass die X. vermöge abnormer Hirn-Beschaffenheit nicht diejenige Einsicht und Willenskraft besitzt, die im vorliegenden Falle nöthig wäre, um ihr gefährdetes Vermögen zu erhalten, darf nach allem Angeführten als zweifellos betrachtet werden. Wenn also z. B. in dem Erlass des Justiz-Ministeriums vom 26. März 1895 gesagt ist: „Auch bei einer unheilbaren geistigen Erkrankung wird die Stellung eines Entmündigungs-Antrags dann unterbleiben können, wenn der Kranke kein Vermögen besitzt und auch sonst des Schutzes eines Vormundes nicht bedarf;“ — so liegt dieser Fall hier nicht vor. Vielmehr handelt es sich hier um eine so wichtige Entscheidung, dass einerseits die geistige Befähigung der X. zweifellos zu ihrer selbständigen Lösung nicht ausreicht, andererseits von ihrem Ausfall aber auch die ganze Entwicklung ihrer Zukunft in hohem Maasse abhängig ist. Unter diesen Verhältnissen bedarf sie aber des Schutzes eines Vormunds, den sie allerdings unter leichteren Verhältnissen entbehren könnte.

In einem andern Gutachten habe ich mich folgendermassen über die Entmündigung in principieller Hinsicht ausgesprochen:

Es kommt ganz darauf an, welche Voraussetzungen man als erforderlich erachtet für die Berechtigung, Jemanden gegen seine ausdrückliche Opposition zu entmündigen. — Von „Geistesschwäche“ im gewöhnlichen Sinne kann im vorliegenden Falle nicht die Rede sein. Die formale Fähigkeit in geschäftlichen Dingen ihre Angelegenheiten selbst wahrzunehmen fehlt der Person durchaus nicht. Dagegen kann man Folgendes behaupten: Sie ist durch ihren Verfolgungs-Wahn in geschäftlicher Hinsicht, wenn auch nicht durchaus, so doch in vielen Beziehungen ausser Stand gesetzt von richtigen Voraussetzungen aus zu urtheilen. Ihr, formell richtiges, Denken ist in materieller Hinsicht so gefälscht, dass ihre Handlungsweise vielfach nicht die des gesunden Menschen sein kann, dessen Denken auf allgemein gültigen Voraussetzungen beruht. Und auf Grund

dieser Thatsache dürfte sie, trotzdem ihre Geisteskräfte im gewöhnlichen Sinne nicht geschwächt sind, doch für geschäftsunfähig zu erklären und damit auch für ihre Entmündigung ein Rechtsgrund gegeben sein.

Es ist dabei jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass die cura insani in erster Linie eine Rechts-Wohlthat sein soll, die vor allem Demjenigen zu seinem Schutz, Nutzen und Frommen zu Theil wird, der sie ohne Widerspruch annimmt. Thatsächlich werden auch die meisten Entmündigungen über Geisteskranke unter Umständen vollzogen, bei welchen von einem nachdrücklichen und zusammenhängend vorgetragenen Widerspruch der Betreffenden keine Rede ist, sei es dass sie selbst eine gewisse Erkenntniss ihrer geistigen Insufficienz haben und deshalb sich damit einverstanden erklären (ein durchaus nicht seltener Fall); sei es dass sie überhaupt jedes zusammenhängenden Denkens unfähig sind. Diese Fälle werden desshalb auch niemals Schwierigkeiten machen. — Anders dagegen bei deutlichem und nachdrücklichem Protest des Betreffenden. Wenn man sich auf den Standpunkt stellt, dass die cura eine Rechts-Wohlthat sei dürfte der Rechts-Grundsatz: beneficia non obtrudantur, der bei geistig Gesunden ausnahmslos gilt, auch Geistes-Kranken gegenüber nicht ausser Acht zu lassen sein. Man wird also z. B. einen völlig harmlosen Geisteskranken, der sich absolut nicht unter Curatel stellen lassen will, mit dieser Massregel zu verschonen haben, selbst wenn sich gewisse Unzuträglichkeiten aus seiner Dispositionsfähigkeit ergeben sollten; woferne nur die Nachtheile dieses Zustandes nicht so stark sind, dass ihnen gegenüber die Rücksicht auf die individuelle Freiheit in den Hintergrund treten muss. Solche Nachtheile liegen einerseits in der Richtung, dass die Person sich vermöge ihrer Geisteskrankheit selbst zu sehr an Stellung und Vermögen schadet; anderseits in der, dass sie für andere schädlich wird. Es ist also jedesmal, wenn ein Geisteskranker nachdrücklichen und logisch motivirten Protest gegen seine Entmündigung erhebt, nothwendig genau abzuwägen, was im vorliegenden Falle von grösserer Wichtigkeit ist: Die Rücksicht auf die Freiheit der Person oder die Rücksicht auf ihre, bezw. ihrer Nebenmenschen, Sicherheit? Ergiebt sich das Resultat, dass letztere Rücksicht überwiegt, so muss dann allerdings die Wohlthat der Entmündigung aufgedrängt werden, auch wenn der Betroffene gegen diesen Eingriff in seine persönliche Freiheit lebhaft protestirt.

Ueber das Verhältniss der Internirung zur Entmündigung lässt sich Folgendes sagen:

Im Allgemeinen gilt der Satz, dass gerade diejenigen Geisteskranken, welche in Anstalten internirt sind, besondere Fälle ausgenommen, nicht entmündigt zu sein brauchen und es in der Regel auch nicht sind, während man umgekehrt manche Geisteskranke nur unter der Bedingung in Freiheit leben lassen kann, dass wenigstens durch die Entmündigung die, durch diese Massregel zu schützenden, Interessen gewahrt sind.

Dieser Satz steht im vollen Widerspruch mit der Meinung, die in neuerer Zeit vielfach geäussert worden ist: dass es im

Interesse des Schutzes der persönlichen Freiheit vor allem nöthig sei über jeden Internirten das Entmündigungs-Verfahren zu eröffnen. Diesen Bestrebungen hat auch der oben wiedergegebene Erlass des bayrischen Justiz-Ministeriums sich deutlich entgegen gestellt. Die Tendenz jener Bestrebungen ist offenbar die an und für sich gerechtfertigte: es sollen die psychiatrischen Freiheits-Beraubungen möglichst rasch vor das Forum der Justiz gebracht und damit der blossen Polizei-Willkür entzogen werden. Die einzige Handhabe für ein Eingreifen der Justiz-Behörden böte aber die Einleitung des Entmündigungs-Verfahrens. Nur ist hiebei völlig verkannt, dass Entmündigung und Internirung an und für sich gar nichts mit einander zu thun haben. In dem citirten Ministerial-Erlass ist die Unterscheidung in durchaus zutreffender Weise gemacht. Nur dann hat der Staatsanwalt ex officio mit seinem Entmündigungs-Antrag vorzugehen und damit die Angelegenheit auf den Rechtsweg zu leiten: „wenn eine seit mehr als sechs Monaten in einer Irrenanstalt wider ihren Willen verwahrte Person eine gerichtliche Entscheidung über ihren geistigen Zustand beantragt.“

Diese bayrische Bestimmung ist viel sachgemässer als das oben gekennzeichnete schablonenhafte Verfahren, bei welchem der Staatsanwalt sich um alle Anstalts-Aufnahmen kümmern soll und welches um seiner abstumpfenden Wirkung willen nur die Folge haben kann, dass er sich um keine recht kümmert.

Mich muthet es immer wie ein Hauch aus einer ganz fremden Welt an, wenn ich z. B. eine Zuschrift eines preussischen Staatsanwalts desswegen bekomme, weil eine stiftungsberechtigte Person aus einem benachbarten preussischen Ort in die Klinik gekommen ist, und wenn über diese unentgeltliche Aufnahme sowohl sie selbst wie ihre Angehörigen als über eine grosse Wohlthat sehr glücklich sind. Was ein solcher Fall einen Staatsanwalt angeht, ist mir ganz unerfindlich; und ich bin immer versucht einen solchen offiziellen Uebereifer geradezu ironisch zu behandeln. Es macht mir diese Schablone aber auch völlig klar, warum gerade in Preussen der persönliche Schutz vor psychiatrischen Freiheits-Beraubungen offenbar ein viel weniger wirksamer ist als in Bayern, wo das juristische Pulver nicht unnöthig verschossen wird. —

Um auch die auf dem blossen Verwaltungs-Wege geschehenden Einschaffungen (auf Grund von § 80 Pol.-Str.-Ges.-Buch)

mit möglichster Sicherheit für die persönliche Freiheit zu umgeben, hat das bayrische Ministerium des Innern gleichfalls in neuester Zeit (unter dem 1. Januar 1895) folgende Verfügung erlassen:

Zum Vollzuge des Art. 80 Abs 2 des Polizeistrafgesetzbuches, insbesondere zur Sicherung der Interessen der durch die bezüglichen Massnahmen zunächst betroffenen Personen wird Nachstehendes angeordnet:

1. Die zuständigen Polizeibehörden haben die Unterbringung, bezw. Verwahrung jeweils nach erschöpfender Sach-Instruction in Form eines, mit Gründen versehenen, Beschlusses auszusprechen.

Der Beschlussfassung hat grundsätzlich die Einvernahme des gesetzlichen Vertreters der Person, deren Unterbringung oder Verwahrung in Frage steht, voranzugehen; an diesen hat auch die Zustellung einer Ausfertigung des Beschlusses über die Unterbringung bezw. Verwahrung unter geeigneter Eröffnung über das Recht der Beschwerdeführung zu erfolgen.

Soweit veranlasst und thunlich, ist auch die Einvernahme der betr. geisteskranken Person und die Mittheilung des gefassten Beschlusses an dieselbe zu bethätigen.

2. Das dem distriktspolizeilichen Beschlusse nach ausdrücklicher Vorschrift des Art 80 Abs. 2 zu Grunde zu legende bezirksärztliche Gutachten ist ausnahmslos auf Grund persönlicher Untersuchung der unterzubringenden, bezw. zu verwahrenden Person durch den betr., zur Gutachtens-Abgabe veranlassenden, Amtsarzt zu erstatten.

Der behandelnde Arzt ist von der instruirenden Behörde gleichfalls zur Sache einzuvernehmen.

3. Sofern im öffentlichen Interesse die Unterbringung oder Verwahrung noch vor der distriktspolizeilichen Beschlussfassung bethätigt werden muss, ist letztere mit thunlichster Beschleunigung und mit Beachtung der unter Ziff. 1 aufgestellten Gesichtspunkte nachzuholen.
4. Ist ein gesetzlicher Vertreter der unterzubringenden, bezw. zu verwahrenden Person nicht vorhanden, oder dessen Vernehmung nur mit unverhältnissmässigem Zeitverlust ausführbar, oder lassen es sonstige Umstände angezeigt erscheinen; so ist der, nach § 595 Abs. 2 der Civil-Prozess-Ordnung zur Stellung eines Entmündigungs-Antrags zuständige, Staats-Anwalt von der Sachlage in Kenntniss zu setzen. Ueberdies bleibt es der, mit der Sach-Instruction befassten, Behörde anheimgegeben, mit den gemäss § 595 Abs. 1 der Civil-Prozess-Ordnung antragsberechtigten Personen Betreffs allenfallsiger Einleitung des Entmündigungs-Verfahrens in's Einvernehmen zu treten.

Nach etwa erfolgter Aufstellung eines gesetzlichen Vertreters hat, soweit die sonstige Lage des Verfahrens es noch gestattet, dessen Einvernahme, jedenfalls aber die Zustellung des gefassten Beschlusses an denselben nach Massgabe der Ziffer 1, Abs. 2 zu erfolgen.

5. Mit dem Wegfalle der für die Unterbringung oder Verwahrung seinerzeit massgebend gewesenen Voraussetzungen sind diese Massnahmen ausser Wirksamkeit zu setzen.

Das Verfahren bemisst sich nach Ziffer 1 dieser Entschliessung. Allenfallsige Gesuche der gesetzlichen Vertreter und Angehörigen unter Umständen auch des Geisteskranken selbst sind hiebei in sachgemässe Würdigung zu ziehen.

Auf die Aufhebung der genannten Massnahmen bezügliche Anträge sind, soweit veranlasst, von den Leitern der Irrenanstalten bei den zuständigen Distrikts-Polizeibehörden von Amtswegen zu stellen.

Die gleiche Verpflichtung obliegt bezüglich der nicht in Irrenanstalten untergebrachten, anderweitig verwahrten Personen den Bezirks-Aerzten.

Letzteren sowie den Eingangs genannten Polizei-Behörden kommt wie bisher die Controle der anderweitig verwahrten Geisteskranken und Blödsinnigen in sonstiger Hinsicht zu. —

Allem Angeführten zufolge gestaltet sich die nunmehrige Praxis in Bayern in einer Weise, von der man sagen kann, dass sie den, in der Würzburger psychiatrischen Klinik herrschenden, Traditionen durchaus nicht zuwiderläuft. Gar nicht berührt von allen Verordnungen wird nämlich die weitaus überwiegende Mehrzahl aller Aufnahmen: diejenigen nämlich, welche erstens mittelst direkter Verhandlung (sei es dass privates sei es dass Stiftungs-Vermögen sei es dass eine Armen-Kasse die Kosten deckt) zwischen den Beteiligten und der Klinik, und zweitens ohne Protest erfolgen. Dagegen ist durch die mitgetheilten Verordnungen dem Schutze der persönlichen Freiheit der Protestirenden in ausgiebigem Maasse Rechnung getragen. Wie sich die Sache in einem solchen Falle im Einzelnen gestaltet, will ich im Nachstehenden zusammenfassend schildern.

(Fortsetzung folgt im nächsten Band.)



# Zur Kenntnis der Gürber'schen Serumalbumin-Krystalle

von

Dr. med. A. MICHEL.

---

Mit einem Nachtrag

von

Dr. med. et phil. A. GÜRBER,

Assistent für medicinische Chemie am physiol. Institut.

---

Das Problem, Eiweiss zu krystallisieren, hat von jeher in hohem Grade die physiologischen Chemiker beschäftigt. Liegt doch für viele Substanzen und so auch für das Eiweiss in der Krystallisation die einzige Möglichkeit sicherer Reindarstellung. Da aber alle Bemühungen in dieser Richtung lange Zeit durchaus fruchtlos blieben, behalf man sich endlich mit der Annahme, die Eiweisskörper seien überhaupt nicht krystallisierbar. Ja, man ging sogar soweit, die Nicht-Krystallisierbarkeit als eine besondere Eigenschaft der Eiweisskörper hinzustellen und diese mit der Eigenschaft der genuinen Eiweisskörper durch poröse Membranen nicht hindurchzudiffundieren, in Verbindung zu setzen, was wohl am klarsten seinen Ausdruck in dem *Graham'schen* <sup>1)</sup> Gesetz von den Krystalloid- und Kolloidsubstanzen gefunden hat. Dieses Gesetz, wonach Diffusibilität und Krystallisierbarkeit von einander ebenso abhängig gedacht werden, wie Nicht-Diffusibilität und Nicht-Krystallisierbarkeit hat die Aufnahme in die meisten Lehrbücher der Physiologie und Physik gefunden, trotzdem die Thatsache, dass das gewiss exquisit kolloidale d. h. nicht diffusible Hämoglobin überaus leicht zu krystallisieren ist, entschieden gegen die Richtigkeit desselben spricht. Dasselbe gilt auch für die Kieselsäure, das Thonerdehydrat, Eisenoxyd und Kupferoxydammoniaklösung, die alle nicht durch poröse Scheidewände hindurchdiffundieren und dennoch als Bergkrystall, Rubin, Eisenglanz und Azurin krystallisiert vorkommen. Dieses Vorurteil, dass Nicht-Diffusibilität und Nicht-Krystallisierbarkeit miteinander identisch seien, hat sich so sehr als feste Anschauung in physiologischen Kreisen eingebürgert, dass, als die ersten An-

---

<sup>1)</sup> *Ph. Graham*: Philosophical Transactions. Vol. 151. Part. I.  
Verhandl. der phys.-med. Gesellsch. N. F. XXIX, Bd.

gaben über die Möglichkeit Eiweiss zu krystallisieren in der Literatur auftauchten, diese nur wenig Beachtung und noch weniger Glauben fanden.

Die ersten Angaben über krystallinische Eiweisskörper verdanken wir den Botanikern, die in Knollen und Samen gewisser Pflanzen mikroskopisch kleine Krystallgebilde entdeckten und diese später als Eiweiss erkannten. Aleuronkrystalle — so nannten die Botaniker diese krystallinischen Eiweisskörper — fand man in der Rindenschicht der Kartoffel, in den Zellkernen von *Lathraea squamaria*, dann in verschiedenen Samen, so in der Paranuss, Kürbis-, Hanf- und Ricinussamen.

*Maschke*<sup>1)</sup>, *Rütthausen*<sup>2)</sup>, *Schmiedeberg*<sup>3)</sup>, *Drechsel*<sup>4)</sup>, *Grübler*<sup>5)</sup> gelang es nicht nur solche Protëinkörner, namentlich der Paranuss und Kürbissamen, durch Aufschlemmen und Dekantieren des zerkleinerten Materials in grösserer Menge zu isolieren, sondern auch eine Auflösung derselben in 10–20 % Kochsalzlösung als solche oder als Magnesiumverbindung wieder zur Krystallisation zu bringen. Diese Eiweisskrystalle gehören ihrem chemischen Verhalten nach zu den globulinen Eiweisskörpern. Von tierischen Eiweisskörpern war bis vor kurzem nur das Hämoglobin als krystallisierbar bekannt. Da gelang es vor einigen Jahren *Hofmeister*<sup>6)</sup> durch ein einfaches aber äusserst sinnreiches Verfahren auch einen Eiweisskörper vom Charakter der Albumine zu krystallisieren und dadurch für die Eiweisschemie ungeahnte Fortschritte anzubahnen. *Hofmeister* versetzt zu diesem Zwecke zu Schaum geschlagenes, verflüssigtes Hühnereiweiss mit demselben Volumen einer konzentrierten Ammoniumsulfatlösung, wodurch Globulin gefällt wird. Setzt er nun das Filtrat der allmählichen Abdunstung aus oder dialysiert er das Filtrat gegen eine abdunstende Ammoniumsulfatlösung, so entstehen im ersten Falle vorerst sphaeroide Krystallgebilde, die bei weiterer Krystallisation zu schön krystallinischen Prismen oder Nadeln werden; im zweiten Falle krystallisierte das Albumin sogleich in wohlausgebildeten Krystallformen aus.

1) *O. Maschke*, Botan. Zeitung, 1859.

2) *Jahrb. ü. d. Fortsch. d. Tierchemie*, 1878, p. 16.

3) *Schmiedeberg*: *Zeitschr. f. phys. Chemie*, Bd. I. S. 205.

4) *E. Drechsel*: *Journ. f. prakt. Chemie*, N. F., Bd. 19. S. 331.

5) *Grübler*: *Journ. f. prakt. Chemie*, Bd. 23, S. 97.

6) *Fr. Hofmeister*: *Zeitschr. f. phys. Chemie*, Bd. XIV. u. XVI.

Diese Methode *Hofmeisters* und seine sich hieran anschließenden Theorien sind manchfachen Zweifeln begegnet und eine oft nicht gerade immer sachgemässe Kritik hat es sogar so weit gebracht, dass diese entschieden grossartigste Entdeckung der neueren Zeit auf dem Gebiete der Eiweisschemie lang nicht die wissenschaftliche Verwertung fand, die ihr zweifellos zukommt. Endlich aber scheint sich diese Entdeckung doch Bahn zu brechen und nicht zum mindesten ist dieser Erfolg den Untersuchungen *Gabriel's*<sup>1)</sup> zu verdanken, der die *Hofmeister'sche* Methode etwas vereinfachend neue Beweise dafür erbrachte, dass die *Hofmeister'schen* Albuminkrystalle wirklich reines Eiweiss darstellen. Dass man sich über die Bedeutung der *Hofmeister'schen* Methode nicht täuschte, zeigten sodann die Untersuchungen von *Bondzynski* und *Zoja*<sup>2)</sup> aus *Bunge's* Laboratorium. Diesen gelang es sogar mehrere krystallinische Albumine aus dem Hühnereiweiss darzustellen und so zu zeigen, wie ein bis jetzt als einheitlich aufgefasster Eiweisskörper aus mehreren, in ihren Eigenschaften nicht unwesentlich verschiedenen Eiweisskörpern bestehen kann.

Den grössten Erfolg von physiologischem Interesse hat aber bis jetzt die *Hofmeister'sche* Methode in *Gürber's*<sup>3)</sup> Krystallisation des Serumalbumins erreicht. Wenn auch die Methode *Gürber's* in manchen Punkten von der *Hofmeister'schen* beträchtlich verschieden ist, in der Grundlage, nämlich in der Anwendung von Ammoniumsulfat zur Erzeugung der Krystalle stimmt sie ja doch mit dieser überein. Der Versuch Serumalbumin zu krystallisieren ist auch, aber erfolglos, von *Bondzynski* und *Zoja*<sup>4)</sup> gemacht worden.

Die Resultate von *Gürber's* Versuchen sind nicht nur deshalb wichtig, weil sie die Möglichkeit darthun Eiweisskörper von so eminentem, physiologischem Interesse wie Serumalbumin durch Krystallisation rein darzustellen, sondern auch durch die Tatsache, dass das bis jetzt fast allgemein als einheitlich aufgefasste Serumalbumin aus mehreren, vielleicht sogar sehr vielen Eiweisskörpern zusammengesetzt ist, die durch ein verschiedenes Krystallisationsvermögen leicht von einander getrennt und unter-

1) *Gabriel*: Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XV.

2) *Bondzynski* u. *Zoja*: Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. XIX.

3) *Gürber*: Sitzungsber. d. Würzburger phys.-med. Gesellsch. 1894 u. 1895.

4) l. c.

schieden werden können. Zwar hat schon *Halliburton*<sup>1)</sup> die Behauptung aufgestellt aus Blutserum durch fraktionierte Hitze-Coagulation drei verschiedene Albumine dargestellt zu haben. Doch man wird zugeben, dass die Trennung der Eiweisskörper durch fraktionierte Gerinnung auf keinen Fall mit einer Methode konkurrieren kann, die es ermöglicht die verschiedenen Albumine durch fraktionierte Krystallisation von einander zu trennen. Aus *Gürber's* vorläufigen Mitteilungen geht hervor, dass das Pferdeserum wenigstens drei verschiedene krystallisierbare Albumine enthalte und daneben noch nicht krystallisierbares Eiweiss.

Die Krystallisationsbedingungen, sowie die elementare Zusammensetzung und Eigenschaften des ersten dieser krystallisierenden Albumine genauer festzustellen und zu untersuchen, ist die Aufgabe, die mir Herr Dr. *Gürber* als Thema für die vorliegende Untersuchung gestellt hat.

Ich will die Lösung dieser Aufgabe damit beginnen, den Vorgang der Krystallisation der Serumalbumine ausführlicher zu beschreiben, als das Herr Dr. *Gürber* in seinen vorläufigen Mitteilungen zu thun im stande war.

### Darstellung der Krystalle.

Arteriellcs Pferdeblut wird durch mindestens 20 Minuten langes Schlagen defibriniert und sodann auf der Centrifuge das Serum von den Körperchen getrennt. Das mehr oder weniger rötlich gefärbte Serum wird mit dem gleichen Volum einer neutralen konzentrierten Lösung von Ammoniumsulfat versetzt. Dabei scheidet sich ein starker Niederschlag ab, der allgemein für Serumglobulin gehalten wird. Bevor man diesen Niederschlag abfiltriert, lässt man das Serumammoniumsulfatlösungsgemisch einige Stunden zur vollständigen Abscheidung des Globulin in zugedecktem Glasgefässe stehen und filtriert dann durch mehrere grosse Faltenfilter den Niederschlag ab. Das Filtrat enthält nun noch das Albumin und um darin einen weiteren Eiweissniederschlag durch Ammoniumsulfatlösung zu erzeugen, muss man wenigstens 20 Vol.  $\frac{0}{10}$  der Lösung zusetzen. Es gibt demnach die halbe Sättigung des Serum mit Ammoniumsulfat eine scharf charakterisierte Fällung. Lässt man das Filtrat zur allmählichen Abdunstung stehen, so trübt sich dasselbe nach einiger

<sup>1)</sup> *Halliburton*, Journ. of Physiol. Bd. V. S. 152.

Zeit und der Trübung folgt ein massiger Niederschlag, der jedoch nur selten Andeutungen einer krystallinischen Struktur zeigt. Wird dagegen zu dem Filtrat so viel Ammoniumsulfat sogleich nach dem Filtrieren zugesetzt, dass eine leichte bleibende Trübung resultiert, so geht die Trübung beim ruhigen Stehen schon in wenigen Minuten in einen nach einigen Stunden vollständig abgesetzten, hellgelb gefärbten Niederschlag über, der sich bei mikroskopischer Untersuchung als aus einer unendlichen Zahl kleinster Kryställchen bestehend erweist. Ist der Zusatz von Ammoniumsulfat zum Filtrat zu klein bemessen, so dass selbst innerhalb 24 Stunden noch kein Niederschlag entstanden ist, dann bleibt auch bei weiterem Stehenlassen die Krystallisation aus, und ein nachheriger Zusatz von Ammoniumsulfatlösung erzeugt wohl einen Niederschlag, aber einen nicht krystallinischen. Ebenso kann ein übermässiger Zusatz von Ammoniumsulfatlösung zum Filtrat die Krystallbildung verunmöglichen, weil dadurch das krystallisierende Albumin amorph gefällt wird und diese amorphe Fällung auch der Entstehung der sich erst bei höherem Gehalt an Ammoniumsulfat ausscheidenden Krystalle hinderlich ist.

Aus alle dem geht hervor, dass zum Gelingen der Krystallisation der richtige Zusatz von Ammoniumsulfatlösung zum Filtrat getroffen werden muss. Ein Maass für den Zusatz von Ammoniumsulfatlösung ist, wie Herr Dr. *Gürber* schon hervorgehoben hat, aus dem Grunde nicht möglich, weil die Zusammensetzung des Serum selbst von einer und derselben Tierart sehr variabel ist, und von der Zusammensetzung des Serum ist das Gelingen der Krystallisation in hohem Grade abhängig. Als ziemlich sichere Angabe für die Grösse des Zusatzes kann jedoch gelten, dass man dem Filtrat gleich  $\frac{1}{5}$  Volumen konzentrierte Ammoniumsulfatlösung zusetzen muss. Es tritt dann meist vorerst eine leichte opaleszierende Trübung auf, die nach kurzer Zeit in den krystallinischen Niederschlag übergeht. Sollte nach Zusatz der angegebenen Menge der Ammoniumsulfat-Lösung die opaleszierende Trübung nicht zum Vorschein kommen, so fügt man in kleinen Portionen mehr Ammoniumsulfatlösung zu, bis der gewünschte Effekt erreicht ist. Am zweckmässigsten ist es, in einem Masscylinder eine kleine Probe des Filtrates mit Ammoniumsulfatlösung zu mischen und so den bis zum Eintritt der Trübung notwendigen Zusatz von Ammoniumsulfatlösung zu

bestimmen, um dann erst die gesammte Menge des Filtrates mit der nunmehr zu berechnenden Menge Ammoniumsulfatlösung zu versetzen.

Im Verlaufe von 24 Stunden ist die Krystallisation vollständig geworden und hat sich der Niederschlag abgesetzt. Man hebert nun die darüber stehende klare Flüssigkeit, so weit möglich, ab, den Niederschlag selber bringt man auf ein grosses Filter und lässt ihn zugedeckt abtropfen. Um in dem Filtrat einen weiteren Eiweissniederschlag zu erzeugen, muss man auf 100 ccm desselben 15—20 ccm konzentrierte Ammoniumsulfatlösung zusetzen. Es tritt dann auch nach diesem Zusatz zuerst wieder eine leichte Trübung auf, die im Verlaufe einiger Stunden beim Stehen in zugedecktem Glase zu einem massigen Niederschlage wird, der neben viel amorphem Eiweiss ebenfalls Krystalle enthält, die sich aber in Krystallform und Grösse wesentlich von den ersten Krystallen unterscheiden. Nach 24 Stunden hat sich auch dieser Niederschlag vollständig gesenkt; die darüber stehende Flüssigkeit wird wiederum abgehebert, der Niederschlag selber auf Filter gebracht. Im Filtrat erzeugt nun schon ein Zusatz von 10 ccm Ammoniumsulfatlösung auf 100 ccm Filtrat die besprochene Opalescenz, der wiederum nach 24 Stunden ein wohlabgesetzter Niederschlag folgt. Dieser Niederschlag, an Masse bedeutend geringer als der der ersten und zweiten Fällung, besteht ebenfalls z. T. aus amorphem Eiweiss, zum grösseren Teil aber aus langen nadelförmigen Krystallen. Auch hier wird durch Abhebern der Niederschlag von der Mutterlauge getrennt und in letzterer durch weiteren Zusatz von 8—10 ccm konzentrierter Ammoniumsulfatlösung eine neue Trübung hervorgerufen. Diese Trübung führt nach einiger Zeit zu einem Niederschlag, der fast ganz aus sehr kleinen wetzsteinförmigen Kryställchen besteht. Die Menge dieses Niederschlages ist schon sehr gering. Dieser wird von der Mutterlauge getrennt und letzterer wiederum Ammonium-Sulfatlösung zugesetzt und zwar auf 100 ccm Mutterlauge etwa 5 ccm Lösung. Dabei entsteht ein neuer aber nun ganz amorpher Niederschlag.

Durch weiteren Zusatz von Ammoniumsulfatlösung zur Mutterlauge lassen sich noch 2—3 derartige fraktionierte Fällungen erhalten, doch muss ich hier bemerken, dass der Zusatz von Ammoniumsulfatlösung zum Erwirken eines neuen Niederschlages gewöhnlich nur gering zu sein braucht, sodass man mehr oder

weniger den Eindruck hat, es handle sich bei diesen letzten Fällungen nicht mehr um scharf charakterisierte Fraktionen.

Von diesen Fällungen will ich nur die erste, rein krystallinische hier eingehender besprechen, indem ich damit beginne, das allmähliche Entstehen der Krystalle etwas ausführlicher zu beschreiben.

Ist im Filtrat vom Globulinniederschlag durch weiteren Zusatz von Ammoniumsulfatlösung die leicht opaleszierende Trübung aufgetreten und entnimmt man demselben nach einer halben Stunde, wo die Trübung schon anfängt, in Niederschlag überzugehen, eine Probe zur mikroskopischen Untersuchung, so sieht man bei sehr starker Vergrößerung neben schwach lichtbrechenden kleinsten Körnchen, stark lichtbrechende längliche Gebilde, die sich bei noch stärkerer Vergrößerung entweder schon als hexagonale Kryställchen erweisen, oder Büschel feinsten Nadelchen darstellen. Die Kryställchen sind auf der einen Seite abgerundet, auf der anderen Seite endigen sie in einer sechseitigen Pyramide. Sehr häufig ist nun, dass sich 2 Kryställchen an der abgerundeten Seite mit einander verbinden und so Zwillinge bilden. Dasselbe kann man auch an den Krystallbüscheln beobachten, die an der Basis miteinander verbunden sind. Entnimmt man im Verlauf einer weiteren halben Stunde eine zweite Probe zur Untersuchung, so haben die Kryställchen schon an Zahl und Grösse bedeutend zugenommen, was nun so fort geht bis zur 4. oder 5. Stunde. Nach dieser Zeit findet man nun eine sehr auffallende Veränderung an den Krystallbüscheln. Diese werden nämlich immer schlanker, gleichen bei schwächerer Vergrößerung schon vollkommen den homogenen Krystallen, während bei stärkerer Vergrößerung noch die einzelnen Krystallnadeln in ihnen zu unterscheiden sind. Allmählig aber verschmelzen diese Krystallnadeln zu dem homogenen 6seitigen Prisma mit aufgesetzter Pyramide, eben der charakteristischen Krystallform für das hier krystallisierende Serumalbumin.

Nach 24 Stunden, wenn die Abscheidung der Krystalle ihr Ende erreicht hat, sind die Krystallbüschel fast vollständig aus dem Krystallbrei verschwunden, bezw. in homogene Krystalle übergegangen. Dagegen finden sich jetzt häufig Rosetten und Durchwachsungen von wohlausgebildeten hexagonalen Prismen. Der Krystallbrei ist hellgelb bis dunkelgelb gefärbt.

Dieser Krystallbrei, der, wie schon erwähnt, mehr oder weniger gelb gefärbt ist, wird in destilliertem Wasser aufgelöst, die Lösung, wenn nötig filtriert, und dann wieder mit so viel Ammoniumsulfatlösung versetzt, bis die bekannte opaleszierende Trübung eintritt. Man lässt nun bei bedecktem Glase 24 Stunden stehen. Dabei setzt sich ein wolkiger Niederschlag ab, der geringe Mengen wohlausgebildeter Krystalle enthält, selbst aber aus amorphem Eiweiss besteht. Das Eiweiss dieses Niederschlags muss als eine Verunreinigung des eigentlichen krystallisierenden Eiweisses aufgefasst werden, weshalb man es abfiltriert und nicht weiter beachtet. Setzt man nun noch eine ganz geringe Menge Ammoniumsulfat zum Filtrat und lässt wiederum bei bedecktem Glase 24 Stunden stehen, so scheidet sich innerhalb dieser Zeit fast das gesammte krystallisierende Eiweiss in Form schöner grosser Prismen aus. Der Krystallbrei ist nun schon bedeutend weniger gefärbt, der färbende Körper ist in der Mutterlauge geblieben. Daneben enthält die Mutterlauge immerhin noch krystallisierendes Eiweiss, das erst bei weiterem Zusatz von Ammoniumsulfat gefällt wird, aber sowohl in Krystallform wie in Grösse der Krystalle von dem zuerst auskrystallisierten Eiweiss sich unterscheidet, weshalb ich es für meine Zwecke nicht weiter zu untersuchen brauchte.

Durch mehrmaliges Auflösen der abgesetzten Krystalle und Wiederauskrystallisieren durch Zusatz von Ammoniumsulfat wird das Eiweiss\* von den letzten Spuren anhaftenden Farbstoffes und etwa amorph ausfallenden Eiweisses befreit. Man erhält zuletzt ein Präparat, das bei mikroskopischer Untersuchung aus lauter schön krystallisierten Prismen besteht.

Will man recht grosse Krystalle bekommen, so setzt man beim letzten Umkrystallisieren nicht bis zum Eintritt der Trübung Ammoniumsulfat zu, sondern etwas weniger und lässt das Glas offen stehen. Dann scheiden sich innerhalb 24 Stunden Krystalle ab, die bis über 1 mm lang sind und von denen ich eine Mikrophotographie dieser Abhandlung beigefügt habe.

Die grossen Krystalle sind nun besonders geeignet, das Krystallographische genauer zu studieren. Sie zeigen besonders schön und unzweideutig, dass die Krystalle dem hexagonalen System angehören. Merkwürdig ist dabei die Thatsache, dass auch bei diesen wohlausgebildeten Krystallen immer nur auf einer Endfläche des Prisma eine Pyramide aufgesetzt ist, während

die andere Endfläche entweder ganz eben oder sphärisch ist. Dagegen kommt es häufig vor, dass zwei Krystalle mit einander zu einem langen Krystall sich verschmelzen und dadurch als ein Krystall imponieren, der auf beiden Endflächen eine Pyramide trägt. Man kann aber an den meisten dieser Krystalle ihre Zusammensetzung aus zwei Krystallen erkennen. Im polarisierten Lichte erscheinen die Krystalle doppelbrechend und zwar als positiv doppelbrechend.

Wie leicht es nun ist, die Krystalle zu erhalten, so schwierig oder geradezu unmöglich ist es, auf einfache Weise die Krystalle von der Mutterlauge frei zu machen. Alle Manipulationen, die die Abscheidung des Ammoniumsulfats in festem Zustand bezwecken, veranlassen eine sofortige Zerstörung der Krystalle. Trägt man z. B. den Krystallbrei, wie das *Hofmeister* gethan hat mit seinen Eialbuminkrystallen, in absoluten Alkohol ein, so wird selbstverständlich das Ammoniumsulfat der den Krystallen anhaftenden Mutterlauge gefällt und damit die Krystalle selbst sofort zerstört. Ebenso wirkt die Fällung der Schwefelsäure durch Bariumchlorid, desgleichen vollständiges Austrocknen des Krystallbreis, wobei eben das Ammoniumsulfat auskrystallisiert. Trägt man den Krystallbrei in kochendes Wasser ein, so werden die Krystalle ebenfalls momentan zerstört.

Dagegen bleiben die Krystalle vollständig erhalten, wenn man sie in ihrer Mutterlauge oder noch besser in einer neuen Lösung Ammoniumsulfat von der Konzentration der Mutterlauge aufgeschwemmt, auf dem Wasserbade erhitzt. Dadurch werden die Krystalle in Wasser unlöslich, verlieren ihr Doppelbrechungsvermögen, sind aber sonst in Aussehen und Form mit den nicht koagulierten Krystallen identisch.

Diese in Wasser unlöslichen offenbar koaguliertes Eiweiss repräsentierenden Krystalle lassen sich nun reinigen, wobei ich allerdings bemerken muss, dass es tagelangen Auswaschens mit heissem Wasser bedarf, um die letzten Spuren von Ammoniumsulfat zu entfernen. Es mag dies vielleicht dadurch bedingt sein, dass die Krystalle in hohem Grade das Bestreben zeigen, sich mit einander rasch zu klumpigen Massen zu vereinigen und so einen Teil der Mutterlauge in sich einzuschliessen, wozu noch kommt, dass sich die Krystalle beim Behandeln mit heissem Wasser in diesem sehr leicht senken und dadurch den Eintritt

des Wassers in den Krystallbrei unmöglich machen. Es wäre aber auch denkbar, dass die Krystalle bei ihrem Entstehen mechanisch etwas Ammoniumsulfat in sich einschließen, das begreiflicherweise nur schwer aus den Krystallen entfernt werden könnte.

Nachdem die letzte Spur von Ammoniumsulfat aus dem Krystallbrei ausgewaschen ist und auch in einer durch Pepsinverdauung aufgelösten Probe von Krystallen sich keine Spur von Schwefelsäure mehr nachweisen lässt, wird die ganze Krystallmasse in absoluten Alkohol eingetragen und so unter mehrmaliger Erneuerung des Alkohol entwässert. Zum Schluss wird dann noch mit Aether nachgewaschen und bei 110<sup>o</sup> getrocknet.

Dass die so hergestellten Krystalle überhaupt Eiweiss sind, hat Herr Dr. *Gürber* auf das Zweifelloseste bewiesen, indem er zeigte, dass sie alle die Reaktionen geben, die wir mit koaguliertem Eiweiss anstellen können. Sie färben sich beim Kochen mit Salpetersäure gelb, mit *Millon's* Reagens rot, geben in Natronlauge aufgelöst mit Kupfer die Biuret färbung. Durch Pepsin-Salzsäure werden sie leicht verdaut, wobei alle die Spaltungsprodukte auftreten, die bis jetzt bei der Verdauung der Eiweisskörper bekannt sind.

Den wichtigsten und vollgültigsten Beweis aber, dass diese Krystalle aus absolut reinem Eiweiss bestehen, gibt natürlich die Elementaranalyse.

### Elementare Zusammensetzung der Krystalle vom Serumalbumin I.

Es wurden 2 von einander absolut getrennt hergestellte Präparate analysiert und zwar von dem I. Präparat 4 Verbrennungen, 3 Stickstoffbestimmungen und 2 Schwefelbestimmungen ausgeführt; vom II. Präparat 3 Verbrennungen, 3 Stickstoffbestimmungen und 2 Schwefelbestimmungen.

Das Nähere über die Ausführung der Analysen ist bei den analytischen Belegen nachzusehen. Die Resultate, die ich dabei erhielt, sind folgende:

	C	H	N	S	O
	%	%	%	%	%
I. Präparat	53,09	7,1	15,93	1,895	21,98
II. Präparat	53,07	7,13	15,93	1,912	21,958

Nach den Analysen dieser beiden Präparate ist es ganz zweifellos, dass die Albuminkrystalle nicht nur Eiweiss, sondern sogar so reines Eiweiss sind, wie es bis jetzt noch nie hergestellt worden ist, denn bei allen Analysen über Eiweiss, bei denen verschiedene Präparate von einem reinen Eiweisskörper analysiert worden sind, wurden noch nie so übereinstimmende Resultate über die elementare Zusammensetzung erhalten, wie in diesem Falle.

Ich will zum Vergleich die bisherigen Angaben über die Zusammensetzung von Serumalbumin mit meinen Befunden in Parallele bringen:

	Gürber's Serumalbumin- Krystalle	Dumas und Cahours <sup>1)</sup>	Weidenbusch <sup>2)</sup>	Brittener <sup>3)</sup>	Hammarsten <sup>4)</sup>
	%	%	%	%	%
C	53,08	53,5	52,6—53,2	53,5	52,25—53,05
H	7,115	7,1	7,3— 7,0	7,1	6,65— 6,85
N	15,93	15,8	16,5—15,7	15,6	15,8 —16,04
S	1,9035	—	1,6— 1,5	1,3	2,3 — 1,8
O	21,969	—	—	—	—

1) Dumas und Cahours: Beilstein<sup>1)</sup>Handb. der org. Chemie Bd. III. S. 1266.

2) Weidenbusch: Liebigs Annal. der Chemie Bd. 61. S. 376.

3) Brittener: Beilstein Handb. der org. Chemie Bd. III. S. 1266.

4) Hammarsten: Jahresber. ü. d. Fortschritte der Tierchemie 1881. S. 19.

Es erübrigt nur noch ein Wort über den Aschengehalt der Eiweisskrystalle zu sagen. Wie Herr Dr. *Gürber* in seinen vorläufigen Mitteilungen über die Eiweisskrystalle bemerkt hat, ist der Aschengehalt derselben ein ausserordentlich kleiner, ja man würde nach der früheren Auffassung bestimmt sagen, diese wären aschefrei. Um die Menge der Asche doch zu bestimmen, wurden die Eiweisskrystalle *lege artis* in einer tarierten Platinschale verascht und der unverbrennliche Rückstand gewogen.

Bei der Bestimmung vom I. Präparat gaben  
0,723 g Eiweiss 0,0016 g oder 0,221 % Asche,

bei der Bestimmung vom II. Präparat:  
0,613 g Eiweiss 0,001 g oder 0,16 % Asche.

Wir sehen hieraus nicht nur, dass der Aschengehalt des krystallisierten Eiweisses thatsächlich ein minimaler, sondern, soweit die geringe Menge ein Urteil darüber zulässt, auch nicht konstanter ist. Bei der heutigen Auffassung von der Bedeutung der Aschenbestandteile des Eiweisses muss diese Thatsache sehr befremdend erscheinen, denn so ziemlich allgemein wird der unverbrennliche Rückstand des Eiweisses heutzutage nicht mehr als eine Verunreinigung des Eiweisses, sondern als zum Eiweissmolekül gehörig angesehen. Herr Dr. *Gürber*<sup>1)</sup> hat für die Richtigkeit dieser Annahme in seiner Abhandlung: „Ueber die Salze des Blutserum“ den Beweis erbracht, dass im Blutserum zweifellos Aschebestandteile mit dem Eiweiss in chemischer Verbindung enthalten sein müssen. Und nun bekommen wir hier in diesem rein dargestellten Eiweiss ein Produkt, dessen Aschengehalt nicht konstant ist. Das lässt sich nur so erklären, dass durch die Reindarstellung das Albumin Veränderungen erleidet, wodurch es seinen Gehalt an anorganischen Bestandteilen z. T. einbüsst. Wir werden später sehen, wie richtig diese Auffassung ist. Was die qualitative Zusammensetzung dieser Asche betrifft, so besteht sie, so weit sie wegen der geringen Menge der Untersuchung zugänglich war, aus Kalk, Schwefelsäure und — was in hohem Grade überraschend erscheinen muss — aus Eisen. Nachdem auf Veranlassung *Bunge's Socin* die Frage, ob das Blutserum Eisen enthalte oder nicht, in verneinendem Sinn beantworten konnte, ist es a priori ganz unbegreiflich, woher

1) Verhandl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. N. F. Bd. XXVIII. Hft. 7.

auf einmal das Eisen in die Eiweisskrystalle hineingelangen sollte. Nun zeigt es sich bei Untersuchung des Ammoniumsulfat, dass dieses allerdings äusserst geringe Mengen von Eisen enthält; und es ist nun wahrscheinlich, dass das krystallisierende Eiweiss das Eisen der Ammoniumsulfatlösung an sich zu ziehen im stande ist. Ob diese Auffassung zwar ganz richtig ist, will ich dahin gestellt sein lassen. Sicher dagegen ist, dass die Eiweisskrystalle immer etwas Eisen enthalten.

### Durch Dialyse gereinigtes krystallisiertes Eiweiss.

Das Eiweiss, das ich im Vorstehenden in krystallisierter Form als reines Eiweiss analysiert habe, darf nun nicht etwa identifiziert werden mit dem Eiweiss, aus dem es gewonnen worden ist, nämlich mit dem krystallisierenden Serumalbumin I. Es ist ganz zweifellos, dass die hier zur Reindarstellung der Krystalle nötige Koagulation Veränderungen des Eiweisses bedingen muss, die nicht nur im physikalischen Verhalten des krystallisierenden Eiweisses in Bezug auf seine Löslichkeit und auf sein optisches Verhalten, sondern auch in Bezug auf seine chemische Zusammensetzung zum Ausdruck kommen dürften. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, habe ich einen andern Teil des durch Krystallisation gereinigten Eiweisses durch Dialyse vom Ammoniumsulfat zu befreien gesucht, was mir auch nach mehrtägigem Dialysieren gegen häufig erneuertes destilliertes Wasser vollständig gelang. Die dialysierte Eiweisslösung war absolut frei von Ammoniumsulfat. In dieser Lösung glaube ich nun das Eiweiss gerade so, wie es im Blutserum vorkommt, absolut rein enthalten zu haben, denn nach Zusatz von Ammoniumsulfat liess sich dasselbe ebenso leicht in die Form der Hexagonalkrystalle überführen, wie aus frischem Serum.

Es schien mir deshalb von Interesse, dieses reinste genuine Serumeiweiss auf seine allgemeinen Eiweisseigenschaften etwas genauer zu untersuchen, wobei mir namentlich die Bestimmung der Gerinnungstemperatur und des spezifischen Drehungsvermögens besonders von Wichtigkeit war.

Ich habe auch hier die Untersuchung an zwei ganz unabhängig von einander hergestellten Präparaten ausgeführt und

will nun in folgendem die Resultate dieser Versuche nebeneinander stellen.

### Bestimmung der Gerinnungstemperatur.

Zu diesem Zweck brachte ich in ein kleines Reagenzröhrchen etwas von der Eiweisslösung und tauchte in die Flüssigkeit die Quecksilberkugel eines feinen Thermometers. Das Ganze wurde an einem Stativ befestigt, in ein mit Wasser gefülltes Becherglas gebracht und dieses durch eine kleine Flamme allmählig erwärmt. Mit dem Thermometer wurde von Zeit zu Zeit die Flüssigkeit im Reagenzglaschen umgerührt. Bei  $49^{\circ}$  fing die Eiweisslösung an sich zu trüben, weshalb die Temperatur etwa für 5 Minuten auf dieser Höhe erhalten wurde, ohne dass jedoch während dieser Zeit die Trübung merklich an Stärke zunahm. Ebenso wurde bei der Temperatur von  $50^{\circ}$  verfahren, wobei die Trübung etwas stärker auftrat, jedoch eine eigentliche Koagulation noch nicht beobachtet werden konnte. Erst bei  $51^{\circ}$  ging die Trübung allmählig in eine flockige Ausscheidung über, was bei  $52^{\circ}$  sich noch deutlicher zeigte. bei  $53^{\circ}$  gestand das ganze Eiweiss zu einer gallertigen Masse. Die Gerinnungstemperatur dürfte demnach für das dialysierte Eiweiss in 3% Lösung zwischen  $51^{\circ}$ — $53^{\circ}$  gelegen sein. Bei einem zweiten Präparat in zweiprozentiger Lösung tritt das Maximum der Koagulation erst bei  $54^{\circ}$  ein.

Die Gerinnungstemperatur für das Serumalbumin wird in den Lehrbüchern angegeben zwischen  $50^{\circ}$  und  $75^{\circ}$ . Es müssen demnach in dem Serum Stoffe enthalten sein, die die Gerinnung des Eiweisses in hohem Grade verzögern und man wird wohl nicht fehl gehen, dieses Moment in dem Salzgehalt des Serum zu suchen, zumal es ja bekannt ist, dass die Salze die Gerinnungstemperatur zu erhöhen im stande sind. Setzt man der dialysierten Eiweisslösung 0,6% Kochsalz zu, dann tritt die Gerinnung in Wirklichkeit erst bei  $64^{\circ}$  ein. Ebenso hat bekanntermassen auch die Verdünnung einen beträchtlichen Einfluss auf die Höhe der Gerinnungstemperatur, was sich bei meinen Versuchen auch zeigte, indem die konzentriertere Lösung des ersten Eiweisspräparates bei etwas niedrigerer Temperatur koagulierte, als die des zweiten Präparates.

### Bestimmung der spezifischen Drehung.

Die spezifische Drehung wurde mit dem *Wild'schen* Polari-  
strobometer ermittelt und zwar benutzte ich dabei beim I. Präparat  
das 1 dm Rohr, beim II. Präparat das 2 dm Rohr. Um den Dreh-  
ungswinkel möglichst genau zu bestimmen, wurden 100 Ablesungen  
gemacht und zwar je 50, bei denen das Verschwinden der Inter-  
ferenzstreifen durch Drehen des polarisierenden Nicol von rechts  
nach links, und 50, bei denen das Verschwinden der Interferenz-  
streifen von links nach rechts bewirkt worden war. In dieser  
Weise ist es möglich, abgesehen von der hohen Zahl der Beobach-  
tungen, den Drehungswinkel mit höchster Wahrscheinlichkeit genau  
zu bestimmen. Der Eiweissgehalt der dialysierten Lösung wurde  
durch Eindampfen derselben in der tarierten Platinschale und  
Trocknen bei 110° bis zur Gewichtskonstanz ermittelt. Die  
Lösung vom Präparat I im 1 dm Rohr drehte die Polarisations-  
ebene um 2° 24'. Die Konzentration der Lösung betrug 3,920%.  
Daraus berechnet sich die spezifische Drehung nach der Formel

$$a_D = \frac{100 \cdot \alpha}{p \cdot l}; \alpha = -2,4; p = 3,92; l = 1;$$

$$- \frac{100 \cdot 2,4}{3,92} = -61,20.$$

Die Lösung vom Präparat II zeigte einen Drehungswinkel  
von -3° 56'. Die Konzentration der Lösung, berechnet aus  
dem beim Präparat I ermittelten spezifischen Drehungsvermögen  
beträgt 3,21%, durch Eindampfen und Trocknen der dialy-  
sierten Lösung bestimmt 3,20%.

Daraus berechnet sich das spezifische Drehungsvermögen:

$$\alpha = -3,933; p = 3,2; l = 2; - \frac{100 \cdot 3,93}{2 \cdot 3,2} = -61,0.$$

Wir sehen hieraus, dass das spezifische Drehungsvermögen  
dieser beiden getrennt von einander hergestellten Eiweisspräparate  
vollständig miteinander übereinstimmt. Das spezifische Drehungs-  
vermögen vom Serumalbumin wird in den Lehrbüchern ange-  
geben:  $a_D = -60,10$  bis  $-62,60$ . Es muss demnach das, was  
man unter Serumalbumin bis jetzt verstanden, aus Eiweisskör-  
pern bestehen, die ein spezifisch geringeres oder spezifisch höheres  
Drehungsvermögen besitzen, als das krystallisierbare Serum-  
albumin I.

Herr Dr. *Gürber* hat das dritte krystallisierende Serumalbumin auf seine spezifische Drehung untersucht und gefunden, dass diesem ein  $\alpha_D = -64^\circ$  zukommt.

### Elementare Zusammensetzung des dialysierten Eiweisses.

Es wurden ebenfalls 2 Präparate analysiert. Vom Präparat I habe ich 3 Verbrennungen, 2 Stickstoffbestimmungen und 1 Schwefelbestimmung gemacht; vom Präparat II 2 Verbrennungen, 2 Stickstoffbestimmungen und 1 Schwefelbestimmung.

	C	H	N	S	O
	%	%	%	%	%
I. Präparat	53,08	7,07	15,63	1,792	22,428
II. Präparat	53,0	7,14	15,79	1,92	22,15

Da die Analysen beider Präparate mit genügender Genauigkeit übereinstimmen, so halte ich mich zu dem Schlusse berechtigt, dass auch das durch Dialyse gereinigte krystallisierbare Albumin ein reiner Eiweisskörper sei. Die analytischen Ergebnisse verglichen mit der elementaren Zusammensetzung des in Krystallform rein dargestellten Albumin ergeben, wie auch aus nachstehender Zusammenstellung am besten ersichtlich ist, in Bezug auf Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel wohl kaum einen Unterschied.

	Rein dargestellte Albuminkrystalle	Durch Dialyse gereinigtes krystallisierendes Eiweiss
C:	53,08	53,04
H:	7,115	7,105
N:	15,93	15,71
S:	1,9035	1,856
O:	21,969	22,289

Dagegen scheint der Stickstoffgehalt beim ersten Eiweiss zweifellos etwas grösser zu sein als beim zweiten Eiweiss. Um

aber hieraus Schlüsse zu ziehen, wäre es notwendig, eine viel grössere Anzahl Elementaranalysen vom dialysierten Eiweiss zu haben, als ich sie hier zu geben im stande bin. Durch Mangel an Material bin ich leider verhindert, dieser Forderung nachzukommen und da äussere Umstände mich zwingen, diese Untersuchung zu einem Abschluss zu bringen, will ich für diesen Teil meiner Untersuchung nur die Bedeutung eines Hinweises für spätere Untersuchungen beanspruchen.

### Aschengehalt.

Ganz zweifellos unterscheiden sich die beiden Eiweisskörper aber in ihrem Aschengehalt. Während die Eiweisskrystalle, wie schon hervorgehoben, einen Aschengehalt bis 0,22% ergaben, kommt dem dialysierten Eiweiss ein Aschengehalt von 0,71% beim ersten, und von 0,712% beim zweiten Präparat zu.

Was die Zusammensetzung der Asche anbetrifft, so habe ich diese nur der qualitativen Analyse unterzogen. Sie besteht aus Calcium, Schwefelsäure, einer geringen Menge Alkalimetallen und ebenfalls Eisen.

Dass die Koagulation es ist, die den Aschengehalt des Eiweisses vermindert, glaube ich durch folgenden Versuch nachgewiesen zu haben:

Das dialysierte Eiweiss, dem der obige Aschengehalt von 0,71% zukommt, wurde durch Hitze koaguliert, das Koagulum mit heissem Wasser ausgewaschen, getrocknet und der Aschengehalt bestimmt. Dieser betrug nunmehr 0,31%.

Wenn demnach die Frage, ob das als Krystall gereinigte und das krystallisierte, durch Dialyse gereinigte Serumalbumin I in Bezug auf ihre elementare Zusammensetzung mit einander identisch seien oder nicht, sich aus meinen Elementaranalysen nicht entscheiden lässt, so glaube ich mich aus dem Ergebnis der Aschenanalyse zu dem Schlusse berechtigt, dass dieselben nicht identisch seien. Ob dieser Unterschied im Aschengehalt allein etwa hinreicht, um die Verschiedenheit in den physikalischen Eigenschaften der beiden Eiweisspräparate zu erklären, will ich allerdings dahin gestellt sein lassen.

## Analytische Belege.

### I. C- und H-Bestimmung.

Die Verbrennung wurde im offenen Verbrennungsrohre, im Schiffchen mit Sauerstoff und Kupferoxyd vorgenommen, jedoch der Sauerstoff erst dann zugeleitet, wenn die Zersetzung der Substanz durch einfaches Glühen eine vollständige war. Zum Zurückhalten der Oxyde des Schwefels wurde eine 15 cm lange Schicht Bleichromat, für die Oxyde des Stickstoffs eine 10 cm lange, blanke Kupferspirale vorgelegt. Sauerstoff und Luft wurden chlorcalciumtrocken eingeleitet, dem entsprechend auch das Wasser durch eine Chlorcalciumröhre absorbiert. Die Kohlensäure wurde in gewohnter Weise aufgefangen.

Nachdem ich mich durch Kontrollanalysen von der Zuverlässigkeit dieser Einrichtung überzeugt und mich überhaupt für die Elementaranalyse genügend eingeübt hatte, ging ich erst zu den Analysen des Eiweisses selbst über<sup>1)</sup>.

### A. Rein dargestellte Eiweisskrystalle

bei 110° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

#### I. Präparat.

	Substanz gr	CO <sub>2</sub> gr	H <sub>2</sub> O gr	C %	H %
1	0,1975	0,3845	0,1260	53,09	7,09
2	0,2135	0,4155	0,1367	53,08	7,11
3	0,2059	0,401	0,1320	53,11	7,12
4	0,2700	0,5255	0,1718	53,08	7,07
im Mittel				53,09	7,1

<sup>1)</sup> Uebrigens wurden alle Analysen unter fortwährender Aufsicht und Kontrolle des Herrn Dr. Gürber gemacht.

**II. Präparat.**

	Substanz gr	CO <sub>2</sub> gr	H <sub>2</sub> O gr	C %	H %
1	0,1894	0,5397	0,1182	53,05	7,1
2	0,2700	0,5258	0,1734	53,1	7,14
3	0,1859	0,3617	0,1198	53,07	7,15
im Mittel				53,07	7,13

**B. Krystallisiertes Albumin durch Dialysat gereinigt**  
bei 110° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

**I. Präparat.**

	Substanz gr	CO <sub>2</sub> gr	H <sub>2</sub> O gr	C %	H %
1	0,2325	0,4524	0,1487	53,06	7,1
2	0,2632	0,5124	0,167	53,09	7,05
3	0,2086	0,4030	0,1315	53,01	7,06
im Mittel				53,08	7,07

**II. Präparat.**

	Substanz gr	CO <sub>2</sub> gr	H <sub>2</sub> O gr	C %	H %
1	0,1960	0,3807	1269,0	53,0	7,19
2	0,2159	0,4195	0,1390	53,0	7,1
im Mittel				53,0	7,14

## II. N-Bestimmungen.

Diese wurde nach dem Verfahren von *Kjeldahl-Argutinsky* ausgeführt, das nach den Erfahrungen von Herrn Dr. *Gürber* ausserordentlich zuverlässige Resultate gibt. Zu dem Zweck wurde das abgewogene Eiweiss mit 10 ccm konzentrierter Schwefelsäure und 1 Tropfen Quecksilber in einem kleinen Rundkolben bis zur vollständigen Entfärbung der Probe gekocht, dann unter Zusatz von Natronlauge und Kalisulfid in eine abgemessene Menge  $\frac{1}{5}$  Normalschwefelsäure überdestilliert und die nicht vom Ammoniak gebundene Schwefelsäure mit  $\frac{1}{5}$  Na OH zurücktitriert.

## A. Rein dargestellte Eiweisskrystalle.

## I. Präparat.

	Substanz gr	N gr	N %
1	0,395	0,057	15,88
2	0,28	0,0448	16,0
3	0,4854	0,0772	15,9
im Mittel			15,93

## II. Präparat.

	Substanz gr	N gr	N %
1	0,2048	0,03276	16,0
2	0,2235	0,0353	15,8
3	0,2656	0,04256	16,0
im Mittel			15,93

## B. Krystallisierendes Albumin durch Dialyse gereinigt.

Präparat I.

	Substanz	N	N
	gr	gr	%
1	0,264	0,04118	15,6
2	0,4305	0,06748	15,67
im Mittel		.	15,63

Präparat II.

	Substanz	N	N
	gr	gr	%
1	0,2712	0,0426	15,72
2	0,2783	0,0440	15,8
im Mittel			15,79

## III. S - Bestimmung.

Zur Schwefelbestimmung wurde das Eiweiss mit schwefelsäurefreiem Kali und reinstem Salpeter nach den Angaben *Fresenius'* geglüht, dann die vollständig weisse Schmelze in heissem Wasser aufgenommen, die Lösung mit Salzsäure versetzt, zur Trockene verdampft, wiederum in Wasser unter Zusatz von Salzsäure gelöst und das bis zur vollständigen Entfernung der Salpetersäure wiederholt, dann wurde die Schwefelsäure aus heisser Lösung bei geringem Ueberschuss von Salzsäure mit reinstem Bariumchlorid gefällt, der Niederschlag nach dem Auswaschen durch Dekantieren auf das Filter gebracht, in gewogenem Platintiegel bei mässiger Hitze geglüht und gewogen. Da das so hergestellte Bariumsulfat häufig geringe Mengen löslicher Bariumsalze enthält, so wurde der Inhalt des Tiegels mit verdünnter heisser Salzsäure gewaschen, die Salzsäure durch ein kleines Filterchen in eine Platinschale filtriert, abgedampft, der Rückstand in Wasser gelöst und mit dem ungelösten Teile durch dasselbe Filterchen filtriert, dann das Filterchen wieder in den Platintiegel gebracht und nach dem Trocknen verbrannt und das Gewicht des Bariumsulfats nochmals bestimmt. Dabei ergab sich, dass das Bariumsulfat nach dem ersten Glühen je nach seiner Menge 1—2 mg in Wasser löslicher Bestandteile enthalten hatte.

**A. Reindargestellte Krystalle.****I. Präparat.**

	Substanz	Ba SO <sub>4</sub>	S
	gr	gr	%
1	0,3715	0,0505	1,89
2	0,689	0,0954	1,9
im Mittel			1,895

**II. Präparat.**

	Substanz	Ba SO <sub>4</sub>	S
	gr	gr	%
1	0,5145	0,0714	1,909
2	1,530	0,213	1,915
im Mittel			1,912

**B. Krystallisiertes Albumin durch Dialyse gereinigt.****I. Präparat.**

Substanz	Ba SO <sub>4</sub>	S
gr	gr	%
0,6235	0,0812	1,792

**II. Präparat.**

Substanz	Ba SO <sub>4</sub>	S
gr	%	%
0,5549	0,0776	1,92



# Nachtrag

zur vorstehenden Abhandlung

über

Serumalbumin-Krystalle

von

**Dr. August Gürber.**

---

Im Anschluss an die vorstehende Abhandlung des Herrn Dr. med. *Michel* will ich zur Vervollständigung und Ergänzung noch einige weitere Beobachtungen über die Krystallisation der Serumalbumine hier kurz mitteilen. Was die Krystallisation als solche anbetrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, dass bei strengem Innehalten der oben angegebenen Regeln es sicher gelingt, krystallisiertes Serum-Albumin zu bekommen, wenn das verwendete Pferdeserum überhaupt krystallisierbare Albumine enthält. Aber gerade das letztere scheint nun nicht immer der Fall zu sein. Von 20 Serum, die ich bis jetzt untersucht habe, konnte ich aus 5 Serum kein krystallisiertes Eiweiss bekommen. Es ist wohl selbstverständlich, dass ich in diesen Fällen vorerst versuchte, durch Aenderungen der Methode zum Ziele zu gelangen. Aber alle Bemühungen in dieser Richtung blieben erfolglos.

Diese Serum zeigen aber auch sonst in ihrem Verhalten so wesentliche Abweichungen von den krystallisierenden Serum, dass ich sie überhaupt für nicht normal halten muss. So liess sich z. B. der Globulinniederschlag, der in einem Falle an Menge ausserordentlich gering war, viel schwerer abfiltrieren, als beim

krystallisierenden Serum. Beim Zusatz von  $\frac{1}{5}$  Volum konzentrierter Ammoniumsulfatlösung entstand an Stelle des massigen krystallinischen Niederschlags eines normalen Serum eine ganz spärliche schleimige Fällung und sowohl beim weiteren Zusatz vom Ammoniumsulfat als beim allmäligen Abdunsten erhielt ich Fällungen, die einerseits an Masse weit hinter denen des normalen Serum zurückstanden und andererseits auch nicht einmal sphäroide Krystalle enthielten. Ausserdem verfärbten sich die Filtrate wie die Niederschläge sehr rasch zu Schmutzigbraun oder Schmutziggrün.

Ein weiterer Unterschied zeigte sich zwischen krystallisierendem und nicht krystallisierendem Serum in ihrem Verhalten gegen Fäulnisbakterien. Das nicht krystallisierende Serum faulte ausserordentlich leicht, was man von dem krystallisierenden nicht behaupten könnte.

Vermischt man ein nicht krystallisierendes Serum mit einem krystallisierenden, so lassen sich die Albumine des letzteren doch krystallisieren und zwar entspricht die Menge der gebildeten Krystalle der Menge des angewandten krystallisierenden Serum. Es kann demnach das Ausbleiben der Krystallisation bei einem nicht krystallisierenden Serum nicht auf einer Behinderung der Krystallisation überhaupt beruhen, sondern es lässt sich diese Erscheinung nur dahin erklären, dass eben einem solchen Serum krystallisierbare Albumine abgehen. Mir ist diese Thatsache, dass das Blutserum einer Tierspecies in seinem Eiweissgehalte qualitativ und quantitativ so ausserordentlich verschieden sein kann, im höchsten Grade überraschend.

Leider war es nicht möglich, irgend welche Beziehungen zwischen der Konstitution der Pferde und der Zusammensetzung ihres Serum zu ermitteln. Die Pferde waren nach Aussage des Schlachthaus-Inspektors alle gesund; auch das Alter schien keine Anhaltspunkte zu bieten, da ich krystallisierendes Serum von Tieren im Alter von 5—20 Jahren erhalten konnte. Zweimal allerdings traf es sich, dass sehr alte und fette Pferde ein nicht krystallisierendes Serum lieferten. Von einem jungen sehr fetten Pferde, das infolge Beinbruchs abgethan werden musste, bekam ich ein Serum, das zwar krystallisierbar war, aber nebenbei einige vom normalen Serum abweichende Eigenschaften zeigte. So erhielt ich nach Abscheidung der Globuline bei Zusatz von

$\frac{1}{5}$  Volum Ammoniumsulfatlösung einen amorphen schleimigen Niederschlag, der sich bald nach dem Abfiltrieren grün verfärbte und grün opaleszierend sich wieder in Wasser löste. Erst bei weiterem Zusatz von Ammoniumsulfat entstand allmählig ein krystallinischer Niederschlag. Die Krystalle scheinen aber mit den Krystallen der dritten Fraktion eines normalen Serum identisch zu sein. Wir hätten also in diesem Falle ein Serum, dem sicher das krystallisierende Serumalbumin I abgeht, vielleicht auch das krystallisierende Albumin II. Was letzteres Albumin anbetrifft, so scheint es überhaupt in sehr variabler Menge im Serum vorzukommen. Dagegen enthält dieses Serum das krystallisierende Albumin III und zwar dieses in grösserer Menge als ein normales Serum.

Aus alle dem geht hervor, dass die Krystallisation des Pferdeserum schon an sich höchst eingehende Untersuchungen verlangt, und da es eben vom Zufall abhängt, krystallisierendes oder nicht krystallisierendes oder gar ein Serum von der zuletzt beschriebenen Beschaffenheit zu bekommen, so dürfte es noch längere Zeit in Anspruch nehmen, bis auch nur diese Untersuchungen zu endgültigem Abschluss gekommen sind. Neben Pferdeserum habe ich auch Hunde-, Ochsen-, Schweine-, Hammel- und Kaninchenserum auf die Krystallisierbarkeit geprüft aber bis jetzt nur von dem letzteren eine geringe Abscheidung eines krystallisierenden Eiweisskörpers bekommen.

An Stelle des Ammoniumsulfats kann man auch Natriumsulfat zur Erzeugung der Krystalle verwenden; doch gelingt hier die Krystallisation nur, wenn das Serum bei  $32-35^{\circ}$  mit Natriumsulfat gesättigt wird. Krystallisiert beim Abkühlen etwas Natriumsulfat aus, so werden die Albuminkrystalle sofort zerstört. Man kann jedoch die einmal gebildeten Albuminkrystalle durch Koagulation ebenso fixieren, wie die in Ammoniumsulfat entstandenen. Einen besonderen Vorteil bietet aber das Natriumsulfat gegenüber dem Ammoniumsulfat durchaus nicht. Versuche mit anderen Salzen dagegen blieben erfolglos.

Was nun die einzelnen krystallinischen Fraktionen aus dem Pferdeblutserum anbetrifft, so ist die erste Fraktion nicht nur an Masse die grösste, sondern auch in ihrem ganzen Verhalten die konstanteste. Die einmal gebildeten Krystalle sind ausserordentlich widerstandsfähig. Sie lassen sich sowohl in alkalischer wie in sogar sehr stark saurer Lösung umkrystallisieren. In

ammoniakalischer Kupferlösung scheint das krystallisierte Albumin I in mehrere Eiweisskörper zu zerfallen, von denen der eine amorph fällt, während 2—3 in krystallinischen Fraktionen erhalten werden können. Die Krystalle sind zweifellos Kupferverbindungen des Eiweiss. Wenn es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, die quantitativen Beziehungen zwischen dem Eiweiss und dem Kupfer in solchen Krystallen festzustellen, so lag das nur an der geringen Menge von Material, das ich zu diesen Versuchen verwenden konnte. Die Krystallform dieser Kupferalbuminkrystalle konnte ich wegen ihrer Kleinheit nicht bestimmen.

Durch Dialyse gereinigtes Albumin I kann aus seiner wässerigen Lösung durch Alkohol gefällt werden, ohne zu koagulieren. Die Fällung löst sich leicht wieder in Wasser und lässt sich durch Zusatz von Ammoniumsulfat auch wieder krystallisieren. Die hiebei entstehenden Krystalle entsprechen ganz den Krystallen des Albumin I.

Die Krystalle des Albumin I sind positiv doppelbrechend. Bei der Reindarstellung aber, wobei sie durch Hitze koaguliert werden, verlieren sie diese Eigenschaft. Es könnte diese Tatsache zu der Vermutung Veranlassung geben, als ob die gereinigten Krystalle nur in ihrer äusseren geometrischen Form, nicht aber ihrer inneren Struktur nach Krystalle seien, oder m. a. W., als ob diesen Krystallen nur die Bedeutung von Pseudomorphosen zukäme, etwa so, dass bei der Koagulation das koagulierte Eiweiss in der Krystallform des eigentlich krystallisierenden fixiert würde. Diese Betrachtungen werden aber sofort hinfällig durch die Beobachtung, dass nach 3—4 wöchentlichem Aufbewahren die reindargestellten Krystalle ihr Doppelbrechungsvermögen wieder erlangen, also zur äusseren Krystallform auch die innere krystallinische Struktur sich wieder einstellt. Was mich bei diesem Befunde aber am meisten überraschte, ist die Tatsache, dass die nunmehr wieder doppelbrechend gewordenen Krystalle dieses Vermögen in negativem Sinne besitzen. Ob das Wiederauftreten des Doppelbrechungsvermögens in einer spontanen Aenderung der Spannungsverhältnisse im Krystalle zu suchen ist, oder ob letztere durch Aufnahme von Wasser\*), die

\*) Trocknen bei 120° ändert die optischen Eigenschaften der Krystalle nicht, dagegen verlieren sie ihr Doppelbrechungsvermögen beim Behandeln mit absolutem Alkohol.

ich bis jetzt nicht mit absoluter Sicherheit beobachten konnte, hervorgerufen wird, muss ich vorläufig noch dahin gestellt sein lassen. Ich bin leider zu wenig Krystallograph, um dieser in der Krystallkunde wohl einzig dastehenden Erscheinung die richtige Deutung zu geben.

Die II. krystallinische Eiweissfraktion steht in Bezug auf Masse und Konstanz in geradem Gegensatz zur I. Von den 20 untersuchten Serum habe ich nur 4 Mal die ihr eigentümlichen Krystalle erhalten und das überdies in so geringer Menge und derart mit amorph gefälltem Eiweiss vermischt, dass eine genauere chemische Untersuchung überhaupt ausgeschlossen erscheint. Es ist dies um so mehr zu bedauern, als gerade diese II. Fraktion in ihrer Krystallform so total von der ersten verschieden ist. Die beiliegende Mikrophotographie<sup>1)</sup> macht die nähere Begründung dieser Behauptung wohl überflüssig.

Diese Krystalle zeigen, was die Form anbetrifft, grosse Aehnlichkeit mit den *Hofmeister*'schen Eieralbuminkrystallen und wenn man ihre Entstehung verfolgt, so findet sich, wenigstens entsprechend meinen Beobachtungen, eine gewisse Uebereinstimmung auch in dieser Richtung: vorerst sphäroide Krystall-embryonen, die sich in Reihen ordnen und erst allmählig zu tafelförmigen Krystallen verschmelzen. Diese Krystalle sind nicht doppelbrechend. Als besonderes Merkmal dieser zweiten Fraktion kann noch angeführt werden, dass sie sich nie wieder klar in Wasser löst und dass mit der Häufigkeit des Umkrystallisierens der in Wasser unlösliche Teil des Niederschlages an Menge zunimmt.

Leicht und scharf scheidet sich die III. Fraktion ab, und nach mehrmaligem Umkrystallisieren gelingt es ein ausserordentlich reines Krystallpräparat zu erhalten. Die Krystalle treten, wie die beiliegende Mikrophotographie<sup>2)</sup> zeigt, in Form langer Nadeln auf, die in Büscheln angeordnet sind. Diese Krystalle sind ebenfalls positiv doppelbrechend. Leider konnte ich aber auch sie nicht in genügender Menge erhalten, um eine grössere Reihe von Elementaranalysen damit anzustellen. Dagegen war es mir möglich mit der dialysierten Lösung dieser Krystalle die Gerinnungstemperatur und das spezifische Drehungsvermögen dieses Eiweisses zu bestimmen. Erstere fand ich zwischen 56 und 58<sup>0</sup>, letztere zu  $\alpha_D = -64^0$ .

1) S. Fig. II; 2) S. Fig. III.

Auch vom Eiweiss dieser Fraktion konnte ich krystallisierende Kupferverbindungen erhalten, die aber aus dem oben schon angeführten Grunde nicht näher analysiert wurden.

In demselben Verhältnis wie die II. zur I. Fraktion steht in Konstanz ihres Auftretens und Menge die IV. zur III., nur zeichnet sich diese IV. Fraktion ganz besonders dadurch aus, dass das hiebei krystallisierende Eiweiss ausserordentlich leicht seine Krystallisierbarkeit verliert oder die Krystalle unlöslich werden. Die bei dieser Fraktion auftretenden Krystalle sind ebenfalls nadelförmig, sehr klein und selten oder gar nicht zu Büscheln gruppiert. Das Umkrystallisieren dieser Fraktion ist wegen der leichten Veränderlichkeit dieses sehr schwierig, oft gelingt nur eine zweite Krystallisation, mehr als dreimaliges Umkrystallisieren habe ich nicht erreicht. Da nun diese Fraktion neben den Krystallen immer etwas amorphe Fällung zeigt, so war es auch in diesem Falle unmöglich, analysenreines Material zu bekommen, ganz abgesehen, dass zur Beschaffung einer genügenden Menge wenigstens 20–30 l Serum notwendig wären. Eine Abbildung dieser Kryställchen zeigt die Mikrophotographie IV<sup>1)</sup>. Auch diese scheinen doppelbrechend zu sein, eine krystallisierende Verbindung mit Kupfer konnte ich jedoch damit nicht herstellen.

Was nun die weiteren amorphen Fraktionen anbetrifft, so muss ich mich vorläufig noch jeder bindenden Aussage darüber enthalten.



---

<sup>1)</sup> S. Fig. IV.

Fig. I.

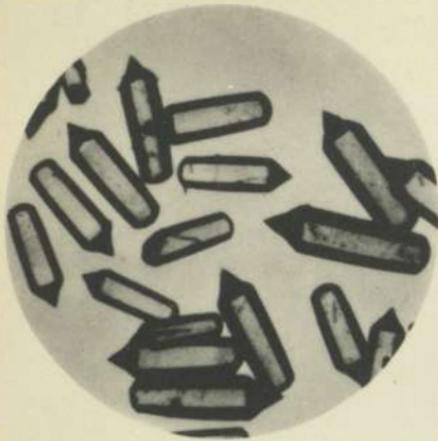


Fig. II.

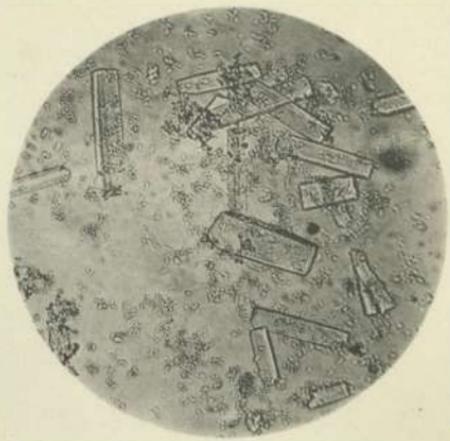


Fig. III.

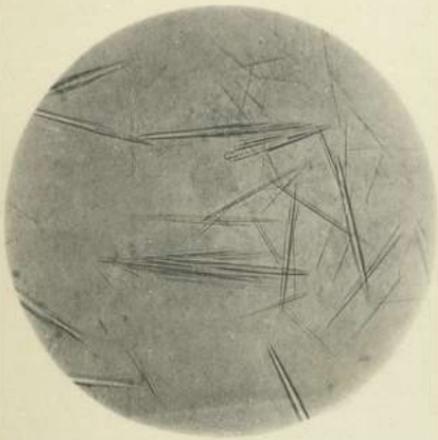
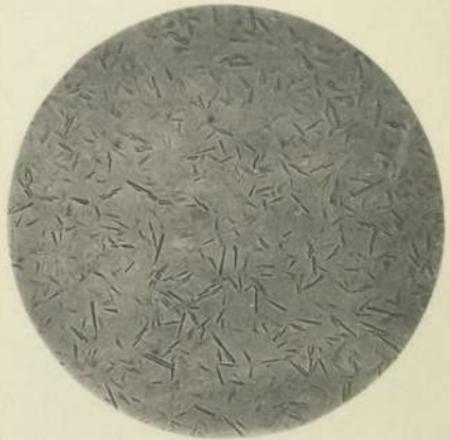


Fig. IV.



## Albumin-Krystalle aus Pferde-Serum.

Nach Microphotographien von Dr. A. Gürber.



# Beitrag zur Kenntnis der motorischen Bahnen im Pons.

Von

Dr. FELIX GATTEL.

(Mit 1 Doppel - Tafel.)

## Einleitung.

In dem Labyrinth der Nervenbahnen sind die motorischen am Genauesten bekannt. An ihnen wurden ja überhaupt zuerst die grundlegenden Forschungen über die langen Leitungsbahnen sowie über die Verbindung des Grosshirns mit dem Rückenmark angestellt. In der sensiblen Sphäre giebt es dagegen viele Gebiete, die heute noch sehr wenig erforscht sind. Aber auch innerhalb der motorischen giebt es noch viele zu lösende Aufgaben von nicht geringerer Bedeutung (in klinischer und anatomischer Hinsicht) als die der Faserbahnen des Rückenmarks. Man kennt zwar den Verlauf der motorischen Bahnen im grossen Ganzen von den Centren in der Rinde bis hinab in das Lendenmark, ist aber doch über manche Einzelheiten dieser Wegstrecke noch im Unklaren. —

Im Folgenden will ich versuchen, an der Hand geeigneten Materials einige Beiträge zur Kenntnis der Pyramidenbahn im Pons zu liefern und gehe zu dem Zwecke von Bekanntem aus. —

### a) Die bisherige Kenntnis von den Pyramidenbahnen, speziell im Pons.

Es ist kaum nötig zu erwähnen, dass die vordere und hintere Centralwindung als motorisches Rindencentrum angesehen werden dürfen und dass vielleicht den Pyramidenzellen der grauen Hirnrinde (die übrigens nur ihrer eigenen Form diesen Namen verdanken und nicht etwa ihrem Zusammenhange mit den caudalwärts gelegenen motorischen „Pyramidenbahnen“) eine Hauptrolle bei der Lokalisation der motorischen Funktionen beizulegen ist.

Nach dem Centrum ovale konvergieren die motorischen Fasern, die von den Pyramidenzellen ausgesandt werden, und gruppieren sich dann zu einer kompakten Masse in der Capsula interna, wo sie sich bereits von den umliegenden Fasergruppen abgrenzen lassen. An dieser Stelle und weiter abwärts bis in den Hirnschenkelfuss haben auch schon einige Autoren, auf Grund des Studiums sekundärer Degenerationsprozesse, eine Einteilung in Bündel für die Extremitäten und für das Gesicht gemacht. Nach *Charcot* nehmen die motorischen Fasern die beiden vorderen Drittel des hinteren Segments der Capsula interna ein; und zwar so, dass von vorne nach hinten zuerst die Gruppe für das Gesicht, darauf die für die Zunge und schliesslich die für die Extremitäten sich befände. Im Hirnschenkelfuss gruppiert derselbe Autor die Bündel wie folgt: Die motorischen Fasern sind in der unteren Etage des Hirnfusses gelegen, nach innen begrenzt von Fasern, die vom Frontallappen des Grosshirns kommen und als Endigung den Pons haben, über welchen hinaus man sie nicht verfolgen kann. Nach aussen sind gelegen Fasern vom Temporal- und Occipitallappen, deren Degeneration in wenigen beobachteten Fällen nie über den Hirnschenkel nach abwärts geht. Das restierende mittlere Feld würde demnach von den motorischen Bahnen eingenommen, und zwar so, dass medial die Fasern für das Gesicht, lateral die für die Extremitäten zu liegen kämen. Diese Ansicht ist denn heutzutage auch zur vorherrschenden geworden.

Soweit hat man bisher die Einteilung und Gliederung der motorischen Bahnen erforscht. Weiter caudalwärts hat man eine Zergliederung noch nicht versucht; man weiss, dass im Pons die motorischen Bahnen als direkte Fortsetzung der Pyramiden scharf abgegrenzt bestehen, man legte infolgedessen dieser ganzen motorischen Bahn den Namen der Pyramidenbahn bei; ferner ist bekannt, dass die Zahl der Pyramidenfasern am cerebralen Ende des Pons eine erheblich grössere ist als am spinalen. Es müssen naturgemäss am cerebralen Ponsende die Verbindungsfasern zu den Facialis-, Hypoglossus- etc. -Kernen noch vorhanden sein, während am spinalen nur noch Extremitätenassoziationsfasern vorhanden sein können <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Zwischen die Querbündel des Pons ist vielfach graue Substanz eingelagert, die zum Teil, wie wir weiterhin sehen werden, eine Volumensvergrösserung bedingt; dieser Umstand allein kann jedoch die Vergrösserung nicht erklären.

### b) Gründe für die Wahl des Pons als Untersuchungsfeld.

Den Pons gerade halte ich für das geeignetste Feld zur Untersuchung der Pyramidenbahnen, weil hier, histologisch, das Hinzutreten differenter Fasern zu den rein motorischen auf das Genaueste nachgewiesen werden kann; weil eine Degeneration oder der Ausfall eines Bündels gerade hier ganz circumscrip't ist; weil schliesslich nur hier die Pyramidenbündel frei in einem Netze transversaler Fasern sich befinden. Die Aufsuchung im Pons ist deshalb um so gerechtfertigter, weil die Hirnschenkel nicht bloss Fasern aus den Pyramiden enthalten sondern im Allgemeinen:

1. direkte (Schenkel-) Fasern von der Hirnrinde, die mit dem Linsenkern Verbindungen eingehen,
2. indirekte (Schenkel) Fasern, die, im Gegensatz zu den sub. 1, ihren Ursprung im Linsenkern oder Schweifkern haben und keine Verbindung mit der grauen Hirnrinde eingehen.

Dadurch muss naturgemässer Weise dort, weil ja motorische Centren eingeschaltet sind, die Untersuchung der Bahnen erschwert sein. Ich möchte zwar nicht behaupten, dass im Hirnschenkelfuss und in der Capsula interna die Fasern für die verschiedenen Körperregionen gleichsam ein wirres Geflecht bilden und erst kurz vor dem Eintritt in die Grosshirnhemisphären sich wieder zu einzelnen Faserbahnen zusammenfänden; wohl aber, dass centralwärts vom Pons zwischen die Fasern der Pyramidenbahn motorische Ganglien eingeflochten sind, die unter Umständen verstärkend oder stellvertretend in die, von den Centralwindungen ausgehende, motorische Bahn eingreifen können. Den Hirnschenkelfuss erachte ich daher zur Untersuchung auf Unterabteilungen der Pyramidenbahn für weniger geeignet als den Pons.

## A. Allgemeines.

---

In Anbetracht der centrifugalen Leitung der Pyramidenbahnen wäre es richtig, ihre Untersuchung am cerebralen Brückenrande zu beginnen; zur besseren Orientierung halte ich es jedoch für angebracht, vom spinalen Brückenrande auszugehen, weil so ihre Teilung leichter ersichtlich ist.

Beim Eintritt in das spinale Brückenende bilden die Pyramidenbahnen ein, in sich geschlossenes Bündel, das dorsal von der Schleife, dorso-lateral vom Corpus trapezoides, lateral und ventral von den unteren Brückenfasern begrenzt ist. In der Mehrzahl der Fälle differieren die beiderseitigen Pyramiden schon beim Eintritt in die Brücke hinsichtlich ihrer Gestalt, indem die rechte etwas plattgedrückt und mehr in die Breite gezogen ist als die linke. Von der Substantia reticularis, die dorsal von der Schleife gelegen ist, ziehen unregelmässig angeordnete aber durch ihre Feinheit leicht von den derben Hypoglossusbündeln zu unterscheidende Fasern in die Pyramidenbahnen ein. Dass dieselben mit den Pyramiden verschmelzen, als Verbindung von den Kernen der im Bereich der Brücke gelegenen Hirnnerven, ist höchst wahrscheinlich. Dieser Vorgang lässt sich durch die ganze Länge des Pons verfolgen.

Es ist allgemein bekannt, dass an der Hand geeigneter Methoden in den letzten Jahrzehnten umfangreiche Untersuchungen über die Beziehungen der nervösen Elemente zu einander angestellt wurden. *Golgi* nahm an, dass durch die gesammte graue Substanz der Centralorgane ein feiner, dichter und zusammenhängender Filz von Nervenfasern vorkomme, aus denen ein Teil der centripetalleitenden Nervenfasern entspringe, an dessen Zustandekommen sich die centrifugalleitenden Fasern beteiligen und zu welchem alle Strangfasern des Markes und die höher gelegenen Centralorgane Seitenäste abgeben. —

Derselben Methoden bedienten sich andere Forscher, wie *Ramon y Cajal*, *v. Kölliker*, *v. Lenhossék* u. a., die einesteils

*Golgi's* Entdeckungen bestätigen konnten, andernteils neue Thatsachen hinzufügten. *v. Kölliker* und *Cajal* beobachteten: 1) dass alle in den Centralorganen endenden Nervenfasern und Zellfortsätze mit feinen Verästelungen auslaufen und nirgends anastomosieren; 2) dass die centripetalen Wurzelfasern nicht in dem Nervenfilz entspringen sondern in demselben enden und 3) dass es centripetal und centrifugal leitende lange Bahnen giebt, die nicht aus den Centralorganen herausgehen. Des Weiteren ergab sich, dass die, im Gehirn oder Rückenmark gelegene, Nervenzelle eine Nervenfasern aussendet, welche als lange oder kurze Bahn bis zu einer zweiten Nervenzelle zieht (die, wie wir annehmen wollen, im Vorderhorn des Rückenmarks gelegen sein soll); hier fasert sich das Faserende auf und, ohne mit der zweiten Zelle zu anastomosieren, umspinnt es dieselbe mit einem feinen Netze. Die umspinnene Zelle sendet ebenfalls eine Nervenfasern aus (die, für unsern Fall durch die vordere Rückenmarkswurzel, das Rückenmark verlassen und ohne Unterbrechung zu dem von ihr versorgten Muskel laufen soll). Von den verschiedenen Forschern sind für dieses System einer Zelle mit ihrer Faser die verschiedensten Namen vorgeschlagen worden, von denen für die praktische Medicin der Name „Nerveneinheit“ am Verwendbarsten sein dürfte. Treten wir dieser Ansicht bei, dass die erste Nerveneinheit von der Hirnrinde (beziehungsweise den Körnern der Streifenkugeln) bis zu der betreffenden Zelle der zweiten Nerveneinheit (im Rückenmark für die Extremitäten, in der Medulla oblongata für die Gesichts-Zungennerven) reiche; so ist die Bahn für die Fasern zu den Medulla-oblongata-Kernen mit Sicherheit in die Pyramiden des Pons zu verlegen.

Bevor ich mich nun zu einer speziellen Analyse der Unterabtheilungen und Gruppen der direkten Grosshirn-Pyramidenbahn wende, schicke ich eine allgemeine Betrachtung der Pyramiden sowie der übrigen Bahnen des Pons voraus, wobei ich, wie oben bemerkt, vom spinalen Brückenende ausgehe. Eine zeitlang bleibt die Grösse der Pyramiden ziemlich constant, bis durch die querverlaufenden Brückenfasern eine Zerspaltung in Bündel und zugleich eine Vergrösserung des Gesamtquerschnittes eintritt. Diese Vergrösserung ist zum Theil durch die günstigen Lageverhältnisse bedingt, indem die dicht zusammengedrängten Fasern Platz zur Verbreiterung finden. Es lässt

sich dieser Umstand schon bei oberflächlicher Zählung etwa eines Quadratmillimeters in verschiedenen Höhen leicht feststellen. Einzig auf dieses Auseinandertreten der einzelnen Bündel ist das Anwachsen jedoch nicht zurückzuführen; es müssen vielmehr andere Umstände noch mit in Frage kommen, und zwar in erster Linie die Einlagerung von grauer Substanz zwischen die Querbündel. In ihr finden sich zahlreiche, von Axencylindern umspinnene Zellen vor; besonders stark sind diese Anhäufungen grauer Substanz am ventro-medialen Brückenrande <sup>1)</sup>. Von ihnen gehen viele *Fibrae pontis* aus. Sie bilden in den meisten Fällen die direkte Fortsetzung der, in der *medulla oblongata* befindlichen, *nuclei arciformes*.

<sup>1)</sup> Ein Teil dieser grauen Substanz der *medulla oblongata*, an der ventralen Fläche der Pyramiden gelegen, wurde von *v. Kölliker* als *nucleus pyramidalis anterior* bezeichnet. Dieser Kern ist nicht bei allen Menschen gleichmässig vorhanden. In 27 verschiedenen von mir untersuchten Schnittserien war er

beiderseits vorhanden: in 9 Fällen

rechts vorhanden, links nicht vorhanden: in 9 Fällen

links „ rechts „ „ : „ 1 Fall

beiderseits nicht vorhanden : „ 8 Fällen.

Auch seine Grösse ist in den Fällen, wo er vorhanden ist, eine sehr wechselnde. In den acht Fällen, wo er beiderseits fehlte, waren viermal zwischen den Pyramiden Nervenzellen zerstreut vorhanden, in den vier übrigen Fällen fehlten auch diese.

In zweiter Linie lässt sich unzweideutig erkennen, dass die querdurchlaufenden Brückenfasern zum Theil in die Pyramidenbündel übergehen, mit ihnen verschmelzen. Die vom Kleinhirn durch die *crura cerebelli ad pontem* eintretenden Fasern durchqueren teilweise den Pons und treten in die andere Kleinhirnhemisphäre wieder ein. Der zweite Teil geht in die longitudinalen Pyramidenbündel und zwar in diejenigen der gekreuzten Seite über, nachdem in der Mittellinie die Kreuzung stattgefunden hat. Durch diese fortwährenden Kreuzungen von, in die Längsrichtung umbiegenden, Querfasern kommt die sogenannte *Raphe* zu Stande. Ein dritter Teil der Querfasern geht auf seiner eigenen Seite, also ungekreuzt; in die Pyramidenbündel über, so dass wir zu unterscheiden haben zwischen einer gekreuzten und ungekreuzten Verbindung des Kleinhirns mit den Pyramidenbahnen. Es liegt demnach auch hier das überall im Nervensystem wiederkehrende Schema einer *Semi-Decussatio* vor.

## B. Spezielles.

Wir gehen jetzt in medias res und betrachten im Speziellen:

### 1) Die normale ausgebildete Pyramidenbahn im Pons.

Zuerst habe ich an einem Hirnstamm untersucht, welche Flächenräume die Pyramidenbündel auf Querschnitten aus verschiedener Höhe einnehmen. Ich projizierte die (nach *Weigert* gefärbten) Schnitte mittelst Skioptikons auf eine mit Millimeterpapier überspannte Glasplatte genau in vierfacher Vergrößerung, zeichnete den Schnitt auf das Papier auf, und konnte so direkt die Flächenzahlen (die nur mit 4 zu dividieren waren) in Quadrat-Millimetern abzählen.

Dabei ergab sich Folgendes:

Nr. 1. Schnitt durch die Mitte der Olive.

Links: 160 = 40 qmm. Rechts:  $146/4 = 36$  qmm.

Nr. 2. Schnitt c. einen Millimeter oberhalb des oberen (nasalen) Endes der Olive.

Links:  $246/4 = 61$  qmm. Rechts:  $199/4 = 50$  qmm.

Nr. 3. Schnitt in der Höhe des caudalen Endes des Trochleariskerns.

Links:  $496/4 = 124$  qmm. Rechts:  $453/4 = 113$  qmm.

Bei diesem Präparate nahm also die linke Pyramidenbahn durchweg einen beträchtlicheren Raum ein als die rechte. Auf die Symmetrie der Pyramiden betreffs ihre Faseranzahl kann ich hier nicht näher eingehen, ich möchte hier nur bemerken, dass bei solchen Zählungen genau darauf geachtet werden muss, alle Präparate gleichmässig mit ihrer cerebralen Schnittfläche auf den Objektträger zu legen, da dies das einzige Mittel ist, einer Verwechslung der rechten und linken Pyramide, zumal wenn sie normal sind, vorzubeugen. Mindestens werden die Untersuchungen durch ungleichartiges Auflegen erschwert.

Die Gruppierung und Lage der Pyramidenbündel im Pons habe ich an fünf verschiedenen Schnitt-Serien von Hirnstämmen

Erwachsener untersucht und dabei gefunden, dass sie in allen fünf Fällen sehr genau übereinstimmen. Die ventralen Brückenfasern umgreifen, von den *crura cerebelli ad pontem* ausgehend, die *medulla oblongata* in der Weise, dass in der Medianlinie ein Interstitium, welches sich immer mehr verkleinert, zwischen *medulla* und ventralen Brückenfasern frei bleibt.

Am ungeschnittenen Hirnstamm in toto bemerkt man ein Foramen, von *Obersteiner* mit dem Namen des Foramen *coecum posticum* bezeichnet; es endet trichterförmig nach kurzem Verlaufe, und von der Stelle seines Verstreichens an, also nach der völligen Verbindung des Pons und der *Medulla*, ist die erste Durchflechtung der Pyramiden mit Transversalfasern zu constatieren. Der Verlauf der Theilung ist ein solcher, dass zuerst die ventromedialen Teile von der Hauptfasermasse abgespalten werden. Ein starker Strang zieht durch das untere Drittel der Pyramide und spaltet zwei oder drei Bündel ab. Symmetrie in der Theilung ist hier noch nicht zu constatieren, da oft die linke, oft die rechte Pyramide zuerst der Theilung verfällt. In der *Raphe* bemerkt man einzelne sich überkreuzende Fasern, die nicht mit den Theilungsfasern confluieren. Weiter cerebralwärts greifen auch dorso-lateral verlaufende Transversalfasern in die Pyramiden ein und trennen kleine, unregelmässig medial gelegene Bündel ab. Die Hauptmasse bleibt eine Strecke weit noch unberührt, wenn auch einige Querfasern, jedoch noch nicht zu Strängen vereinigt, sie durchsetzen.

Was die Menge der Pyramidenfasern anlangt, so sind dieselben ventral immer, und zwar durch den ganzen Verlauf des Pons hindurch, am zahlreichsten. Dicht gedrängt liegen sie hier zusammen und nehmen dorsalwärts gradatim an Menge ab. Später, also etwa im 2. Drittel des Pons, werden auch die mittleren Pyramiden getheilt, und am Ende des 2. Drittel sind die ganzen Pyramiden in typischer Theilung begriffen.

Ferner ist zu beobachten, dass die einzelnen Bündel nach und nach sich von der Medianlinie entfernen, zwischen sich Bindegewebe und Gliagewebe aufnehmen, und dass bei ihnen, speciell bei den unteren und mittleren (ausser dem Anwachsen) eine Formveränderung eintritt. Die Grössenzunahme ist auf das Einmünden transversaler Fasern und feinsten um die Pyramiden gelagerter Circulärfasern zurückzuführen. Die Formveränderung dagegen ist dadurch zu erklären, dass die Bündel nicht gerad-

linig verlaufen, sondern in den durch die Wölbung des Pons bedingten Bauch herabtreten und sich um ihre eigene Achse drehen. —

Zwei Beobachtungen lassen sich an den Medianschnitten noch machen; nämlich erstens: dass die dorsalen, wie wir sahen faserärmeren Bündel nach oben steigen und schliesslich verschwinden, d. h. sich von der Medianebene völlig entfernen; und zweitens: dass die Transversalfasern nicht rechtwinklig zu den Querfasern verlaufen, sondern eine Richtung von dorso-lateral nach ventro-medial annehmen, so dass, von oben betrachtet, die in der Raphe confluierenden und sich überkreuzenden Bündel einen stumpfen Winkel bilden.

Ferner sehen wir, dass im letzten Drittel des Pons, nach Verschwinden der *Crura cerebelli ad pontem*, auch die Querfasern sich lateral verbinden und die Pyramiden geschlossen umgeben. Hier nun ist eine typische Anordnung vorhanden; und zwar in drei übereinander gelegenen Etagen. Gegen den Hirnschenkel zu etwa in der Höhe des Trochleariskerns löst sich die laterale Verbindung der Querfasern auf; es bleiben nur noch von der Mitte ausgehende Strahlenzüge übrig, die mehr und mehr confluieren.

Die Lage eines Punkts in der Schnittebene lässt sich, in Anlehnung an das Verfahren der analytischen Geometrie, bestimmen durch Construction eines rechtwinkligen Coordinatensystems. Hierbei ergiebt sich ganz naturgemäss für die Wahl der Null-Linie der dorso-ventralen (Y) Axen die, durch die bilateral-symmetrische Anlage bedingte, Mittellinie: die Raphe. Dagegen muss die Wahl der Nulllinie für die von Rechts nach Links gehenden (X) Axen, eine viel willkürlichere sein. Eine natürliche Symmetrie-Linie giebt es für die Theilung zwischen dorsal und ventral nicht. Um eine, durch *medulla oblongata* und Pons hindurch mögliche Festlegung dieser Linie zu gewinnen, habe ich den ventralsten Punkt der rechten Pyramide als Bestimmungspunkt willkürlich gewählt und damit die, durch ihn gehende Normale zur Raphe als Nulllinie festgesetzt. Ein Blick auf die Bezeichnungen der Figuren, die in diesem Sinne consequent durchgeführt sind, macht das System sofort klar. Die Zeichnungen sind (nach der oben geschilderten sciophischen Methode gewonnen) genau vierfache Vergrösserungen. Die Zwischenräume des Quadratnetzes der Zeichnungen betragen immer 4 Milli-

meter, entsprechen also stets einem Millimeter natürlicher Grösse. Uebereinstimmend mit dem gewöhnlichen Signierungsverfahren der analytischen Geometrie bezeichne ich links mit  $-$ , rechts mit  $+$ , oben mit  $+$ , unten mit  $-$ . Wie aus den Tafeln ersichtlich, habe ich mich der gewöhnlichen Doppelbestimmungen mit Buchstaben und Zahlen bedient, in derselben Weise, wie man sie bei der Darstellung von Stadtplänen anwendet.

Ich beschreibe nun mit Hilfe dieser einfachen Bezeichnungen nachstehende Schnitte:

**Schnitt Nr. 190**, 0,13 cm oberhalb des letzten Olivenkernschnitts.

- L. P. ungeteilt. Erstreckt sich von K bis  $- 6$  äusserster lateraler Punkt in  $+ g$  Breite 5 mm. Ein kleines Bündel in  $- 5 + c$ .
- R. P. Teilung bereits vorgeschritten. Erstreckt sich von K bis  $+ 6$  äusserster lateraler Punkt in  $+ f$  Breite 5 mm. Drei Bündel in  $+ 2$  und  $+ 1$ ;  $+ d$  bis  $+ b$ . Mehrere kleine Bündel in  $+ 5, 4 + c, b$ .

**Schnitt Nr. 200**, 0,18 cm o. d. l. Oks.

- L. P. erstreckt sich von K bis  $+ 6$ . Höhe nicht verändert, äusserster lateraler Punkt in  $+ g$ . Breite  $5\frac{1}{2}$  mm. Drei Bündel in  $- 2 - 1$ ;  $+ c$  bis  $+ e$ . Das kleine Bündel (in Nr. 190  $- 5 + c$ ) etwas median- und abwärts gewandert.
- R. P. erstreckt sich von Y bis  $+ 6$  äusserster lateraler Punkt in  $+ f$ . Breite 5 mm. Kleine separierte Bündel in  $+ c + b$ ;  $+ 5$  bis  $+ 3$ . Die beiden Bündel in  $+ 1, + 2$ ;  $+ d$  bis  $+ b$  vergrössert. In  $+ 3$  Abspaltung eines Bündels aus der Hauptmasse  $+ 3 + 2$ ;  $+ b$  bis  $+ e$ .

**Schnitt Nr. 210**, 0,23 cm o. d. l. Oks. (Fig. 1.)

- L. P. erstreckt sich bis  $- 5$  äusserster lateraler Punkt in  $+ f$ . Breite  $4\frac{1}{2}$  mm. Zwei Bündel des vorigen Schnittes in  $- 2 -$  in eines verschmolzen. Bündel in  $+ b c$ ;  $- 2 - 3$  keine Bündel medial oben.
- R. P. erstreckt sich bis  $+ 5$ . äusserster lateraler Punkt in  $+ f$ . Breite  $4\frac{1}{2}$  mm. Die beiden ventralen Bündel des vorigen Schnittes haben sich in vier geteilt. Ebenso ist das mittlere Bündel in  $+ 3 + 2$  mehrfach geteilt.

**Schnitt Nr. 220**, 0,28 cm O. d. l. Oks.

- L. P. Erstreckt sich bis — 6 äusserster lateraler Punkt in + g. Breite  $5\frac{1}{2}$  mm. Die ganze Pyramide dorsal gewandert. In + e bis + b; — 2 — 3 drei Bündel. Dorso-lateral Hauptpyramide gespalten. Medial ein Bündel.
- R. P. Erstreckt sich bis + 6 äusserster lateraler Punkt in + g. Breite  $5\frac{1}{2}$  mm Die unterste Etage füllt + 1 + 2; + d bis + l in mehrere kleine Bündel geteilt ganz aus. Mittlere Etage erkennbar bis + 4. Medial dorsal keine Bündel.

**Schnitt Nr. 265**, 0,50 cm o. d. l. Oks.

- L. P. Erstreckt sich bis — 8 äusserster lateraler Punkt in + h. Breite  $6\frac{1}{2}$  mm. Drei Etagen erkennbar. Die unterste mit drei grossen und einem kleinen Bündel reicht bis — 3. Die mittlere mit drei grossen und einem kleinen Bündel bis — 5. Dorsaler Hauptteil in zwei gespalten. Das mediale Bündel an dem vorigen Schnitt ist herabgestiegen und gehört der mittleren Etage an.
- R. P. Erstreckt sich bis + 7 äusserster lateraler Punkt in + i. Breite  $7\frac{1}{2}$  mm. Drei Etagen. Die untere erstreckt sich bis + 3; die mittlere bis + 5; die obere in viele Unterabteilungen gespalten.

**Schnitt Nr. 280**, 0,58 cm o. d. l. Oks.

- L. P. Erstreckt sich bis — 7 äusserster lateraler Punkt in + h. Breite  $6\frac{1}{2}$  mm. Untere Etage bis — 4; zerfällt in viele Unterabteilungen, mittlere bis — 5 besteht aus zwei Bündeln.
- R. P. Erstreckt sich bis + 7 äusserster lateraler Punkt in + h. Breite 6 mm. Die Breite ist gegenüber Schnitt 265 sehr zurückgegangen; desgleichen sind in allen drei Etagen alle Bündel weiter auseinandergerückt. Untere Etage erstreckt sich bis + 4, mittlere bis + 6.

**Schnitt Nr. 360**, 0,98 cm 8. d. l. Oks.

- L. P. (Die linke Hälfte des Präparats ist durch mehrere Schnitte hindurch wahrscheinlich schon beim Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit stark lädiert, so dass in Schnitt 360 die mittleren und untern Partien der linken Pyramide undifferenziert geblieben sind.) Die linke Pyramide erstreckt sich bis — 10 + i.

R. P. Erstreckt sich bis + 9 äusserster lateraler Punkt in + i. Breite 8 mm. Die Etagen sind hier schon sehr scharf von einander abgegrenzt. Die Querfasern beginnen sich lateral zu schliessen. Unterste Etage, vier Bündel, reicht bis + 3, mittlere Etage bis + 6, setzt sich aus den Haupt- und zwei Nebenbündeln zusammen.

*Schnitt Nr. 427*, 1,31 cm o. d. l. Oks.

L. P. Erstreckt sich — 11 äusserster lateraler Punkt in + l. Breite 10 mm. Oberste Etage bedeutend von der Y-achse entfernt. Seitlich sind die Querfasern ganz geschlossen.

R. P. Erstreckt sich bis + 11 äusserster lateraler Punkt in + l. Breite 10 mm. Untere Etage reicht bis + n. Mittlere bis + 8.

*Schnitt Nr. 474*, 1,55 cm o. d. l. Oks. (Fig. 2.)

L. P. Erstreckt sich bis — 12 äusserster lateraler Punkt in + n. Breite 11 mm. Unterste Etage reicht von — 1 — f (also unterhalb der X-achse bis — 4.) Mittlere Etage bis — 8. Oberste Etage in viele kleine Bündel gespalten.

R. P. Erstreckt sich bis — 12 äusserster lateraler Punkt in + n. Breite 11 mm. Untere Etage reicht bis + 3. Mittlere bis + 9. Obere Etage besteht aus einem grossen Bündel, ist aber sehr faserarm.

*Schnitt Nr. 538*, 1,92 cm o. d. l. Oks.

Die Verbindung der Querfasern beginnt sich lateral zu lösen; dagegen strömen die Fasern in der Rampe in spitzem Winkel zusammen.

L. P. Das linke obere Bündel in — 14 — 15; + e k. i. ist der Richtung seiner Fasern nach, nicht als in den Pyramiden gehörig zu betrachten. Erstreckt sich bis — 12 äusserster lateraler Punkt in + n. Breite 9 mm. Untere Etage reicht bis + 5.

R. P. Erstreckt sich bis + 11 äusserster lateraler Punkt in o. Breite 11 mm. Untere Etage bis + 4. Mittlere bis + 7, das grosse laterale Bündel dieser Etage ist der Faserichtung nach, schon den äusseren Brückenfasern sehr ähnlich.

## 2) Entwicklungsgeschichtliches über die Pyramidenbahnen.

Ein Hilfsmittel, dem wir heutigen Tags zum Teil die Kenntnis vom Fasernlauf im menschlichen Centralnervensystem verdanken, ist die von *Flechsig*, wenn auch nicht entdeckte, so doch von ihm in ihrer grossen Bedeutung zuerst erkannte entwicklungsgeschichtliche Methode. Die Bedeutung fasst *Flechsig* in folgenden Worten zusammen: „Während bestimmter Phasen des Fötallebens unterscheiden sich Fasern, welche beim Erwachsenen völlig gleich beschaffen sind oder nur wenig differiren, in augenfälliger Weise von einander, indem die einen bereits komplette Markscheiden führen, während andere noch nackte Axencylinder darstellen; wir sind so in den Stand gesetzt, insbesondere innerhalb der kompakten Markmassen, Fasern und Faserbündel, welche später durch gleichartige Elemente in ihrem Verlaufe maskiert werden, beim Fötus auf weite Strecken zu verfolgen. Indem sich nun weiter auf Grund der differenten Entwicklungshöhe einzelne Faserbündel (durch ihr von der Umgebung abstechendes Aussehen) herausheben, werden wir auf ihre Sonderexistenz aufmerksam; wir werden unmittelbar aufgefordert, sie genauer auf ihren Verlauf, ihre Endigung u. s. w. zu untersuchen.“ Auf diese Thatsachen basierende Untersuchungen sind von *Flechsig* in grosser Zahl gemacht worden; es finden sich in seinen Arbeiten bei sämtlichen Föten die Pyramiden des Rückenmarkes auf das genaueste beschrieben, über die Pyramiden der Medulla jedoch (d. h. der hier in Betracht kommenden Fortsetzung der Vorder- und Seitenstränge des Rückenmarkes) sagt *Flechsig* blos, dass sie bei einem 42 cm langen Kinde völlig marklos seien und über den ganzen Querschnitt völlig übereinstimmende Structur zeigten; und ferner, dass die *Fibrae transversales externae* (Brückenfasern) das Volumen der Pyramiden um ca.  $\frac{1}{6}$  vermehren können. Ich habe es daher für nötig erachtet, das Verhalten der Pyramiden beim Erwachsenen mit dem beim Embryo zu vergleichen; denn daraus erst darf man einen Schluss auf die Einheitlichkeit der Pyramidenbahn ziehen.

Als Material lagen zwei menschliche Embryonen im Alter von 6—8 Monaten zu Grunde, die Herr Geheimrat *v. Kölliker* mir in liebenswürdigster Weise zur Untersuchung überliess.

### Menschlicher Embryo von 6 Monaten.

Serie. Im Halsmark Färbung nach *Pal*, weiter cerebralwärts von der Medulla aus nach *Weigert*.

Im Cervical-Mark sind bloß markhaltig die Schleifenkreuzung und der Burdachsche Keilstrang, die Pyramiden nach ihrer Vereinigung völlig marklos. Im Pons sind die Hirnnerven markhaltig, während ihre Kerne nur wenig differenziert sind.

Was nun die Pyramiden anlangt, so sind in der ventralen Brückenabteilung sowohl die Längsfaserzüge (Fig. 3, 4) als auch die vom Kleinhirn hereinziehenden Querfasern noch marklos, so dass beide Gebilde ihrem Bau nach nicht von einander zu unterscheiden sind. Trotzdem lässt sich schon im ersten Drittel des Pons an mehreren Stellen in verschiedenen Höhen, der Uebergang und das Verschmelzen beider Faserarten, also der querverlaufenden in die längsverlaufenden, scharf erkennen; die Pyramiden sind dunkelbraun tingiert und von helleren Brückenfasern durchsetzt. Ueberhaupt sind im ganzen Verlaufe durch den Pons die Pyramiden durch dunklere Färbung ausgezeichnet, so dass sie sich sogar von dorsalen, auch von Brückenfasern eingeschlossenen Querfasern, die jedoch mit der Schleife in Verbindung zu stehen scheinen, unterscheiden.

Zwischen diesen zuletzt genannten Fasern und den dunkleren Pyramidenfasern sind Interstitien von Gliagewebe eingeschoben.

Betrachtet man nun Schnitte an höher gelegenen Abschnitten des Pons, so gibt sich bereits dasselbe Bild, wie beim Erwachsenen zu erkennen. Es tritt nämlich auch hier eine Teilung in Felder oder Etagen ein, und hier möchte ich speziell wieder 3 Etagen unterscheiden. Diese Felder bilden sich durch starke aus den *Crura cerebelli ad pontem* kommenden Fasern, die nach ganzer oder teilweiser Ueberkreuzung in der Raphe die Pyramiden zwischen sich fassen und zum Teil in ihnen aufgehen. Die oberste ganz helle Etage, zum Gegensatz von der untern dunklen, ist nur zum geringsten Teil mit Längsfasern gefüllt; wahrscheinlich bilden sich erst in späteren Lebensphasen hier die Longitudinalfasern aus, da vorderhand das Gliagewebe vorwiegt. —

Gegen Ende des Pons nach dem Hirnschenkel zu lösen sich die mittleren und seitlichen Pyramidenbündel nach und nach auf

und ziehen als ein von der Umgebung nicht mehr scharf abgrenzbares Gewebe cerebralwärts; während die unteren medialen Bündel bis zum Austritt der Brückenquerfasern von Sonderfasern umgeben bleiben, um dann erst näher aneinander geschlossen, auch im Hirnschenkelfuss eine gesonderte Stellung im mittleren Teil der unteren Hälfte derselben einzunehmen, von der Medianebene (als Fortsetzung der Raphe gedacht) bloß durch ein helleres undifferenziertes Gewebe getrennt.

### Menschlicher Embryo von 8 Monaten.

Serie. Färbung nach *Pal.*

In der Medulla sowie im Pons sind die betreffenden Hirnnerven, ihre Kerne, die Schleife und das Corpus trapezoides markhaltig, die Pyramiden und die Querfasern aus den *Crura cerebelli ad pontem* marklos. Aus der *Substantia reticularis* ziehen in die Pyramiden markhaltige Fasern ein. Immerhin lassen sich die Pyramiden durch intensivere Färbung von der Umgebung abgrenzen, so dass die Teilung in Felder leicht ersichtlich ist. Der Uebergang von Ponsfasern in die Pyramidenfasern ist deutlich. Die obersten dorsalen Pyramidenbündel scheinen in der Entwicklung am meisten zurückgeblieben zu sein, da sie sich in der Farbe wesentlich von den ventralwärts gelegenen dunkel tingierten Längsbündel abheben und nur sehr spärlich in den oberen Etagen verstreut liegen, so dass der grösste Raum vom Gliagewebe erfüllt werden kann.

Auffallend ist, dass diese Regionen ausserordentlich stark vascularisiert sind; sollte dies nicht mit dem Grade der Entwicklung der Nervenfasern zusammenhängen!

Gegen Ende des Pons schliessen sich die ventralen, medialen und dunkelgefärbten Pyramidenbündel (Fig. 5) enger zusammen und nehmen dann, scharf mit der Umgebung abgrenzbar, den mittleren unteren Teil des Hirnschenkelfusses ein.

### 3) Secundäre Degeneration der Pyramidenbahn im Pons.

Secundäre Degeneration der Pyramidenbahn, die weitaus wichtigste Form aller Degenerationen im Centralnervensystem, wird, abgesehen von den Fällen, in denen der Erkrankungsherd in der Brücke selbst liegt, bei allen destructiven Erkrankungen

des Grosshirns, welche die motorischen Centren, die motorischen Bahnen und die Stabkranzfaserung treffen, beobachtet. Blutungen, Erweichungsherde, Neubildungen, Sklerosen und chronische Entzündungen, welche die Pedunculi, den Seh- und Streifenhügel, den Linsenkern u. s. w. betreffen, rufen diese Degeneration hervor; auch bei Hydrocephalus chronicus hat man sie gefunden. (*Erb.*) Eine unerlässliche Bedingung für das Zustandekommen derselben scheint aber (nach *Charcot*) zu sein, dass die direkten motorischen Bahnen, die von den Pyramiden zu der inneren Kapsel laufen, von der Läsion mit betroffen sind, da Affectionen, welche auf die graue Substanz des Seh- und Streifenhügels streng beschränkt bleiben, keine secundäre Degeneration der Pyramidenbahn hervorrufen.

Was nun die pathologischen Veränderungen der Nervenfasern bei der Degeneration anlangt, so ist hierzu zu bemerken, dass in rapid verlaufenden Fällen oft keinerlei Veränderungen bemerkt werden können; denn es müssen mindestens 6 Tage nach der cerebralen Läsion vergangen sein, ehe man die ersten Anzeichen einer Degeneration anatomisch nachweisen kann.

Nach *Wernicke* soll die absteigende Degeneration erst nach Ablauf von 4—6 Wochen eintreten, und sich durch die ganze Länge der Bahn bis zur nächsten unterbrechenden Zellstation erstrecken. Klinisch freilich können derartige Veränderungen schon 10—20 Stunden nach der Verletzung mit Sicherheit nachgewiesen werden. (*Boucharde*.) Manche Autoren behaupten, dass diese Degenerationen lediglich auf dem Uebergreifen der Entzündung von dem Gliagewebe auf die Fasern der Pyramidenbahn beruhe; andere, dass das Gliagewebe proliferiere, und in die, durch den Schwund der von ihrem trophischen Centrum getrennten Faser, entstandenen Räume hinein wuchere (*Boucharde*); noch andere schliesslich richten ihr Hauptaugenmerk darauf, ob der Axencylinder zuerst (d. h. von der Markscheide aus) vom degenerativen Prozess betroffen werde, und ob die Fortleitung activ oder passiv in der Nervenfaser selbst oder in dem sie einhüllenden Bindegewebe als entzündlicher Prozess vor sich geht. (*Homen*.) Das steht jedoch fest, dass bei der Läsion des motorischen Centrums, oder einer Läsion der inneren Kapsel die Nervenfaser bis zum Ende ihrer ersten Einheit degenerieren muss.

In den frischeren Fällen findet sich als erste Veränderung der Markscheiden eine Anhäufung von Fettkörnchenzellen, die

später zum vollständigen Schwunde der Markscheiden führt. Im letzteren Stadium, welches immer erst nach grösseren Zeiträumen zu beobachten ist, ist das äussere Aussehen und der histologische Befund des degenerierten Stranges ähnlich dem bei der Degeneration der sensiblen Stränge (*Wernicke*).

Hemiplegien und Monoplegien werden im Gefolge der cerebralen Läsionen selbstverständlich auch beobachtet werden, da der Kontakt vom Centrum zur zweiten Nerveneinheit gelöst ist. Die Degeneration erstreckt sich jedoch in solchen Fällen nur bis zu den Kernen der Medulla oblongata, oder zu den Vorderhornzellen des Rückenmarks, da man nach den bei Gehirnkrankungen nicht eintretenden Atrophien der gelähmten Extremitäten schliessen muss, dass das trophische Centrum in die Ganglien-Zelle einer jeden Nerveneinheit zu verlegen ist; das motorische Centrum jedoch nur in die Centralwindungen oder Capsula interna.

Ist nun nach Läsionen des Grosshirns genügend lange Zeit verstrichen, so lassen sich, aus Gründen, die wir oben erörtert haben, aus den degenerierten Partien Schlüsse auf die Lokalisation der motorischen Bahnen im Pons ziehen, und das wollen wir nun an der Hand der nachfolgenden Fälle versuchen.

### I. Fall: Fiederling.

Hirn eines fünfundvierzigjährigen Mannes, der nach nur zweitägiger Beobachtungszeit starb. Bei der Section fand sich ein grosser hämorrhagischer Herd, welcher den rechten Stirnlappen von der Basis aus, grossentheils zerstört, und ein kleinerer, welcher den Temporallappen an seiner Spitze in geringerem Umfange zum Schwund gebracht hatte. Die Gestaltung und Ausdehnung beider Defekte ist aus der beigegebenen Photographie der Gehirnbasis leicht zu ersehen. Der grössere besitzt fast die Form einer Halbkugel und zeigt an seiner schräg nach aussen und vorn gerichteten, den Durchmesser dieser Halbkugel enthaltenden Basis eine Breite von ca. 4,5 cm., während die Kuppe derselben an ihrer höchsten Stelle etwa 2 cm tief sich in den Frontallappen erstreckt. Betroffen ist ein kleinerer Teil der mittleren, und ein grösserer der unteren Frontalwindung, medianwärts bildet die erhaltene obere Frontalwindung die Grenze des Defekts, während er noch hinten 1½ cm vor dem vertikalen

Ast der fossa Sylvii aufhört. Der kleinere den Schläfenlappen einnehmende Substanzverlust zeigt ungefähr die Form einer Pyramide mit nach hinten gerichteter Spitze und schräg nach aussen und vorn liegender vierseitiger Basis. Die grösste Höhe dieser Pyramide würde ungefähr  $1\frac{1}{2}$  cm, die grösste Breite ihrer Basis 2 cm betragen. Mittlerer und oberer Schläfenlappen beteiligen sich gleichmässig an diesem Defekt. Will man beide Defekte als Einheit auffassen, so könnte man sagen, dass ihre weitesten Grenzen ein Dreieck einschliessen, welches, nach vorn aussen und unten gerichtet, seine Basis vorn und medial, seine Spitze hinten und lateral hat, bei einer maximalen Höhe von etwa 9 cm.

Es wurde nun untersucht, welche Folge diese Zerstörung in Bezug auf absteigende Degeneration gehabt hat. Da es nach der Anamnese sich als wahrscheinlich erwies, dass die Hirnzerstörung nicht ganz frischen Datums war, sondern schon längere Zeit bestanden hatte (genau liess sich der Tag der Entstehung jedoch nicht feststellen), so hatte man Grund zu der Annahme, man werde absteigende Degenerationen finden. Diese Annahme hat sich auch bestätigt; und das Präparat ist in Folge dessen ein sehr interessantes geworden, da es sich um Zerstörung des Frontalhirns mit nachfolgender absteigender Degeneration handelt, ein Fall, wie er bis jetzt noch nicht beobachtet, über den daher wenig oder nichts bekannt ist.

Bei der Section ergab sich ausser starker Wasseransammlung im Arachnoidealsack ein grosser sowie ein kleinerer hämorrhagischer Herd in der Spitze des rechten Schläfelappens, welche beide offenbar ihre gemeinsame Ursache in einer Blutung haben, die, von aussen hereinbrechend, die Hirnsubstanz zerstörte. Jedenfalls ist der Herd sicher als durch eine traumatische Blutung entstanden zu betrachten. Die Innenfläche der Dura ist über den Stellen der Hirnzerstörung mit einem Bluterguss bedeckt, der den zerstörten Hirnpartien unmittelbar aufliegt. Zur Erklärung dieser traumatischen Hirnblutung ist die Angabe der Angehörigen des Patienten heranzuziehen, dass er vor 14 Tagen bei Streitigkeiten, die durch seinen krankhaft aufgeregten Zustand bedingt waren, mit einem Rechen einen Schlag auf den Kopf bekommen habe. Nach Ablösung der Hirnhäute wurde das Grosshirn in toto in Alkohol conserviert, ausserdem wurden Stück 1 a. b. c. vom Lendenmark bis zum Beginn der Medulla

oblongata, Stück 2 vom Beginn der Med. oblongata bis Beginn des Corp. quadrigem mit einem grossen Stück Kleinhirn in situ und ebenso Stück 3 Corpus quadrig., Thalamus, Corpus striat. in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet.

### Grosshirn und Zwischenhirn.

(Fig. 6.)

An der gehärteten rechten rechten Hemisphäre zeigt sich, dass die grösste Breite des Herdes 9 cm, die grösste Höhe 5,5 cm beträgt. Zerstört sind am Stirnlappen der untere frontale Teil der mittleren sowie die untere Stirnwindung fast vollkommen, so dass der Defect durch eine Linie, die vom Gyrus olfactorius herauf am Sulcus frontalis entlang durch das untere Drittel des Gyrus frontalis medius nach der fissura Sylvii zieht, begrenzt ist. Am Schläfenlappen sind die Spitzen sämtlicher drei Windungen von der Erweichung ergriffen, die am Schläfenlappen weniger tief in die weisse Hirnsubstanz geht als am Hirnlappen. Die linke Hemisphäre ist vollkommen intakt. Im Uebrigen sind keinerlei Windungs- und Furchungsanomalien zu beobachten.

In zweiter Linie war die Untersuchung der Capsula interna des Nucleus caudatus und lentiformis zu berücksichtigen; bei derselben stellten sich in extenso keine Degenerationen heraus, was sich erklären liesse, wenn einesteils die profuse Blutung zu kurze Zeit vor dem Tode erfolgt und nicht in weiter spinalwärts gelegenen Partien Degenerationen vorhanden wären; dann konnte angenommen werden, dass die Degeneration nicht über das Centrum semiovale hätte hinausschreiten können und andernfalls waren auch intra vitam keinerlei Symptome vorhanden, die auf eine Erkrankung der Capsula interna hingewiesen hätten. Herde, die die Stirnhirn-Brückenbahn und die Haubenstrahlung treffen, bleiben öfters symptomlos, so dass es scheint, dass ein kleiner erhaltener Rest noch im Stande ist, durch Ueberleitung auf ein Associationsgebiet psychische Impulse zum Ausdruck zu bringen, und dass auf diese Weise selbst grössere Defecte in den nicht motorischen oder sensiblen Centren der Diagnose unzugänglich sind und auch post mortem circumscriptirt ohne secun-

däre Degeneration gefunden werden. Nur an einer Stelle im vorderen Schenkel der rechten inneren Kapsel ergiebt die mikroskopische Untersuchung eine kleine ca. 3 mm grosse degenerierte Partie. Es lassen sich auch noch sonst heller tingierte Fasern im vorderen Kapselschenkel erkennen; und da diese circumscribte degenerierte Partie nur auf ein ganz kurzes Stück vereint bleibt, um dann zwischen die gesunden Fasern zersprengt zu werden, könnte der Ansicht Raum gegeben werden, dass viele aber zerstreute Fasern degeneriert seien, die auch im Mikroskop sich von den normalen Partien nicht abheben; denn das, was wir im Allgemeinen mit dem Namen „Bündel“ bezeichnen, ist nur das Conglomerat von Fasern, die bis zu einer bestimmten Stelle vereinzelt zwischen anderen Fasern verlaufen, und deren Degeneration uns erst erkenntlich wird, wenn sie sich zu Bündeln vereinigt haben. In unserem Falle sind also die Fasern als secundär degeneriert infolge Erweichung des Stirnhirns anzusehen, die durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel gehen.

*Meynert* beschreibt ausgedehnte Verbindungen zwischen Nucleus lentiformis, Corpus striatum und dem Stirnhirn. Und zwar sollen diese Fasern ihren Weg durch die innere Kapsel nehmen.

Dieser Befund dürfte in unserem Falle eine Bestätigung finden, jedoch mit der Beschränkung, dass das Corpus striatum und der Nucleus lentiformis intakt sind.

### Hirnschenkel.

Bei der Untersuchung des Hirnschenkels ergibt sich, dass der rechte im ganzen  $\frac{1}{5}$  grösser ist als der linke. An den Vierhügeln, dem Tegmentum und dem roten Kern sind keine Veränderungen wahrzunehmen. Desgleichen sind die Ganglienzellen des Oculomotorius-Kernes beiderseits intact, ebenso sind die Oculomotorius-Fasern auf ihrem Wege durch den Pes pedunculi nirgends unterbrochen. In einer Ausdehnung jedoch, die einer Entfernung von der Mitte des Oculomotorius-Kernes bis zum Beginne des Thalamus entspricht, findet sich rechterseits im lateralsten Teile der dorsalen Grenzschrift (Gr.) eine degene-

rierte Partie von ca. 4 cm, die auf den Teil übergreift, in dem nach *Charcot* die Fasern vom Schläfenhirn zu liegen kämen (F). Was den Hirnschenkelfuss anlangt, so ist der rechte um ca.  $\frac{1}{5}$  umfangreicher als der linke. Beiderseits findet sich zwischen Pyramiden und frontaler Brückenbahn (*Obersteiner*) eine beträchtliche degenerierte Partie, die jedoch nur auf eine Strecke von 0,5 cm cerebralwärts von Foramen coecum auticum verfolgt werden kann, da durch die gelbe Färbung (nach *Weigert*) der degenerierten Partie und der dorsalen Grenzschichte des Hirnschenkelfusses, ein Abgrenzen beider nicht mehr möglich ist. Die in beistehender Figur eingezeichnete degenerierte Partie fällt demnach genau in den Teil des Hirnschenkelfusses, den, wie wir a. a. O. erwähnten, *Charcot* als Bahn für die Fasern vom Frontalhirn zur Brücke betrachtet.

### B r ü c k e.

Für unsere Untersuchungen waren am wichtigsten die Degenerationen im Pons. Vom Hirnschenkelfusse ausgehend lassen sich dieselben weit abwärts bis in die Medulla oblongata verfolgen, jedoch nicht über die Mitte der Oliven hinab.

Nach der Localisierungsmethode habe ich drei Schnitte aus verschiedenen Höhen ausgewählt, deren Untersuchung folgendes Resultat ergab:

**Schnitt Nr. 105** = 0,24 cm o. d. l. Oks. Mitte des N. VII.

Die linke Pyramide ist von der Degeneration bedeutend mehr ergriffen als die rechte. Beiderseits sind eine grosse Anzahl transversaler Fasern degeneriert, jedoch erstreckt sich die Degeneration derselben nicht sehr tief in die crura ad cerebellum.

In der Umgebung des Facialiskernes degenerierte Stellen. In der Ausdehnung von + 6 sind beiderseits zerstreute multiple Degenerationen.

Hauptherde median:

R. P. + 2 a bis + 2 d und + 1, 2, 3 + a.

L. P. + 1 — a, b, c.

+ 2 — a, b.

+ 3 — a.

*Schnitt Nr. 175* = 0,59 cm o. d. l. Oks.

- L. P. Beträchtlich breiter als die rechte. Beiderseits beginnende Etagenbildung; kleine disseminierte Degenerationen. Hauptherd in  $-1, 2 e$  bis  $-1, 2 a$  reicht in der Medianlinie bis  $+3$ .
- R. P. Hauptherd  $+1 a$  bis  $+1 c$  reicht in die Medianebene bis  $+3$ . Beiderseits kleine Herde in der Ausdehnung von  $+5 + 7$  verteilt.

*Schnitt Nr. 337* = 1,40 cm o. d. l. Oks.

- L. P. Hauptherd länglich oval, obere Spitze in  $+8 - h i$ , untere Spitze in  $+3, 4 - h i$ , ein zweiter Herd in  $+3 - d$  bis  $+3 - a$ .
- R. P. Hauptherd  $+6 h + 5 h + 5 i$ , kleinerer Herd  $+2 b e$ . Beiderseits sind in der mittleren Etage kleinere disseminierte Herde verteilt.

Es ergab sich daraus Folgendes:

Der laterale Teil der Frontalen-Brückenbahn des Hirnschenkelfusses (Fig. 7) nimmt in dem Pons cerebralwärts den lateralen Teil der unteren Etage ein und sendet in die übrigen Etagen Verzweigungen aus. In der Mitte des Pons ziehen diese Bündel mehr nach der Mitte und ventral, bis sie schliesslich gegen das Ende des Pons hin, ganz an die Raphe zu liegen kommen.

Was die Art der Degeneration betrifft, so sind in den beiderseitigen grossen Herden die Markscheiden geschwunden, an ihre Stelle ist ein mässig vascularisiertes Gewebe getreten, das zum Teil aus Gliagewebe, zum Teil aus Stützgewebe für die Fettkörnchenzellen, die durch die Präparier- und Färbemethode geschwunden sind, besteht. Manche Partien dieser grossen Herde weisen dagegen das Bild einer noch nicht bis zum Endstadium vorgeschrittenen Degeneration auf. Es finden sich nämlich zwischen diesen Conglomeraten von gefärbten Axencylindern andere, welche erst partiell gequollen, vielfach zerfallen und deren Enden kolbig aufgetrieben sind, enthalten noch einige gesunde Nervenzellen, die netzförmig von frischen ungequollenen Axencylindern umspinnen sind; freilich finden sich auch hier varicöse kolbige Axencylinder. Wir müssen daher annehmen, dass einesteils die gesunden Nervenfasern zu den von ihnen umspinnenden Zellen gehören (es sind dies die a. a. O. als Nuclei pontis

beschriebenen Zellenmassen), andernteils muss es auffallen, dass in den grösseren und sicher älteren Herden absolut keine Brückenkerne zu finden sind. Erklären liesse sich dieser Befund daraus, dass bei den weiter vorgeschrittenen Degenerationen ein starker Entzündungsprozess auch auf die an sich gesunden Brückenkerne übergreifen hat und so die Ganglienzellen zum Schwinden gebracht hat. Die feinsten Enden der am Kleinhirn durch die *crura cerebelli* kommenden Nervenfasern, welche die gesunde Zelle umspinnen hatten, sind in zweiter Linie auch von der Entzündung ergriffen worden, schliesslich zerfallen und kolbig entartet.

Wir hatten gesehen, dass die Degenerationen am Ende des Pons ventromedial (Fig. 8) gelagert waren, dort nun, wo die *fibrae pontis externae* ganz als der Verbindung mit den Pyramiden herausgetreten, in nächster Nähe der Fortsetzung der *Nuclei arciformes* lassen sie sich noch zwischen letzteren durch die teilweise varicöse Entartung der Axencylinderchen unterscheiden; über die Mitte der Oliven hinaus aber findet sich in und um die *Nuclei arciformes* nur noch gesundes Gewebe, so dass weiterhin im

#### H a l s m a r k

keine degenerierten Partien zu finden sind, ebensowenig, wie sich im Brust- und Lendentheile des ganzen Rückenmarkes irgend welche anormalen Stellen in den Pyramiden-, Hinter- oder Kleinhirn-Seitensträngen erkennen lassen.

Desgleichen ist die graue Substanz durchgehends intakt.

#### E p i k r i s e.

Nachdem, wie oben mitgeteilt, auf Grund der Krankengeschichte allein eine Diagnose nicht möglich gewesen war, konnte also erst die Totengeschichte Klarheit in diesen Fall bringen. Welches sind nun die Gesichtspunkte, die zur Lösung dieser Aufgabe in's Auge gefasst werden müssen? Patient konnte in erster Linie an „alkoholischer Epilepsie“ gelitten haben, denn eine gewöhnliche Epilepsie darf bei einem 44 jährigen Manne, der, wie von seinen täglich mit ihm verkehrenden Verwandten hervorgehoben wurde, früher immer „ganz gesund“ gewesen sei,

nur im äussersten Notfalle angenommen werden. Es müsste freilich ein längerer und starker *abusus alcoholicus* vorausgegangen sein, ein Punkt, der ja durchaus nicht zu den Unmöglichkeiten gehört, da einesteils der sich selbst überlassene Mann Potator gewesen sein kann und sein Stand als Gastwirt ihn besonders dazu befähigte, ohne dass seine Verwandten davon Kenntniss gehabt. In dieser Gesellschaftsklasse wird ja oft ein für uns riesiges Alkoholquantum als nichts aussergewöhnliches betrachtet und Räusche allerschlimmster Art werden ebenda als Benommenheiten gedeutet, andernteils dürfte dem ärztlichen Zeugniss, das den Kranken als „Potator“ bezeichnet, immerhin einiger Werth beizulegen sein. Dass Patient „der Gesündeste“ von allen Geschwistern gewesen, spricht entschieden gegen gewöhnliche nicht aber gegen alkoholistische Epilepsie. Als bemerkenswert möchte ich eine diesbezügliche Aeusserung *Kirchhoff's* anführen: „Unter dem Einfluss einer heftigen Alkoholvergiftung kann sowohl bei einem chronischen Alkoholisten wie bei einem nicht als Trinker zu bezeichnenden mässigen Menschen ein Zustand tiefer Bewusstseinsstörung, die weit über den Rausch hinaus andauert, in Verbindung mit epileptischen Krämpfen auftreten, und durch Sinnestäuschung manchen epileptischen Zuständen und Aequivalenten täuschend ähnlich werden, da auch ein überstürzter Verlauf der Erscheinungen, ihr rascher unvermittelter Abfall und das Fehlen der Erinnerung für das während der Zeit Geschehene und Erlebte die Aehnlichkeit vermehren. Zu bemerken ist, dass Personen davon betroffen werden, die früher nicht an Epilepsie gelitten haben.“

Für die Diagnose der Alkoholepilepsie fällt in unserem Falle sehr in's Gewicht, dass Patient in den letzten Wochen gehäufte epileptische Anfälle hatte, an Grössenideen und Gedächtnisschwäche litt und Gesichtshallucinationen in Gestalt von Katzen, Käfern etc. hatte. In zweiter Linie war in Betracht zu ziehen, ob hier ein Fall von Paralyse eventuell von *Tabes-Paralyse* vorliege. Letzteres ist von vorneherein vollkommen auszuschliessen, da durch die ganze Länge des Rückenmarks die Hinterstränge nicht degeneriert waren. Für eine acut verlaufende Paralyse sind in der Krankengeschichte einige Anhaltspunkte gegeben. Auf Patellar- und Pupillenreflexe konnte, aus oben erörtertem Grunde, Patient leider nicht untersucht werden, und da uns dadurch die sichersten Beweise für oder wider

Paralyse genommen sind, müssen wir nach Veränderungen der Hirnrinde suchen.

Dabei nun lassen drei Momente sich mit Sicherheit ausschliessen, nämlich Vermehrung der Kerne, Abreissen der Rinde in der Markleiste und ausgedehnte Verwachsungen der weichen Häute mit der Oberfläche des Gehirns. In dieser Hinsicht war das Gehirn bei der Herausnahme aus der Schädelhöhle normal; auch was die Grösse desselben in toto als auch die Grösse der Windungen im speciellen anlangt, ist keinerlei Abweichung zu constatieren.

Intra vitam bestand links Ptosis. Wären die anderen Umstände gravierend für Paralyse, dann könnte wohl die Ptosis als paralytisches Symptom gelten, da von vielen Autoren ein- oder beiderseitige Ptosis bei Paralyse beschrieben wird. In unserem Falle kann die Ptosis nicht von irgend einer mikroskopischen nachweisbaren Veränderung der Zellen des Oculomotoriuskernes herrühren, da selbige völlig intakt sind, wohl aber möchte ich dies Symptom daraus erklären, dass die Fasern des oberen Oculomotoriusastes dort, wo sie den Pes pedunculi durchsetzen, von der Entzündung der a. a. O. beschriebenen mittleren Partie der unteren Etage mit ergriffen worden sind. Dass in diesem Fall nicht auch rechtsseitig Ptosis bestanden, würde diese Annahme keineswegs ausschliessen.

Nach dem negativen Befunde für Paralyse bleibt uns noch eine letzte Diagnose übrig, nämlich inwiefern das Trauma und die Blutung den exitus herbeigeführt haben könnten. Eh' ich dazu übergehe, möchte ich erst einige ähnliche Fälle erwähnen.

*Pitres, Lésions du centre ovale. Th. de Paris 1877.* 60jährige Frau, wegen permanenter Contractur der Unterextremitäten am 20. Mai aufgenommen (entsprechender Befund im Rückenmark). Tod am 21. Juli in Folge einer Indigestion nach heftigem Erbrechen. Pat. war stets unter Beobachtung, es war weder ein Insult, noch Spuren einer Hemiplegie an ihr bemerkt worden.

*Section:* Unter dem vorderen Ende der mittleren rechten Frontralwindung ein nussgrosser, etwa 2—3 Wochen alter hämorrhagischer Herd. Punktförmige Haemorrhagieen der bedeckenden Corticalsubstanz.

*Andral*, Clin. méd. V. beschreibt einen schweren apoplektischen Insult, rechtsseitige Hemiplegie mit Asphasie. Tod nach 9 Tagen. Die Section ergab eine hühnereigrosse Blutung im vorderen Teil der linken Hemisphäre. Alles übrige normal.

*Samt*, Berlin, klin. Wochenschr. 40. Hühnereigrosse Blutung im rechten Schläfenlappen, Aneurysma art. f. S., über wallnussgrosse Blutung im Mark des Stirnlappens. Nach dem apoplektischen Insult war die linke Extremität für einige Stunden gelähmt, und die Sprache am nächsten Tage noch sehr undeutlich. Exitus letalis nach einer zweiten Apoplexie.

*Withfield*, Lancet 1841, beschreibt eine wallnussgrosse Cyste, durch Resorption bereits verkleinert, in der rechten Hemisphäre des Grosshirns vor dem corpus striatum. Der Betreffende war 4 Monate vor seinem Tode auf das Steinpflaster gestürzt, infolge dessen linksseitige Hemiplegie.

*Turner*, New-York med. Journal 1892. Ein körperlich und psychisch anscheinend gesunder Soldat, einmal wegen Vorderarmverletzung im Hospital gewesen, bekam auf einer Bank sitzend im Beisein mehrerer Kameraden plötzlich epileptische Zuckungen. Er wurde auf einer Tragbahre zum Hospital geschafft, langte jedoch dort als Leiche an.

Section ergab im Centrum der vordern Partien des linken Frontallappens einen in weisser Substanz eingebetteten Abscess mit verdickten Wandungen, ungefähr eine Drachme grünlich gelben Eiters enthaltend; um denselben mehrere kleine Abscesse von gleichem Charakter. Das Gehirn im übrigen normal.

*Ferrier*, Lancet 1892 pag. 1240. W. S., 40 Jahre, erlitt in seinem 17. Lebensjahre einen Stoss von einem Wagen, war eine Woche bewusstlos, wurde aber bald als geheilt aus dem Spital entlassen; nach 23 Jahren Gedächtnisschwäche, apathischer Zustand, Enuresis, leicht ermüdbar. Blöder Gesichtsausdruck. Keine motorischen Lähmungen. Untersuchung der Sensibilität nicht möglich. Patellarreflexe gut erhalten. Druckschmerz der linken fronto-parietalen Gegend. Der Zustand verschlimmerte sich immer noch. Es trat eine Influenza hinzu, der Pat. nach einigen Tagen erlag.

Bei der Obduktion fand sich im vorderen Teil des linken Frontallappens ein grosser Tumor, der sich als Fibro-Sarcom herausstellte. Der Stirnlappen war ganz von Tumormasse durchsetzt.

*Brink, M.* Zur Lokalisation der Grosshirnfunktionen und zur Lehre von der secundären Degeneration, Archiv für klin. Medicin Bd. 38 pag. 283: teilt einen in klinischer wie anatomischer Hinsicht interessanten Fall mit, in welchem ein alter Erweichungsherd im linken Vorderhirn gefunden wurde. Hier sei als besonders bemerkenswert nur zweierlei hervorgehoben: 1) Es bestand keine Aphasie bis 4 Tage vor dem Tode, obwohl der grösste Teil der dritten linken Stirnwindung zerstört war. 2) Die secundäre Degeneration, welche in Folge des Erweichungsherdes eintrat, konnte makroskopisch vom Fuss des linken Stabkranzes durch die innere Capsel, den Hirnschenkelfuss bis auf die Brücke derselben Seite verfolgt werden; mikroskopisch liessen sich noch Spuren derselben in der Halsanschwellung nachweisen. Die Degeneration befindet sich demnach an derjenigen Stelle, durch welche nach *Flechsig* Fasern verlaufen, die in der Brücke endigen, nicht aber in die Pyramiden weiterziehen.

*Welt, L.*, Inaug.-Diss. Zürich 1888. 37 jähr. Kürschner fiel 4 Stockwerke hoch auf die Strasse herab und zog sich eine Comminutivfractur des linken Stirnbeins zu. Starke Verletzung des rechten Frontrallappens und Ausfluss von Gehirnmasse. Nach kurzer Zeit Heilung. Weder motorische noch sensible Blutungen. Vorübergehende Charakterveränderung. 11 Monate nach dem Unfalle starb Pat. an Sepsis. Bei der Autopsie fand sich eine geheilte Schädelfraktur mit Impression; Verwachsung des Gehirns an der Frakturstelle mit der Dura. Defect im rechten Frontallappen.

*Andral.* Clin. medic. com. 5. pag. 391. 81 jähr. Mann, der wegen allgemeiner Schwäche und Verdauungsstörung aufgenommen und im Coma starb, zeigte einen an der Basis des linken Frontalhirns hühnereigrossen Erweichungsherd. Starker Decubitus am Sacrum. Psyche unverändert.

*Welt, B.*, l. c., Veröffentlichung aus der medic. Klinik zu Zürich. 76 jähr. weibliche Patientin erkrankte 1 Jahr vor ihrem Tode an allgemeinen Stauungserscheinungen; Psyche unverändert. Am linken Frontalhirn 2 cm grosse Cyste. Pia und Dura darüber verwachsen. Hypertrophia cord. total. Universelles Oedem.

*Wilks, Lec.* on diseases in the nerv. syst., berichtet von einer eigrossen Geschwulst im linken Frontallappen. Intra vitam Dementia, Lethargie, auffälliges, mürrisches Benehmen.

*Jastrowitz, M.*, Beiträge zur Localisation im Grosshirn und über deren praktische Verwertung, Deutsche medic. Wochenschrift 1888 Nr. 5, erwähnt einen Fall, in dem sich in der 1. und 2. Stirnwindung rechts eine kartoffelgrosse tuberkulöse Geschwulst fand; im Leben hatte dieselbe sich durch keinerlei Symptome bemerkbar gemacht. Wegen Epilepsie war Patient interniert und später für geisteskrank erklärt worden. Kurz vor seinem Tode magerte Pat. sehr stark ab, Schwächezustände, hectisches Fieber, Eiweiss im Urin.

*De la Croix*, Virch. Arch. Bd. 97. pg. 307, beschreibt einen Fall von Defect des gesammten Praecuneus und eines grossen Theiles der medialen Fläche der ersten Stirnwindung, der zufällig bei einem an Basilar meningitis verstorbenen 17jährigen Mädchen gefunden wurde. *De. l. Cr.* deutet diesen Fall als intrauterine Porencephalie, die sich allmählig vergrössert habe; diesbezügliche Symptome waren während des Lebens nicht zu beobachten.

*Hein.* Metastatische Gehirnabscesse. Bericht über die Rudolph-Stiftung in Wien 1883. Ein 59jähr., an Cardiacarcinom leidender Mann ward kurz vor seinem Tode schwer besinnlich, beantwortete Fragen zwar zusammenhängend, aber ungenau. Active Bewegungen der Extremitäten in vollem Umfange möglich. Bei der Section ergab sich an der Cardia ein 15 cm langes, carcinomatöses Geschwür. An der Spitze des rechten mittleren Frontallappens ein wallnussgrosser Abscess; in der Mitte derselben Windung noch ein kirsch kern-grosser. Ein dritter bohnen-grosser Abscess sass in der linken mittleren Frontalwindung. —

Diese Fälle habe ich citiert, weil sie beweisen, dass Verletzungen des Stirnhirns oft symptomlos verlaufen; sie schaffen an sich für das Leben des Patienten äusserst ungünstige Bedingungen, weil nutritive Störungen abgesehen von den Psychosen, und intercurrirenden Krankheiten den Tod schnell herbeiführen können, speziell da diese Traumen von keinem so markirten Syndrom begleitet sind, dass direct eine infauste Prognose gestellt werden müsste. Den Decubitus möchte ich bei unserem Patienten als einen „acuten“ bezeichnen, der zu einer Zeit auftrat, in der die Gewebe seines Körpers nicht mehr völlig funktionsfähig gewesen. Die Erweichung können wir nun mit grösster Sicherheit auf die Zeit zurückführen, in der Patient in

einem epileptischen Anfalle hinstürzte und ein Trauma erlitt. Eine Schädelfractur war nach dem Sectionsbefund auszuschliessen, also hat es sich um Berstung eines Gefässes gehandelt, welches zu einer intracraniellen Blutung geführt hat. Ich möchte die Erweichung auf diesen Umstand zurückführen und nicht auf die Angabe, dass Patient 14 Tage vor seinem Tode anlässlich einer Streitigkeit einen Schlag auf den Schädel erhielt, weil binnen 14 Tagen die Degeneration nicht in so umfassendem Masse bis in die Medulla oblongota Platz greifen kann. Der desolate Zustand kann freilich durch diesen erneuten Schlag bedeutend vermehrt und der tödtliche Ausgang dadurch beschleunigt worden sein. Es resultiert demnach nach Ausschluss der Paralyse, dass Patient an Alkoholepilepsie gelitten, seine Psyche infolge Erweichung des rechten Stirn- und Scheitellappens herabgesetzt war und der Tod schliesslich in einem epileptischen Anfall vermehrt durch acuten Decubitus erfolgt sei.

## 2. Fall: Hofmann.

Sebastian Hofmann, 44 Jahre, Epileptikerpfründner.

Auszug aus dem betreffenden Akt des Oberpflegamts Volkach über Sebastian Hofmann:

„Unehelich geboren in Volkach am 20. Dezember 1847 kathol., ledig, ganz arm, ist in Folge verkrüppelten Körperbaues weder fähig ein Handwerk zu lernen, noch im Taglohn zu arbeiten.

Bezirksärztliches Gutachten aus Volkach: „H. wegen Lähmung der linken Extremitäten zu keinem Geschäft zu gebrauchen, ist in Folge der Lähmung der Sprachorgane der Sprache nicht vollkommen mächtig, dieselbe ist lallend und meistens unverständlich; er hält sich bei seiner Mutter auf, welcher er geringe häusliche Geschäfte leistet etc. etc.“

Nach Mitteilung seiner Mutter litt von den Anverwandten Niemand an Epilepsie. Die Krankheit entstand in seinem 7. Jahre durch Schrecken. Seine Mutter giebt an, dass er vor dem 1. Anfalle in seinem 7. Jahre immer gesund gewesen sei. Die linke Hand ist durch die epilept. Krämpfe gekrümmt und zu Arbeiten unbrauchbar, ebenso der linke Fuss, im übrigen ist er gut gebaut.

Krankheiten hatten auf die Epilepsie keinen Einfluss gehabt. Vorboten bemerkt man keine an ihm, ausser, dass er einige Tage vorher reizbarer und zum Zorn geneigter wird. Der Anfall soll meistens bei Nacht kommen in Zwischenräumen von 2—3 Tagen, dann aber Nachts 2 bis 3 und 4 Mal. Im Sommer sollen sie häufiger sein. Die Dauer der Anfälle ziemlich gleich von  $\frac{1}{4}$  bis ganze Stunden. Häufigere Anfälle dauern weniger lang. Während des Anfalls ist das Bewusstsein ganz verschwunden, nach dem Anfall hat er von allem keine Erinnerung.

Seine Lebensart hat keinen Einfluss auf die Krankheit, diese bleibt sich seit vielen Jahren immer gleich. Vor mehreren Jahren sollen 26 Tage lang in dem hiesigen Volkacher Spital Kurversuche zur Heilung seines Leidens gemacht worden sein, allein ohne Erfolg. Seine Gemüthsstimmung ist immer so ziemlich dieselbe. Sein Gesundheitszustand bleibt sich immer ziemlich gleich.

An Simulation ist nicht zu denken. Die Diagnose wurde auf Epilepsie, spastische Hemiplegie links gestellt.

Ausser dem ärztlichen Gutachten fand sich kein Act über den Patienten vor; er hatte 11 Jahre als Pfründer in der Würzburger Epileptikeranstalt gelebt. Der Tod erfolgte infolge einer frischen Hirnblutung am 10. Oktober 1891. Aus dem Sektionsprotokoll sind noch folgende Daten zu entnehmen:

Die ganze linke Seite schwächer entwickelt als die rechte, die Atrophie erscheint am Unterschenkel relativ geringer als am Oberschenkel, was allerdings auch von dem Vorhandensein der grösseren Muskelgruppen am Oberschenkel kommen kann. Die Knochen scheinen bei der Entwicklungshemmung unbeteiligt. Das Gerüst des linken Fusses bleibt gegen dasjenige des rechten viel weniger zurück, als das Knochengerüst der linken Hand gegen das der rechten Hand. Entsprechend erscheint die Muskelatrophie relativ am stärksten am linken Arm. Das linke Bein c. 5 cm kürzer als das rechte. Umfänge dicht über der Patella differieren um  $1\frac{1}{2}$  cm, am oberen Drittel des Oberschenkels links 41, rechts  $47\frac{1}{2}$ . Differenz  $6\frac{1}{2}$  cm; Oberarm über Höhe des biceps: links 22, rechts 28,0, Unterarm dicht über dem proc. stil. l. 14, rechts 17, über den Knöcheln der Hand l. 17, rechts 21. Es wurde vor der Section bemerkt, dass die Atrophie- bzw. Entwicklungshemmung am stärksten am linken Arm sei und es wurde dementsprechend der Herd mehr nach den unteren

und mittleren Teilen der Centralwindungen verlegt. Linker Arm in Beugekontraktur. Schädeldach rechts etwas flacher als links. Rechte Hirnhemisphäre deutlich flacher als linke.

### Grosshirn (Fig. 9).

In der rechten Hemisphäre grosser Defekt, der durch einen Sack mit serösem, blutig gefärbten Inhalt ersetzt ist. Die Arachnoidea ist um diesen Sack verdickt; zwischen Dura und Arachnoidea keine Flüssigkeit. Die gesammte Gehirnoberfläche ist eigenthümlich fest und trocken, so dass die Arachnoidea sich nur mit grosser Mühe abziehen lässt. Am unteren Teil des porencephalischen Defekts ein Convolut von Venen.

Linke Hemisphäre zeigt äusserlich keine Abnormitäten. Im linken Ventrikel enorme Blutung, infolge deren Zerstörung der medial von der linken Insel gelegenen Partien. Abwärts erstreckt sich die Blutung bis in die Haubenregion des linken Hirnschenkels.

(An der basalen Seite des Kleinhirns, welche beiderseits gleich gross ist. blutige Imbibition der Arachnoidea.)

An dem in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten rechten Grosshirn ergab sich, dass die

Länge des Defektes	9,4 cm	beträgt
frontale Breite	2,4 "	"
Occipitale "	2,8 "	"
Mittlere "	0,8 "	"

Von dem Schläfelappen sind ergriffen der untere und mittlere Teil beider Centralwindungen, die ganze hintere Centralwindung ist ausserordentlich schmal. Nach vorn reicht die Erweichung bis in den Gyrus opercularis und triangularis, so dass der Herd in der unteren Frontalwindung abschliesst. Rückwärts erstreckt sich der Substanzverlust bis in den Gyrus angularis, von welchem nur ein kleiner Teil erhalten ist. Im Occipitalappen lassen sich drei getrennte Gyri nicht unterscheiden, da vom Occipitalpol nach dem hinteren Ende der Fossa Sylvii viele kleine Sulci zustreben, ein Verhalten, das beträchtlich von der Norm abweicht. An dem noch erhaltenen Stück des Temporalappens, lässt sich ebenfalls eine Missbildung erkennen. Der sonst dem Gyrus temporalis superior entsprechende obere Teil des Temporalappens ist erweicht, während in dem noch erhaltenen

gesunden Teil, die Furchen nicht der Fossa Sylvii parallel laufen, sondern vielmehr 4 Hauptfurchen senkrecht zu derselben gestellt sind, wodurch die Teilung in medialen und inferioren Lappen nicht zustande kommen kann. Von der Erweichung sind also alle um die Fossa Sylvii gelegenen Partien der rechten Hemisphäre ergriffen, als deren Ursache eine von der Art Foss. Sylv. ausgegangene Blutung zu betrachten ist.

Am Grunde der Erweichung sind schwielige leicht abziehbare Massen aufgelagert. Im hinteren Drittel des Herdes findet sich eine ca.  $\frac{3}{4}$  cm breite Communication mit dem Seitenventrikel.

Dieser letzte Befund stimmt mit den Beobachtungen *Hecht*, *Kundrat* u. a. überein, dass in den meisten Fällen porencephalischer Defekte in dem Gebiete der Art. Foss. Sylv., Communication mit den Seitenventrikeln bestehe.

Der Hirnstamm und das ganze Rückenmark wurden dann in Alkohol weiter behandelt und nach *Weigert* gefärbt. Es ergab sich hierbei folgender mikroskopischer Befund.

### Zwischenhirn.

Schnitt durch die Mitte des Chiasma.

Links ist alles normal, während rechts die Grosshirnganglien in toto auf ein ganz geringes Volumen beschränkt sind, was hauptsächlich durch den fast völligen Ausfall der Capsula interna bedingt ist; als wohlerhalten sind nur die der Ansa lenticularis zunächst liegenden Partien der Capsula zu bezeichnen. Dadurch ist auch eine Umlagerung der anderen Faserzüge bedingt, und zwar ist hierbei am bemerkenswertesten die dorsale Verschiebung der Columna fornicis. Ferner resultiert aus der Einschmelzung, resp. gehemmten Ausbildung der rechten Grosshirnganglien eine Assymetrie des 3. Ventrikels, derselbe verläuft von rechts dorsal, nach links ventral.

Auf einem durch den

### Hirnschenkelfuss

in der Höhe des Nucl. Nr. III gelegten Schnitt sind die beiderseitigen Lageverhältnisse bereits etwas mehr ausgeglichen. Es ist durch den Ausfall der motorischen Fasern an der typischen Stelle, also mittleres Drittel der unteren Etage der Thalamus

rechts wesentlich kleiner als links und ventral verzogen; desgleichen ist der rechte Nucleus tegmenti kleiner. —

### Brücke:

Bei der Betrachtung des Pons in toto fällt es auf, dass die ganze linke Hälfte die rechte um ein Drittel am Volumen übertrifft, die unteren Partien der rechten Ponshälfte sind dadurch nach aussen und oben dislociert, so dass die Raphe ebenfalls mit der horizontalen Ponsenebene einen stumpfen Winkel bildet. Bei genauerer Untersuchung der Schnitte durch das Mikroskop zweck-Lokalisation der einzelnen Partien ergibt sich der folgende Befund:

**Schnitt Nr. 269** (Fig. 10): durch das cerebrale Ende des Pons: Der rechte Bindearm beträchtlich grösser als der linke. Fasciculus longitudinalis posterior ist beiderseits gleich gross, durch die Verziehung der ganzen rechten Ponshälfte ist jedoch der rechte F. l. p. auch nach unten gezogen. Lemniscus medialis ist beiderseits auch gleich, dagegen ist rechterseits Lemniscus lateralis bedeutend kleiner als links.

R. P. Etagenbildung gut erhalten. In allen 3 Etagen sind die medialen Bündel ausgefallen, während die lateralen überall erhalten sind, letztere befinden sich in + 7 gf; + 8 gf; + 5 c. f. g. Die grösste Breite ist 8 mm. Die absteigende Trigeminoswurzel ist rechts schmaler als links.

L. P. Etagenbildung deutlich, die Bündel sind überall in normaler Anordnung gelagert.

**Schnitt Nr. 195** (Fig. 11) in der Höhe des Facialisaustrittes: Rechte Ponshälfte bedeutend kleiner als die linke. Beiderseits Lemniscus medialis gleich gross, desgleichen Nerv VII und aufsteigende Wurzel Nr. V.

R. P. Viele starke Querfaserzüge aus den Crura cerebelli kommend, zwischen Gliagewebe, in verschiedenen Höhen sind zerstreut liegende Fasern erhalten so in + 1 c, 2 c.

L. P. normal: Von einem starken Bündel innerer Brückenfasern durchsetzt. Grösste Breite 6 mm.

In der Medulla oblongata (Fig. 12) kurz unterhalb des Pons ist das Volumen der rechten Pyramide auf

$\frac{1}{4}$  reduciert. Was noch davon erhalten ist, besteht lediglich aus Gliagewebe, in welchem sich ganz vereinzelt einige markhaltige nicht pathologisch veränderte Axencylinder finden. Dergleichen sind die aus der Substantia reticularis einstrahlenden Längsfasern gesund. Nervenzellen sind in der Pyramide nicht vorhanden.

An der linken Pyramide lassen sich keine Veränderungen nachweisen. Sämtliche übrigen Gebilde der Medulla sind links und rechts gleich gross.

### R ü c k e n m a r k .

Nach dem Sitze des porencephalischen Defekts war im Rückenmark unterhalb der Decussatio pyramidum eine Degeneration des rechten Pyr. Vor. Str. und des linken Pyr. Seit. Str. zu erwarten. Insofern tritt nun hier eine Abweichung ein, als wir es hier mit einer totalen Decussatio zu thun haben. Nach *Flechsig* soll dies ja in 11% der Fälle vorkommen. Wir können daher in unserem Fall die Pyramidenseitenstrangsclerose linkerseits bis hinab in das Lendenmark verfolgen. Die Vorderstränge führen hier keine motorischen Fasern, folglich sind sie auch beiderseits gleich gross, normal, und nirgends die Spur einer Sclerosierung zu finden.

Abweichungen finden sich hier noch in zwei Abschnitten des Rückenmarks, die erwähnt zu werden verdienen, wenn gleich ein genaueres Eingehen auf diese Anomalie über den Rahmen dieser Arbeit hinausgeht. Es ist nämlich im Halsmark wie im Lendenmark das linke Vorderhorn kleiner als das rechte; während im Halsmark diese Verkleinerung auf eine, wie es scheint, Hemmungsbildung des Tractus intermedio-lateralis zurückzuführen ist, erscheint das linke Vorderhorn des Lendenmarkes in toto verkleinert.

### E p i k r i s e .

Es erübrigt nun noch mit kurzen Worten die Art des porencephalischen Defektes zu besprechen. Nach den eingehenden Forschungen, die gerade über Porencephalie in neuester Zeit in sehr grosser Zahl erschienen sind (es seien hier nur die Arbeiten von *Freud* und *Rie* und *B. Sachs* erwähnt) haben wir bei porencephalischen Defekten drei Arten zu unterscheiden.

- I. Vor der Geburt entstandene Defekte, ohne vorherige Ausbildung der betroffenen Faserzüge.
- II. Während der Geburt entstandene Defekte, meist Meningeale Hämorrhagien mit folgender Cystenbildung, Sklerose, Atrophieen.
- III. Acquirierte Defekte, die das vorher normale Individuum entweder durch Trauma oder endarteritische oder marantische Prozesse erlitten hat.

Der Anamnese zufolge hat Patient Hofmann an einer acquirierten Porencephalie gelitten; die näheren Umstände über Entstehung derselben entziehen sich heute unserer Beurteilung; eine Veränderung der Gefäße ist aber entschieden in Abrede zu stellen. Wenn ferner der Schrecken als das ursächliche Moment für die Entstehung der Epilepsie besonders hervorgehoben wurde, und dies Moment auch in vielen Fällen idiopathischer Epilepsie dafür verantwortlich gemacht werden kann, so haben wir es hier mit einer reinen Rindenepilepsie zu thun, die lediglich auf den durch die Blutung und die Erweichung in der Gegend der rechten Centralfurche ausgeübten Druck zurückzuführen ist. —

### 3. Fall: Friedlein.

(Dieser Fall ist auch beschrieben von Dr. Sommer s. Centralbl. f. Nervenh. u. Psych. XVI. H. 7.)

Die 44jährige Tagelöhnersfrau Regina Friedlein stürzte beim Holzmachen plötzlich zusammen und blieb ungefähr eine Stunde bewusstlos. Von ihrem Manne nach Hause gebracht, wusste sie sich absolut nicht mehr auf den Unfall zu besinnen. Nach ihrer eigenen Angabe soll sie in der darauffolgenden Zeit „wie närrisch“ gewesen sein, d. h. sie befand sich in hochgradigster Aufregung und hatte das Gedächtnis vollständig verloren. Desgleichen soll das Seh- und Hörvermögen herabgesetzt gewesen sein, wie auch Doppelsehen bestanden haben soll. Der Zustand besserte sich in 4 Tagen, nur dauerte es längere Zeit, bis sie die Sprache, die vollkommen verloren gewesen sein soll, wiedererlangte. Vollständige restitutio ad integrum trat jedoch nicht ein, da Patientin sowohl beim Essen wie beim Trinken sich oft verschluckte;

auch das Kauen ist Patientin nicht mehr in gleicher Weise wie früher möglich.

Nach dem Anfälle waren beide Beine der Patientin vollständig gelähmt, ebenso der linke Arm. Die Lähmung der Beine soll nach 14 Tagen vollständig verschwunden gewesen sein, obwohl sie anfangs gar nicht gehen konnte. Dagegen soll es mit der oberen Extremität schlechter als je geworden sein.

Die Beweglichkeit derselben ist bedeutend beeinträchtigt, ebenso ist alle Kraft aus derselben verschwunden, so dass Patientin nicht im Stande ist, auch nur das Geringste zu halten. Dabei bemerkt sie, wenn sie einen Gegenstand berühren will, ein eigenthümliches Zucken. Des Weiteren klagt Patientin über sehr starkes Zittern, sowie über zuweilen auftretende heftigste Schmerzen. Sie sucht deshalb das Julius-Spital zu Würzburg auf. — Noch gibt Patientin an, unmittelbar nach dem Anfall heftige Schmerzen bei Urin- und Stuhlentleerung gehabt zu haben, die sich nach ungefähr 8 Tagen wieder verloren.

Aus der Krankengeschichte der medizinischen Klinik, will ich hier bloß das Folgende anführen:

Motilitätsstörungen: Messung mit dem Dynamometer ergibt R. 70, L. 50. Lähmungen der mittleren Muskeln: Motor. Kraft in den unteren Extremitäten, nachweisbar nicht geschwächt; obere linke Extremität zeigt eine gew. Schwäche im Drucke mit der Hand. Spasmen, Contracturen: An der oberen Extremität leichtes Ueberwiegen der Beuger, die Finger werden in der Grundphalanx gebeugt, in den übrigen gestreckt gehalten. Motor. Kraft im Allgemeinen intakt, Hebung des linken Beines erschwert. Trophische Störungen der Muskeln: des L. Unterarms 22 cm, des R. 23 cm, L. Oberarm 23 cm, R. 24 cm. Patellarsehnenreflexe: beiderseits gesteigert, desgl. die Sehnenreflexe an den oberen Extremitäten. Muskelreflexe normal.

Sinnesorgane:

1. Auge: R. Pupille bedeutend enger als die L. Pup.; beiderseits reflectorisch und accomotor. normal reagierend, Augenmuskeltörungen bei oberflächlicher Prüfung, Störung ist nicht nachweisbar.
2. Gehör normal.
3. Geschmack linkerseits intakt, R. immer von einem sauren Beigeschmack begleitet.

4. Geruch: Störungen des veget. Systems: Zunge weicht nach links ab und zeigt dabei fibrilläre Zuckungen bes. linkerseits.

Bei reflectorischem Lachen erscheint geringes Zurückbleiben der R. Seite. Fibrilläre Zuckungen in der linken Gesichtshälfte.

Ophthalmoskopischer Befund (Prof. Dr. *Michel*).

R. H. 1,5. D. S. = 1.

L. H. 1,5. D. S. = 1.

R. Lähmung der oculo-pupillären Fasern des Halssympathikus. Beiderseits reflektorische Pupillenstarre. Ophthalm. R. Der Sehnerv etwas grau verfärbt.

Nach 2 monatlichem Aufenthalt der Patientin im Julius-Spital war ihr psychisches Verhalten, das schon bei der Aufnahme nicht mehr völlig normal gewesen, so alteriert, dass ihre Ueberführung in die psychiatrische Klinik für nötig erachtet wurde.

Hier wurde bei der Untersuchung festgestellt, dass die grobe Kraft der Beine bei Beugungen und Streckungen des Unterschenkels beiderseits gleich war; auch beim Gehen war kein Unterschied zwischen rechts und links zu constatieren. Facialis innervation symmetrisch, aber beiderseits unsicher, zitternd. Es besteht eine Monoplegie des linken Armes, wegen deren in der medizinischen Klinik die Diagnose auf eine einseitige Hirnaffection gestellt worden war. Patientin leidet zweifellos an progressiver Paralyse, da die Pupillen beiderseits starr sind, paralytische Sprache und paralytische Seelenstörung besteht. Nach 2 Monaten hatten sich die Schwäche-Symptome der linken Seite zurückgebildet, und ferner war es wichtig, dass sich keine bleibende Contractur der linken Oberextremität bis dahin ausgebildet hatte.

Bei der ophthalmoskopischen Untersuchung wird constatiert, dass die graue Verfärbung des rechten Sehnerven noch bestimmter zu behaupten ist, als früher. Im Laufe des Jahres entwickelte sich eine hochgradige Contractur des linken Armes; der Vorderarm wurde immer mehr gegen den Oberarm gebeugt, die Finger waren jedoch nicht wie gewöhnlich in die Hohlhand eingekrallt, sondern nur im Metacarpo-phalangealgelenk stark gebeugt, in den folgenden Gelenken aber extrem gestreckt. Bald

stellten sich paralytische Anfälle ein, es trat auch eine stärkere Lähmung des linken Beines hinzu und heftige Zuckungen im Gebiete des linken Facialis. Nach und nach wurde Patientin völlig blödsinnig, es trat völliger Verfall der Kräfte auf und nach mehrmonatlichem Marasmus erfolgte im April 1891 der exitus letalis.

Bei der Section ergab sich ausser Hydrocephalus externus nichts abnormes. An der Connexität konnte bei genauester Untersuchung keine Veränderung constatiert werden. Erst bei der Anlegung von Frontalschnitten fand sich im äusseren Gliede des Linsenkernes eine auf Erweichung verdächtige Stelle. Das Gehirn, sowie Hirnstamm und Rückenmark wurden in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und nach Weigert gefärbt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung ergibt sich, dass ein kleiner Erweichungsherd im äusseren Linsenkernglied vorhanden ist, der nur an einer Stelle (in der Ausdehnung von 7 mm) die Capsula interna berührt. „Die innere Kapsel erscheint intact, während eine Anzahl von Fasern, welche, quer durch die zerstörte Partie des Putamen ziehend, durch das mittlere Glied nach dem inneren Glied zustrahlen, deutlich degeneriert sind. Schon im inneren Gliede des Linsenkerns ist jedoch eine Degeneration nicht mehr wahrzunehmen.“<sup>1)</sup>

Bei der Untersuchung des Hirnstammes, der Medulla und des Rückenmarkes, die sämmtlich in Serien geschnitten waren, ist es mir nicht möglich gewesen, auch nur die geringste Veränderung aufzufinden. Es erscheint dies besonders aus dem Grunde wichtig, als Patientin fast 1 $\frac{1}{2}$  Jahren eine spastische Lähmung der oberen Extremität gehabt und dies intra vitam auf eine Veränderung irgend welcher Art in der Centralwindung deuten musste. Die Lähmung kann in diesem Fall als nur durch den Druck auf die Capsula interna entstanden, gedacht werden; und von dem wechselnden Druck, der von dem Erweichungsherd in Linsenkern ausging, kann auch nur die Remission und Exacerbation der Monoplegie abhängig gemacht werden. Ferner kann aus dem Befunde mit Sicherheit nachgewiesen werden, dass keine Faserzüge vom Linsenkern sich am Aufbau der Capsula interna beteiligen und somit auch keine Fasern vom Linsenkern in den Pons übergehen.

1) Vgl. auch Sommer l. c.

## 4. Fall,

mitgeteilt von Dr. Hösel, Arch. f. Psych., Bd. XXIV, Heft 2.

Am Gehirn einer 52jährigen epileptisch blödsinnigen Frau fand sich bei der Section an Stelle der hinteren Centralwindung der linken Hemisphäre eine weiche, durchscheinende, auf Druck fluctuierende Stelle, die sich von der Mantelkante bis ungefähr  $1\frac{1}{2}$  cm über die Fissura Sylvii heraberstreckt; sie beschränkt sich auf die hintere Centralwindung und das angrenzende Stück des Lobus paracentralis. Von der hinteren Centralwindung selbst ist weder oben noch unten etwas erhalten, dadurch grenzt die vordere Centralwindung an die Parietallappen. In den Herd war das Mark und die Rinde der hinteren Centralwindung ganz, und mit ihr der erwähnte Teil des Paracentralläppchens einbezogen. Von der vorderen Centralwindung ist nur das Mark ihres hinteren Abschnittes unterminiert. Diese Cyste in der Centralwindung hat die folgenden secundären Degenerationen bewirkt. Von dem Befunde möchte ich hier hauptsächlich das die Pyramidenbahn Betreffende citieren.

S. 11, Abschn. 6 (Figur 9).

„Links bemerkt man ferner den ziemlich bedeutenden Ausfall der Pyramidenfasern, die rechts in secundäre Bündel zerklüftet, von den Fasern des stratum superficiale und complexum durchzogen werden, links dagegen noch zu einem circumscriphten Bündel vereint, in ziemlich ventralen Partien der Brücke zu sehen sind. Eine Vermehrung oder Ersatz von Zwischengewebe ist auch hier nicht zu constatieren, die ganze linke Brückenhälfte erscheint daher in ihrem ventralen Teil verkleinert und verzogen, was auf Kosten des Pyramidenausfalls zu setzen ist.“

S. 13, Abschnitt d (Figur 11 u. 12).

„Der Ausfall der Pyramidenfasern im Fuss der Brücke ist links sehr auffallend. Der Verlust trifft hauptsächlich diejenigen Partien, die zwischen stratum superficiale und complexum liegen.“ Uebereinstimmend hiermit sieht man auch an den vortrefflich ausgeführten Zeichnungen, dass der Defect hauptsächlich die links ventral an der Raphe liegenden Partien betrifft.

## R é s u m é.

Aus dem Befunde der angeführten Fälle secundärer Degeneration ergibt sich die Bestätigung der schon am embryonalen Pons ausgesprochenen Vermutung, dass nicht alle zu den Pyramiden gerechneten Bündel rein motorisch sind; es lässt sich vielmehr mit Leichtigkeit behaupten, dass nach einseitigem Defect in der vorderen und hinteren Centralwindung bloß die der Raphe zunächst und besonders die ventral gelegenen Bündel absteigend degenerieren. Diese sind allein als motorisch anzusehen.

Eine noch feinere Detaillierung, welcher Extremität nämlich die Bündel zuzuteilen sind, lässt sich vor der Hand noch nicht machen; es ist überhaupt zweifelhaft, ob schon im Pons die Fasern für eine bestimmte Extremität einem einzigen Bündel angehören und so eine Localisation zulassen, da es bei dem engen Raum, den das gesammte Fasersystem im Hirnschenkelfusse einnimmt, vorkommt, dass motorische Fasern nach den Seitenbündeln versprengt worden, und ferner haben wir ja auch oben gesehen, dass kein Bündel ganz isolirt durch den ganzen Pons verläuft, sondern immer mit den zunächst gelegenen sich zusammenlagert und verflochten ist.

*Raymond* und *Artaud* untersuchten die Aphasieen nach Läsionen des Centrum ovale, der Capsula interna, des Pedunculus und Pons, um darauf gestützt den Verlauf des Hypoglossus zu verfolgen; sie kamen dabei zu dem Schlusse, dass die Hypoglossusfasern im Pons (vor der Kreuzung) den hinteren inneren Abschnitt einnehmen. Aehnlich dürfte sich der Verlauf des Facialis verhalten, nur mit dem Unterschied, dass derselbe sich schon am cerebralen Ende des Pons überkreuzt, und vorn nach dem Verstreichen des Foramen coecum anterius nicht mehr innerhalb der Pyramidenbahn zu suchen ist.

Wozu sind nun aber die Faserzüge zu rechnen, die wir nicht als motorische ansprechen konnten? Im zweiten Falle (*Hofmann*)

waren die äusseren oberen Bündel vom Temporalhirn durch die Capsula interna und den Pedunculus bis an diese seitlichen Ponspartieen zu verfolgen, während im ersten Falle (Fiederling) die unteren äusseren degeneriert waren. Bei diesen letzteren, vom Frontalhirn kommenden Fasern war es aber besonders bemerkenswert, dass eine beiderseitige absteigende Degeneration sowohl im Pedunculus als im Pons vorhanden war; der Weg, auf welchem diese Degeneration verlaufen konnte, ist einzig und allein im Corpus callosum zu suchen, hier überkreuzen sich die Faserzüge, die vom Frontalhirn nach dem Pons verlaufen, zum Theil, der andere Theil verläuft ungekreuzt auf derselben Seite weiter.

Auf Grund der vorstehenden, anatomischen und embryologischen Untersuchungen, sowie der secundären Degenerationen glaube ich, dass es zur Genüge erwiesen ist, dass die Gesamtheit der Pyramiden im Pons keineswegs als gleichwertig zu betrachten ist. Als motorische Bahnen dürfen wir nur die der Raphe zunächst liegenden Faserzüge betrachten, die auch an Volum den Pyramiden der Medulla oblongata entsprechen. Die übrigen Pyramidenfasern enthalten theils Frontopontine und Temporo-pontine Fasern, insofern sie an den Ganglienzellen der Nuclei pontis eine Auffaserung ihrer Enden erleiden; als Fronto-cerebellare und Temporo-cerebellare Fasern sind die zu bezeichnen, die nach blosem Umbiegen im Pons als *Fibrae pontis internae* durch die *Crura* zum Cerebellum ziehen. Wir haben daher hier einen Weg, auf welchem Impulse vom Grosshirn ausser zu den Hirnnerven und dem Rückenmark auch noch zum Kleinhirn geleitet werden.

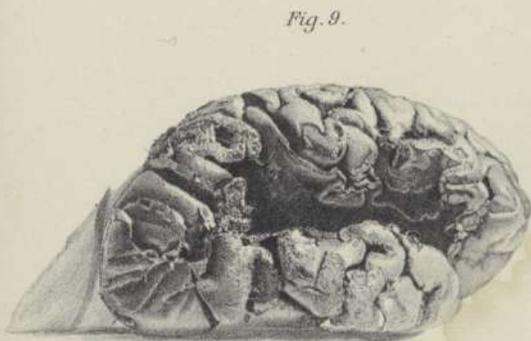
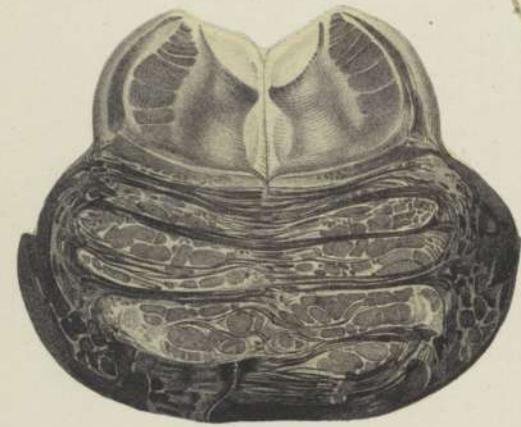
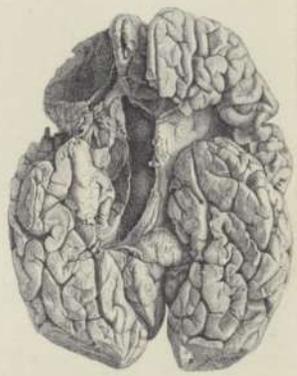
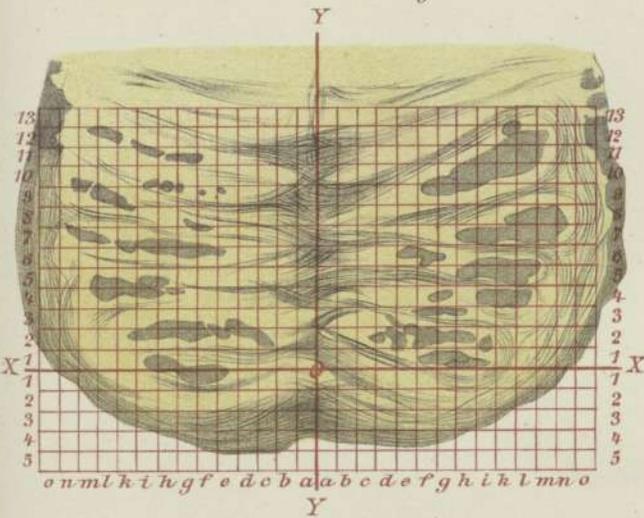
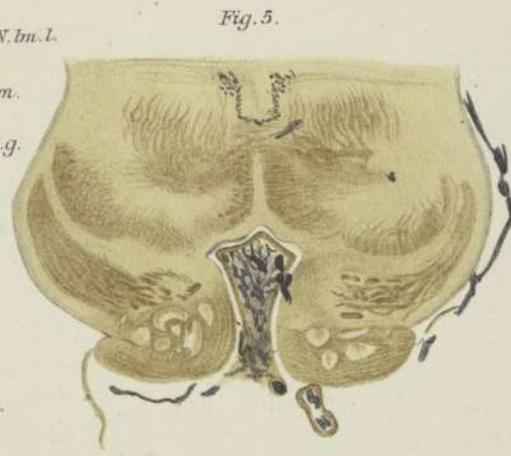
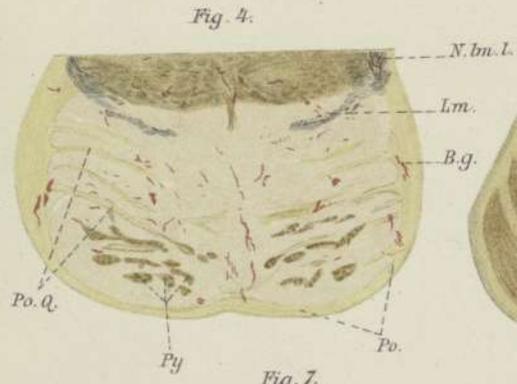
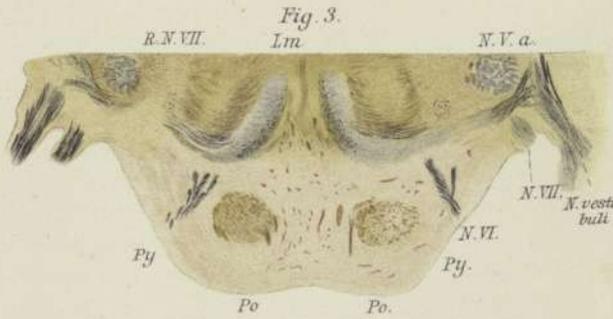
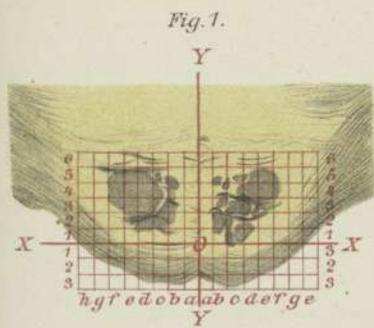
## L i t t e r a t u r.

---

- Türk*, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. 1876.
- Charcot*, Leçons sur les maladies du système nerveux. 1875.
- Marie*, Leçons sur les maladies de la moelle. 1892.
- Longet*, Traité de physiologie.
- Vulpian*, Leçons sur la physiologie générale.
- Goltz*, Der Hund ohne Grosshirn. Pflüger's Archiv, Bd. 51, p. 576.
- v. Kölliker*, Nervenfasern und Nervenzellen, Rede zur Eröffnung der V. Versammlung der anat. Gesellschaft zu München. 1891. Biologisches Centralblatt. XII, 2.
- Obersteiner*, Bau der nervösen Centralorgane. 1892.
- Edinger*, Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 1891.
- Flechsig*, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen etc. 1876
- Schwalbe*. Lehrbuch der Neurologie 1881, II. Teil v. Hoffmann Anatomie des Menschen.
- v. Kölliker*, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1867.
- v. Lenhossék*, Der feinere Bau des Nervensystems. 1893.
- S. R. y Cajal*, Pequeñas contribuciones al conocimiento del sistema nervoso. La medula espinal de los reptiles. Barcelona 1891.
- Deiters*, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. 1865.
- Wernicke*, Ein Fall von Panserkrankung. Arch. f. Psych. VII. 1877.
- Meynert*, Skizze des menschlichen Grosshirnstammes nach seinem äusseren und seinem inneren Bau. Arch. f. Psych. IV. 1874.
- Golgi*, Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. Milano 1885/86.
- Wernicke*, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. 1893.
- Ferriers*, Die Localisation der Hirnerkrankungen (übersetzt v. Pierson).
- Pitus*, Séssions du centre ovale.
- Lussana*, Delle funzioni dei lobi anteriori de cervello humano. Gaz. med. ital. Lombard.

- Raymond et Artaud*, Contribution à l'étude des localisations cérébrales. (Trajet intra-cérébral de l'hypoglosse). Arch. de Neurol. VII. p. 145.
- Martius*, Veröffentl. über Krankengeschichten und Leichenbefunde aus den Garnisonslazareten VII. Berlin 1891. Beiträge zur Lehre vom Hirnabscess.
- Brissaud*: La Dégénération secondaire du faisceau pyramidal 1880. Thèse.
- Bouchard*, 1866. Les dégénérationes secondaires de la moelle épinière.
- Erb*, Ziemssens Handbuch der spec. Path. u. Therapie. XI, 2.
- Homén*, Ueber secundäre Degeneration im verlängerten Mark und Rückenmark. Virch. Arch. Bd. 88. 1882, S. 61—83.
- Bechterew*, Lage und Dimension der Pyramidenbahn. Neurol. Centralbl. 1890.
- Sachs*, Die Hirnlähmung der Kinder. Volkmann's klinische Vorträge. Neue Folge Nr. 46. 47.
- Kundrat*, Die Porencephalie. Graz 1882.
- Rost*, Zur Anatomie der cerebralen Kinderlähmung, Arch. f. Psych. Bd. 18, 1887.
- Freud u. Rie*, Klinische Studie über die halbseitige Cerebrallähmung der Kinder Wien 1891.
- Gowers*, Manual of Diseases of the Nervous System. 1892.
-





Die Fig. 1, 2, 6 u. 9 sind auf  $\frac{1}{2}$ , die Fig. 3, 4 auf  $\frac{2}{3}$  der Originalgrösse verkleinert.

Dr. Felix Gattel, Beitrag zur Kenntniss der motorischen Bahnen im Pons.

Verlag der Stabel'schen k. Hof- und Universitäts-Buch- u. Kunsthandlung, Würzburg.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Ueber  
**die Bakterien des Lidrandes und Bindehautsackes,**  
sowie

über deren Beeinflussung durch verschiedenartige Verbände  
und Augensalben.

Von  
Dr. med. CARL BRANDT.

---

Dass in der Aetiologie vieler, wenn nicht der meisten Krankheiten den Mikroorganismen eine bedeutende Rolle zukommt, dass sie oft einzig und allein die krankheitserregende Ursache bilden, ist schon seit längerer Zeit bekannt. Zahlreiche Forscher haben sich mit bakteriologischen Studien eingehend befasst und oft erst auf diesem Wege ist es ihnen gelungen, einen klaren Einblick in das Wesen mancher Krankheit zu bekommen. Auch für die Ophthalmologie haben die letzten Jahre zahlreiche Arbeiten auf bakteriologischem Gebiet zu tage gefördert und verschiedene von diesen haben sich mit den Bakterien des Lidrandes und Bindehautsackes beschäftigt. Da nun gerade diese beiden Organe der Einwirkung äusserer Schädlichkeiten sehr ausgesetzt sind, so liessen die bakteriologischen Arbeiten auf diesem Gebiet schon von vorneherein ein günstiges Resultat erwarten. Und in der That ist für eine beträchtliche Reihe äusserer Augenerkrankungen der bakteritische Ursprung theils schon mit Sicherheit nachgewiesen, theils in hohem Grade wahrscheinlich gemacht. Besonders grosse Verdienste haben sich in dieser Beziehung *Leber, Sattler, v. Michel, Bach, Fränkl, Morax* u. andere durch ihre eingehenden Untersuchungen erworben. Die Zahl der im Bindehautsack sowohl wie am Lidrande gefundenen Bakterien ist schon jetzt eine verhältnismässig hohe zu nennen. Sie sind theils ganz harmlosen, theils höchst pathogenen Charakters. Manche von ihnen sind wohl als die gewöhnlichen Bewohner des Bindehautsacks anzusprechen, von anderen hingegen muss man annehmen, dass sie nur höchst selten oder überhaupt nur zufällig in ihm angetroffen werden. Dies erscheint auch ganz klar,

wenn man bedenkt, dass bei der offenen Kommunikation des Bindehautsacks mit der Luft, doch ziemlich alle Bakterien, die in dieser vorkommen, auch einmal in jenem gefunden werden können. Ausserdem kann auch durch das so oft beliebte Auswischen der Augen mit Taschentüchern oder gar den Händen, die doch nicht immer aseptisch sind, das eine oder andere Bakterium an den Lidrand oder in den Bindehautsack gewischt werden.

Unseres Wissens ist jedoch bis jetzt noch nirgends eine Zusammenstellung der in beiden Organen entdeckten Mikroorganismen erfolgt, weshalb ich im Nachstehenden eine Uebersicht derselben zu geben beabsichtige.

Zuerst habe ich die Bacillen, geschieden nach Pathogenität und Nicht-Pathogenität, insoferne sie mit bestimmten Namen belegt worden sind, sodann die Coccen, nach denselben Gesichtspunkten geordnet, angeführt. Zum Schlusse sei noch einer Reihe von Bakterien Erwähnung gethan, die von verschiedenen Forschern entdeckt, rein gezüchtet und auch beschrieben wurden, ohne dass ihnen jedoch ein bestimmter Name beigelegt worden wäre und ohne dass sie sich für die eine oder andere Krankheitsform als ätiologisches Moment allgemein Anerkennung errungen hätten.

Ausserdem liess sich ihre Identität mit anderen bereits vorher gefundenen Mikroorganismen nicht immer mit völliger Sicherheit von der Hand weisen. Dabei möchte ich noch bemerken, dass eine Frage als den Rahmen meiner Arbeit überschreitend ganz unberührt geblieben ist, nämlich die, ob die unter A und B genannten Bakterien alle Forderungen erfüllt haben, die man nach dem heutigen Stand unserer Wissenschaft stellen muss, wenn man sie für die betreffende Erkrankung als ätiologisches Moment ansprechen will.

Am Lidrand und im Bindehautsack wurden folgende Bakterien gefunden:

## A. Bacillen.

### a) Pathogene.

1. Tuberkelbacillen gef. von *Baumgarten, Gayet, Knapp, v. Michel, Rhein, Stölting, Bach, Parinaud* u. and.
2. Xerosebacillen gef. von *Fränkel und Franke, Kuschbert und Neisser, Ernst, Lachowicz* und anderen.

3. Diphtheriebacillen gef. von *Uhthoff, Fränkel, Babes, Morelli, Sourdille, Gerke, Kain, Schirmer.*
4. Pseudodiphtheriebacillus gef. von *Moritz.*
5. Bacillus des acuten Bindehautcatarrhs gef. von *Weeks, Morax.*
6. Bacillus der aegypt. catarrh. Conjunctivitis gef. von *Kartulis, Koch, Sattler, Fuchs.*
7. Leprabacillen gef. von *Hulenicki, Addario* u. and.
8. Trachombacillen gef. von *Shongolowicz.*
9. Rhinosclerombacillus gef. von *Stapnow.*
10. Chalazionbacillen gef. von *Deyl.*

#### b) Nicht pathogene.

1. Bacillus nodosus parvus gef. v. *Marthen.*
2. Bacillus luteus gef. von *Wilbrand, Sänger, Stälin.*
3. Bacillus cuticularis gef. von *Bach.*
4. Bacillus inflatus gef. von *Bach.*
5. Bacillus mesentericus fuscus gef. von *Bach, Franke.*
6. Bacillus proteus vulgaris gef. von *Bach.*
7. Bacillus latericeus gef. von *Bach.*
8. Bacillus sporiferus gef. von *Lachowicz.*
9. Bacillus fluorescens putridus gef. von *Lachowicz.*
10. Heubacillus gef. von *Shongolowicz.*

### B. Coccen.

#### a) Pathogene.

1. Gonococcen gef. von *Neisser, Burchardt, Sattler* und vielen anderen.
2. Staphylococcus pyogenes albus gef. von *Galenga, Marthen, Bernheim, Bach, Franke.*
3. Staphylococcus pyogenes aureus gef. von *Galenga, Marthen, Bernheim, Bach, Fick, Franke* und and.
4. Trachomcoccen gef. von *Michel, Kucharsky, Sattler, Koch, Schmitt, Goldschmidt, Staderini, Poncet, Petresko.*

5. Pneumoniococcen gef. von *Gasparrini, Bacchi, Bach, Morax, Parinaud.*
6. *Micrococcus flavus desidens* gef. von *Burchardt.*
7. *Micrococcus subflavus* gef. von *Wilbrand, Sanger, Stalin.*
8. *Micrococcus albus non liquefaciens* gef. von *Fick.*
9. *Micrococcus conjunctivitis minutissimus* gef. von *Bach.*
10. *Micrococcus albus liquefaciens* gef. von *Bach.*
11. *Micrococcus flavus liquefaciens* gef. von *Bach, Wilbrand, Stalin, Sanger.*
12. *Diplococcus citreus conglomeratus* gef. von *Bernheim, Bach.*
13. *Micrococcus aurantiacus* gef. von *Bach.*
14. *Staphylococcus cereus flavus* gef. von *Bach, Lachowicz* u. and.
15. *Staphylococcus habenensis* gef. von *Santos Fernandez.*
16. *Micrococcus coryzae* gef. von *Bach.*
17. *Streptococcus pyogenes* gef. von *Rosenbach, Bach, Morax, Parinaud, Lachowicz.*
18. *Diplococcus des acuten Bindehautcatarrhs* gef. von *Bach, Gaffky, Kartulis, Wilbrand, Sanger, Stalin.*

#### b) Nicht pathogene.

1. *Micrococcus epidermitis liquefaciens* gef. von *Morax.*
2. *Micrococcus flavus desidens* gef. von *Bach, Wilbrand, Sanger, Stalin.*
3. *Diplococcus roseus* gef. von *Bach.*
4. *Diplococcus fluorescens foetidus* gef. von *Bach.*
5. *Sarcina lutea*, gef. von *Gompert, Marthen, Fick, Bach, Lachowicz.*
6. *Sarcina alba* gef. von *Schmitt.*
7. *Sarcina aurantiaca* gef. von *Gompert, Marthen, Bach.*

8. *Micrococcus prodigiosus* gef. von *Schmidt*.
9. *Micrococcus cinabareus* gef. von *Bach*.
10. *Micrococcus flavus tardigratus* gef. von *Bach*.
11. *Micrococcus candicans* gef. von *Fick*, *Gampert*, *Marthen*, *Bernheim*, *Bach*, *Lachowicz*.
12. *Micrococcus concentricus* gef. von *Bach*.
13. *Micrococcus cereus albus* gef. v. *Lachowicz*.
14. *Micrococcus coronatus* gef. von *Lachowicz*.

### C. Sacharomyces.

Rosa Hefe.

### D. Fadenpilze.

1. *Streptothrix* gef. von *Bach*, *Michel*, *Gompert*.
2. *Actinomyces* gef. von *de Vincentiis*.
3. *Cladotrix* Försteri.
4. *Oidium albicans* gef. von *Larionow*.

### E. Schimmelpilze.

1. *Penicillium glaucum*.
2. *Aspergillus glaucus*.
3. *Aspergillus fumigatus* gef. von *Fuchs*, *Michel*, *Leber*, *Bach* u. and.

Ausser den oben genannten Mikroorganismen ist noch eine beträchtliche Anzahl von solchen teils am gesunden, teils am erkrankten Lidrand und im Bindehautsack nachgewiesen worden, ohne dass sie jedoch von ihren Entdeckern mit einem bestimmten Namen belegt worden wären und von denen vor allen Dingen auch nicht feststeht, ob sie nicht doch mit bekannten anderweitig gefundenen Bakterien zu identifizieren sind.

So fand *Fick* im gesunden oder chronisch erkrankten Bindehautsack einige Bacillen, die soweit ihre Pathogenität untersucht wurde, ein mehr oder minder negatives Resultat ergaben. Nur einer von ihnen, der übrigens grosse Aehnlichkeit mit dem proteus vulgaris zeigt, liess eine ausgesprochene, wenn auch nicht hochgradige Pathogenität erkennen.

*Marthen* erhielt bei seinen Untersuchungen über die Bakteriologie des Bindehautsacks ausser verschiedenen schon länger bekannten Bakterien noch eine Anzahl Coccen zum Teil nicht pathogenen Charakters.

Auch *Gompert* konnte bei seinen bakteriologischen Arbeiten, die sich ebenfalls mit dem Keimgehalt des Bindehautsackes beschäftigten, die Befunde anderer Collegen im grossen Masse bestätigen, des weiteren gelang es ihm, einige noch nicht beschriebene pathogene Coccen, sowie mehrere nicht pathogene Bacillen rein zu züchten.

Ferner fand *Wilbrand* bei seinen gemeinschaftlichen Studien mit *Sänger* und *Stätin* bei einer mit einer starken Schwellung der Lider und des Bindehautsackes einhergehenden Conjunktivitis ausser den unter A und B schon bezeichneten Bakterien noch einen pathogenen Diplococcus, der dem Gonococcus sehr ähnlich ist.

Ebenso konnte *Gifford* im Bindehautsekret und aus dem Belag kleiner Geschwüre mehrere Coccen nachweisen, die in ihrer Pathogenität sowohl, wie auch in ihrem sonstigen Verhalten grosse Aehnlichkeit mit dem *Staphylococcus pyogenes albus et aureus* aufwiesen.

Desgleichen gelang es auch *Bernheim*, ausser den schon von *Gompert* beschriebenen Coccen einen ebenfalls dem *Staphylococcus pyog. alb.* ähnlichen Coccus rein zu züchten. Ausserdem fand er einen schwach pathogenen Diplococcus, der vielleicht identisch ist mit dem von *Unna* und *Tommasoli* beschriebenen *Diplococcus citreus liquefaciens*, sodann einem gelben Diplococcus, der in Bezug auf seine Pathogenität keiner Untersuchung unterzogen wurde.

Auch *Franke* beschrieb in seinen Bemerkungen zur Bakteriologie des Bindehautsackes einige Coccen und Diplococcen, theils harmlosen, theils pathogenen Charakters.

---

## II. Teil.

---

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass durch Einführung der Antisepsis auch bei den Operationen am Auge die Resultate derselben wesentlich bessere geworden sind, wenn wir auch noch nicht mit völliger Bestimmtheit entscheiden können, ob wir diese Fortschritte in erster Linie der Desinfektion unseres Operationsfeldes oder dem Umstande zu verdanken haben, dass wir jetzt mit aller Sorgfalt darnach trachten, mit möglichst asoptischen Händen und Instrumenten an die Operation heranzutreten. Wenn also die Wirkung der Antisepsis im allgemeinen eine segensreiche genannt werden muss, so steht doch noch immer die Frage offen, welchen Einfluss antiseptische Verbände auf den Keimgehalt des Bindehautsackes und Lidrandes äussern, ob sie keimvermindernd oder keimvermehrend wirken, oder ob ihre Einwirkung als irrelevant zu betrachten ist.

Die Zahl der über diesen Gegenstand vorliegenden Untersuchungen ist eine zu geringe, als dass man sich mit Bestimmtheit nach der einen oder andern Richtung entscheiden könnte, wenn auch viele Ophthalmologen der Ansicht hinneigen, dass in der That eine Keimverminderung stattfände. Der einzige, der Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt hat, ist Marthen, doch ist seine Versuchsreihe zu klein. Mit Sicherheit ist bis jetzt nur eruiert worden, dass jeder Bindehautsack selbst bei völlig normalem Aussehen von vornherein als inficiert zu betrachten ist und dass einfach trockene Verbände die Keimvermehrung in günstigem Sinne beeinflussen, ein Umstand, der doch wohl hauptsächlich auf Rechnung des aufgehobenen Lidschlages zu setzen ist. Welch mächtigen Faktor der Lidschlag in der Beeinflussung des Keimgehaltes des Bindehautsackes spielt, dass ihm noch eine

bedeutendere Rolle als der bactericiden Eigenschaft der Thränen zukommt, ist durch die zahlreichen Versuche *Bach's* zur Evidenz erwiesen.

Ich habe nun die Einwirkung antiseptischer Verbände auf den Keimgehalt des Bindehautsackes und Lidrandes eingehender studiert und das Resultat meiner Untersuchungen im Nachstehenden niedergelegt. Dabei habe ich mir folgende Fragen vorgelegt:

1. Ist durch Anlegung eines antiseptischen Verbandes überhaupt eine Keimverminderung zu erzielen?
2. Ist die Wirkung antiseptischer Verbände eine verschiedenartige und muss man demgemäss dem einen oder anderen Antiseptikum den Vorzug geben?
3. Wenn wir das Resultat unserer Untersuchungen vergleichen, dürfen wir uns dann für die Anlegung eines einfachen oder antiseptischen oder nicht antiseptischen Verbandes entscheiden?

Zugleich wurde bei den oben erwähnten Untersuchungen jedesmal berücksichtigt, ob sich Eitererreger, speziell der *Staphylococcus pyog. albus et aureus*, vorfinden liessen, da ja die Anschauungen über die Häufigkeit des Vorkommens dieser Coccen im Bindehautsack und am Lidrand auch heute noch weit auseinander gehen.

Ferner wurden einige Versuche angestellt, um zu beobachten welche Einwirkung Augensalben, seien es nun antiseptische oder indifferente, auf den Keimgehalt des Bindehautsackes äussern. Im Anschluss hieran wurden von mehreren Patienten, die längere Zeit hindurch mit Salben ohne Anlegung eines Verbandes behandelt worden waren, Bindehautsack und Lidränder abgeimpft, um zu sehen, ob der Keimgehalt des Bindehautsackes in diesen Fällen eine erhebliche Verminderung erfahren hatte.

### Versuchsordnung:

In der Mehrzahl der Fälle wurde mit einer stets gleich weiten Platinöse zunächst der Bindehautsack abgeimpft in der Weise, dass die Öse, der Schleimhaut anliegend, in der unteren Uebergangsstelle mehrmals von einem Augenwinkel zum anderen geführt wurde, wobei besonders die innere Lidwinkelgegend be-

rücksichtigt wurde, sodann wurde die Öse in verflüssigten Agar-Agar versenkt und Platten gegossen, und zwar vom Bindehautsack eine, vom Lidrand dagegen deren zwei. Letztere sollten sich gewissermassen gegenseitig kontrollieren, man konnte dadurch hoffen, Täuschungen nach Möglichkeit zu entgehen. Ich will noch bemerken, dass die Abimpfung des Lidrandes in gleicher Weise vorgenommen wurde, indem dieselbe Öse mit allen Stellen und Gegenden des Lidrandes in Berührung gebracht wurde. Es ist zweckmässig, den Bindehautsack zuerst abzuimpfen, denn durch die Manipulationen am Lidrand wird oft eine erhöhte Thränensekretion und vermehrter Lidschlag hervorgerufen, beides Momente, welche die Wegschwemmung von Keimen aus dem Bindehautsack stark begünstigen und so zu irrigen Anschauungen über die durchschnittlich im Bindehautsack befindliche Keimmenge Veranlassung geben könnten.

Direkt nach dem Abimpfen wurde der Verband angelegt in der Weise, dass auf das geschlossene Auge ein mit der antiseptischen Lösung getränktes Lintläppchen gelegt wurde; auf dieses kam sodann eine Lage Watte, ebenfalls mit dem Antiseptikum befeuchtet, und darüber wurde Guttaperchapapier gelegt, Dann kam nochmals eine Lage trockener Watte und darüber ein gut sitzender Verband.

Als Antiseptikum wurde benützt das Sublimat in einer Lösung von 1:3000 und das Hydrarg. oxycyanatum in einer Concentration von 1:5000; letzteres auf Vorschlag *Bach's*, der dasselbe bei seinen Versuchen über die antiseptische Behandlung von Hornhautgeschwüren mit Erfolg benutzt hatte. Der Verband blieb nun nicht, wie bei den Versuchen von *Marthen* 24 Stunden andauernd liegen, sondern wurde in dieser Zeit, als den praktischen Verhältnissen besser entsprechend, mehrmals gewechselt. Die Abimpfung fand stets morgens statt, sodann wurde der Verband im Laufe des Tages dreimal gewechselt und am andern Morgen noch einmal, ungefähr 2—3 Stunden vor dem zweiten Abimpfen. In der gleichen Weise wurde der Verband gewechselt bei den Versuchen mit einfach trockenen Verbänden und bei denjenigen mit physiologischer Kochsalzlösung.

Das Resultat der einzelnen Versuche war folgendes:

Nr.	Art des Verbandes	Erkrankung des Auges	Vor dem Verband Zahl der Kolon.			Pyogenes?	Nach dem Verband Zahl der Kolon.		
			Binde- hautsack	Lidrand	Lidrand		Binde- hautsack	Lidrand	Lidrand
1	Trockener Verb.	Ulc. corn. catarrh.	4	350	100	—	0	106	400
2	"	Eczem der Conj. u. Lider	1	1	2	—	0	10	4)
3	"	Eczem d. Cornea u. Conj.	17	1010	350	Pyogenes	300	unzählige Kol.	
4	"	Eczem d. Lider	2	0	3	—	0	0	0 <sup>2)</sup>
5	"	Sec. Glaukom	0	320	600	Pyogenes	0	600	500
6	"	Pteryg. fals.	140	600	900	Pyogenes	82	1200	unzähl.
7	"	Iritis	10	unzählige		—	45	unzählige	
8	"	Epitheliom. d. Conj	1	3	3	—	3	2	5
9	"	Iritis	1	145	500	Pyogenes	49	500	620 <sup>3)</sup>
10	"	Eczem d. Lider u. Conj.	0	unzählige		Pyogenes	150	unzählige	
11	"	Keratitis parench.	0	0	0	—	0	0	0 <sup>4)</sup>
12	Hydrarg. oxyc.- verb.	Normal	0	210	120	Pyogenes	4	500	160
13	"	Ulc. corn. serp. in Heilung	0	110	110	—	3	60	60 <sup>5)</sup>
14	"	Pteryg. fals.	8	400	520	Pyogenes	85	1460	1700
15	"	Iritis	0	62	135	Pyogenes	20	500	unzähl.
16	"	Eczem d. Lider u. Conj.	30	160	450	—	260	350	1800
17	"	Sec. Glauc.	0	160	60	—	unzählige		1400
18	"	Trachom	0	6	7	—	0	0	0 <sup>6)</sup>
19	"	Catar. incip. Ab- latio retin.	0	4000	2050	Pyogenes	0	500	300
20	"	Keratitis vesicul.	0	12	33	Pyogenes	4	160	300 <sup>7)</sup>
21	"	Keratitis parench.	0	0	0	—	0	90	2 <sup>8)</sup>

1) Pat. wurde längere Zeit mit  $\frac{1}{2}\%$  gelb. Präcipit. Salbe behand.

2) Pat. leidet an starken Thränenträufeln, ist ausserdem mit  $\frac{1}{2}\%$  gelb. Präc. Salb. u. Lassar behand.

3) Pat. wurde längere Zeit mit Borvaseline behandelt.

4) Bindehautsack zuletzt abgeimpft; Pat. wurde längere Zeit mit Salben und Atropin behandelt.

5) Pat. wurde schon mit Salben behandelt.

6) Pat. wurde längere Zeit mit Sublimatvaselin behandelt.

7) Pat. wurde längere Zeit mit Salben behandelt.

8) Pat. wurde längere Zeit mit  $\frac{1}{2}\%$  gelb. Präc. Salbe behandelt.

Nr.	Art des Verbandes	Erkrankung des Auges	Vor dem Verband Zahl der Kolon.			Pyogenes ?	Nach dem Verband Zahl der Kolon.		
			Binde- hautsack	Lidrand	Lidrand		Binde- hautsack	Lidrand	Lidrand
22	Hydrarg. oxyey- verband	Iritis	0	10	20	—	60	unzählige	
23	„	Ulc. eczematos.	10	95	80	Pyogenes	25	74	130 <sup>1)</sup>
24	„	Trachom	0	4	8	—	0	0	0 <sup>2)</sup>
25	Sublimatverband	Ablatio retinae	32	220	200	—	0	650	14
26	„	Iritis	0	0	0	Pyogenes	0	16	0 <sup>3)</sup>
27	„	Abgeheilte Stich- verletzung	0	0	0	—	0	60	80
28	„	Kerat. vesiculär.	0	unzählige		—	0	500	100
29	„	Cataract. incip.	0	520	unzähl.	—	40	200	3000
30	„	Catar. matur.	0	0	0	—	0	550	500
31	„	Ulc. corn. serp.	0	80	11	Pyogenes	6	72	400
32	„	Iritis	0	2	13	—	0	0	0 <sup>4)</sup>
33	„	Conjunct. chron. Stenose d. Thrä- nenganges	63	410	420	Pyogenes	20	42	38 <sup>5)</sup>
34	„	Glaucom	0	90	330	—	0	960	unzähl.
35	„	Kerat. parench.	45	16	2	—	0	300	260 <sup>6)</sup>
36	„	Conjunct. chron.	3	370	50	Pyogenes	unzähl.	3500	unzähl.
37	„	Iritis	0	0	0	—	0	0	0 <sup>7)</sup>
38	„	Cataract. matur.	0	0	0	—	0	0	0
39	„	Ulc. corn. serp.	0	300	1600	Pyogenes	0	320	700
40	„	Ulc. corn. serp.	8	320	1700	Pyogenes	210	1000	4000
41	„	Sclerokeratitis	0	0	0	—	0	0	0 <sup>8)</sup>
42	„	Catar. Conj. chron.	4	1200	—	—	32	1500	—
43	„	Luxatio lentis. Ab- latio retinae	6	126	139	—	0	0	0 <sup>9)</sup>
44	„	Hornhautstaphyl.	3	0	4	—	0	0	14

1) Bindehautsack wurde zuletzt abgeimpft.

2) Pat. wurde längere Zeit mit Salben behandelt.

3) seit einigen Tagen Atropineinträufelung täglich.

4) seit einigen Tagen Einträufelung von Atropin.

5) starkes Thränenträufeln.

6) Vermehrte Thränensekretion.

7) Schon längere Zeit Atropineinträufelung behandelt.

8) Schon längere Zeit mit Salben und Atropin behandelt.

9) Pat. wird schon längere Zeit mit Salben behandelt.

Nr.	Art des Verbandes	Erkrankung des Auges	Vor dem Verband			Pyogenes?	Nach dem Verband		
			Zahl der Kolon.				Zahl der Kolon.		
			Bindehautsack	Lidrand	Lidrand		Bindehautsack	Lidrand	Lidrand
45	Sublimatvaselinverband	Kerat. parench.	0	800	0	—	0	0	0 <sup>1)</sup>
46	"	Kerat. parench.	760	unzählige	—	—	360	400	380 <sup>2)</sup>
47	Borvaselinverb.	Conj. catarrh	0	0	5	—	0	0	0 <sup>3)</sup>
48	Ohne Verband	Iridocyclitis	6	120	220	—	—	—	— <sup>4)</sup>
49	"	Ulc. corn. in Heilung	20	480	300	Pyogenes	—	—	— <sup>5)</sup>
50	"	Keratitis vesicul.	100	35	60	—	—	—	— <sup>6)</sup>
51	"	Keratitis parench.	1	4	50	—	—	—	— <sup>7)</sup>
52	"	Ulc. corn.	0	10	10	Pyogenes	—	—	— <sup>8)</sup>
53	"	Trachom	1	60	200	—	—	—	— <sup>9)</sup>
54	"	Ulc. corneae	0	0	0	—	—	—	— <sup>10)</sup>
55	"	Ulc. corneae	0	10	0	—	—	—	— <sup>11)</sup>
56	"	subconj. Luxation der Linse, sec. Glaucom	0	20	50	—	—	—	— <sup>12)</sup>
57	"	Ablatio retinae	0	180	260	—	—	—	— <sup>13)</sup>
58	Physiolog. Kochsalzverband	Catar. traumat.	74	200	600	Pyogenes	0	unzählige	
59	"	chron. Iritis	0	280	1100	Pyogenes	0	unzählige	
60	"	Ulc. corn. serp.	9	5	30	Pyogenes	15	350	390
61	"	Ulc. eczematos.	0	34	4	—	11	480	450
62	"	Kerat. parench.	10	135	2200	Pyogenes	520	2000	unzähl.

Salben: abwechselnd  $\frac{1}{2}\%$  gelb. Präcipität und  $\frac{1}{30}\%$  Sublimat.

1) Pat. wurde längere Zeit mit Salben behandelt.

2) " " " " " " " "

3) " " " " " " " "

4) Pat. wurde in letzter Zeit mit Salben offen behandelt.

5) " " " " " " " "

6) " " " " " " " "

7) " " " " " " " "

8) " " " " " " " "

9) " " " " " " " "

10) Pat. wurde in letzter Zeit mit Salben (Sublimatvaselin) offen behandelt.

11) " " " " " " " "

12) Pat. wurde in letzter Zeit mit verschiedenen Salben, ganz zuletzt mit Borvaselin behandelt.

13) Nach der ersten Impfung wird Sublimatvas. eingestrichen, anderen Tags zeigt sich Bindehautsack und Lidrand steril.

Nr.	Art des Verbandes	Erkrankung des Auges	Vor dem Verband Zahl der Kolon.			Pyogenes?	Nach dem Verband Zahl der Kolon.		
			Bindehautsack	Lidrand	Lidrand		Bindehautsack	Lidrand	Lidrand
63	Physiolog. Kochsalzverband	Glaukom	0	260	420	Pyogenes	210	unzählige <sup>1)</sup>	
64	"	Ulc. corn sept.	1	70	300	Pyogenes	110	300	360 <sup>2)</sup>
65	"	Catar. traum.	30	320	240	Pyogenes	25	730	600
66	"	Iritis chron.	120	1800	90	—	150	2400	2300
67	"	Keratitis vesic.	3	15	5	—	2	16	31 <sup>3)</sup>
68	"	Keratitis parench.	1	30	140	—	6	820	400 <sup>4)</sup>
69	"	Keratitis eczemat.	3	60	300	Pyogenes	300	1100	1100

1) Lidrand trocken, längere Zeit mit Eserin behandelt.  
2) seit 2 Tagen mit 1/2% gelb. Präc. behandelt.  
3) Schon längere Zeit mit Salben und Atrop. behandelt.  
4) " " " " " " " "

Anmerkung: Abgesehen von Fall 11 und 23 wurde stets der Bindehautsack zuerst abgeimpft.

Vergleichen wir die gewonnenen Resultate, so müssen wir vor allem berücksichtigen, dass durch diese Art des Abimpfens überhaupt kein absolut sicheres Urteil über den wirklichen Keimgehalt zu bekommen ist, aus verschiedenen Gründen und auch insbesondere, weil die Bedingungen für das Haften der Keime an der Platinöse nicht immer die gleich günstigen sind. So z. B. können wir annehmen, dass sich von einem trockenen Lidrande weniger Keime gewinnen lassen werden, nicht sowohl deswegen, weil überhaupt in der Regel an einem trockenen Lidrande weniger Keime angetroffen werden, als vielmehr deshalb, weil der vorher ausgeglühten Platinöse weniger Keime anhaften können, da die Feuchtigkeit, das beste Klebemittel zwischen Keim und Platinöse fehlt. Schon aus diesem Grunde empfiehlt es sich auch, zwei Platten vom Lidrand anzulegen.

Was nun unsere Versuche anlangt, so fällt vor allen wieder die schon oft erwähnte Thatsache in die Augen, dass der Lidrand die Hauptansiedelungsstätte für die Bakterien am Auge bildet, erst in zweiter Linie und selbst dann noch in viel ge-

ringerem Grade finden sie im Conjunktivalsack Unterschlupf. Dies ist ja ohne weiteres klar; denn die dem Auge genäherten Keime setzen sich für gewöhnlich zuerst am Lidrande fest, vermehren sich daselbst und gelangen dann erst in den Conjunktivalsack; hier aber werden sie teils durch die Thränenflüssigkeit, die ohne Zweifel baktericide Eigenschaften besitzt (*Bernheim, Hildebrandt, Bach*), wenn auch, wie man zugeben muss, nicht allen Bakterien gegenüber in gleich hohem Grade, getötet, teils durch den Lidschlag nach der Nase zu abgeführt, wie uns dies *Bach* durch seine eingehenden Untersuchungen klar vor Augen geführt hat. Jedenfalls ist immer der Keimgehalt des Conjunktivalsackes von dem des Lidrandes in gewissem Grade abhängig.

Was nun die Resultate der Wirkungsweise antiseptischer Verbände anlangt, so konnte man folgende Beobachtungen machen:

In der grösseren Mehrzahl der Fälle, in 50 0/0 der angestellten Versuche konnte eine oft ziemlich erhebliche Vermehrung der Keimzahl unter dem Verbande constatirt werden.

In 22,2 0/0 der Fälle (13, 19, 25, 28, 29, 35, 39, 44) konnte teilweise eine Vermehrung, teilweise eine Verminderung nachgewiesen werden.

In ca. 8 0/0 blieb sich das Resultat vor und nach dem Verband gleich.

Hingegen trat in ca. 19 0/0 der Versuche eine wirkliche Verminderung der Keimzahl unter dem Verbande ein. Doch muss in Erwägung gezogen werden, dass hiebei auch die Fälle 45, 46 mitgerechnet wurden, bei welchen jedesmal Sublimatvaseline ( $\frac{1}{30}$  0/0) in den Conjunktivalsack gebracht wurde und ausserdem das Lintläppchen noch mit derselben Salbe bestrichen wurde. In beiden Fällen musste das Sublimat direkt zur Wirkung kommen, was bei den anderen Versuchen nicht statthaben musste und wie es scheint, auch wirklich nicht der Fall war. Denn betrachten wir die Fälle 18, 24, 32, 33 und 43, bei denen tatsächlich sich nach dem Verbande eine Keimverminderung zeigte, so finden wir, dass 18, 24 und 33 schon seit längerer Zeit mit Salben behandelt wurden, und dass schon vor dem Verbande die Zahl der angegangenen Kolonien eine geringe war. Die nun erfolgte Verminderung glaube ich weniger der direkten oder indirekten Wirkung des Sublimatverbandes als vielmehr den vorher gegangenen therapeutischen Massnahmen und dem Umstande zuschreiben zu müssen, dass durch die Anlegung eines Verbandes,

es braucht aber kein antiseptischer zu sein, eine ectogene Infektion ausgeschlossen blieb. Auf letzteren Umstand sowie auf das starke Thränenträufeln glaube ich auch die im Fall 33 erfolgte Keimverminderung beziehen zu dürfen. Bezüglich des Falles 32 vermag ich nicht zu entscheiden, ob vielleicht die öfters erfolgte Einträufelung von Atropin und die dadurch bewirkte Vermehrung des Lidschlages oder irgend ein anderer Umstand es war, der die Keimverminderung verursacht hat, jedenfalls aber glaube ich nicht annehmen zu können, dass der antiseptische Verband, wenigstens soweit dabei das Antisepticum als solches in Betracht kommt, als einziges Moment oder in erster Linie in ursächlicher Beziehung zur Keimverminderung steht. Im Gegenteil, wir sind auf Grund der gewonnenen Resultate vollkommen berechtigt zu der Annahme, dass antiseptische Verbände keinerlei oder wenigstens eine nicht nennenswerte desinfizierende Wirkung auf Lidrand oder Bindehautsack ausüben.

Was die Wirkung der Verbände mittelst physiologischer Kochsalzlösung anlangt, so muss zunächst hervorgehoben werden, dass in keinem Fall eine Verminderung der Keimzahl nach dem Verbands eingetreten ist. Es scheint sogar, als ob unter einem derartigen Verbands sich die Keime erheblich schneller und zahlreicher entwickeln würden, als unter einem antiseptischen, woraus man auf eine desinfizierende Wirkung der letzteren schliessen könnte. Doch tritt diese desinfizierende Wirkung nicht immer mit Sicherheit ein, ist auch viel zu unerheblich, als dass man nennenswerte Vorteile von der Anlegung eines antiseptischen Verbandes erwarten dürfte.

Was den Einfluss trockner Verbände auf den Keimgehalt des Lidrandes und Bindehautsacks betrifft, so musste von vorneherein eigentlich erwartet werden, dass unter ihm die Bakterien sich ungestört weiter entwickeln und vermehren würden. Um so mehr wird es für den ersten Augenblick überraschen, wenn wir sehen, dass dies absolut nicht der Fall zu sein braucht, dass in einem Fall (4) sogar Sterilität, in einigen anderen teilweise Keimverminderung statt hatte. Der Grund hiefür liegt wohl in dem Mangel an feuchter Wärme, in der die Bakterien bessere Lebensbedingungen finden und die bei antiseptischen Verbänden oder solchen mit physiologischer Kochsalzlösung in hohem Grade vorhanden ist. Resumieren wir die gewonnenen Resultate, so müssen wir bekennen, dass wir absolut nicht im stande sind, durch An-

legung eines antiseptischen Verbandes, mögen wir als Antisepticum wählen, welches wir wollen, Lidrand oder Bindehautsack mit Sicherheit keimfrei zu machen, da auch unter antiseptischen Verbänden in der Mehrzahl der Fälle eine Keimvermehrung stattfindet und diese nicht einmal in erheblichem Grade hinter der Keimvermehrung bei einfach trockenen oder feuchten Verbänden zurückbleibt. Dabei will ich noch bemerken, dass die Keimvermehrung in allen unseren Fällen eine erheblich grössere gewesen wäre, wenn wir wie *Marthen* den Verband 24 Stunden andauernd liegen gelassen hätten. So aber musste durch den bei dem Verbandwechsel notwendigerweise stattfindenden Lidschlag ein Teil der Keime weggeschwemmt werden.

Aus den Versuchen, die angestellt wurden, um zu sehen, welchen Einfluss längere Zeit fortgesetzte Salbenbehandlung auf den Keimgehalt des Lidrandes und Bindehautsackes ausüben, konnte man die Beobachtung machen, dass die Keimzahl gegenüber den nicht mit Salben behandelten Fällen eine erheblich geringere war. Besonders scheint das Sublimatvaseline sich durch seine desinfizierende Wirkung auszuzeichnen.

Was nun den letzten Punkt unserer Untersuchungen betrifft, wie oft sich nämlich Eitererreger, speziell der *Staphylococcus pyogenes aureus et albus* in den zur Untersuchung herangezogenen Lidrändern und Bindehautsäcken vorfinden liess, so konnten wir denselben in 39 % der Fälle nachweisen. Es erscheint also nicht richtig, seine Anwesenheit im Bindehautsack oder Lidrand ausnahmslos anzunehmen. Oft aber kann er, wie dies auch schon von vielen Autoren betont worden ist, im völlig normalen Bindehautsack angetroffen werden. (12.)

---

## Literaturverzeichnis.

- Axenfeld, Th.*, Ueber die eitrige metastastische Ophthalmie, bes. ihre Aetiologie und prognostische Bedeutung. v. Gräfe's Arch. für Ophthalm. Bd. XL. III. Abt. 1894.
- Addario, C.*, Contributo allo studio anatomico della lepra oculare. Annali di Ophthalm. XXI.
- Babes*, Ueber Conjunctivitis diphther. Progr. med. Nr. 8. 20. fevrier 1886.
- Bacchi*, Ueber sympathische Ophthalmie. Bericht vom XI. international. medicin. Congiess zu Rom 1894.
- Bach, L.*, Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung des Pnenmoniecoccus in der Pathologie des Auges. Arch. f. Augenheilk. Bd. XXXI. 1895.
- Bach, L.*, Bacteriologische Untersuchungen über die Aetiologie der Keratitis et Conjunctivitis eczematosa nebst Bemerkungen zur Aetiologie, Einteilung und Prognose der Hornhautgeschwüre. v. Gräfe's Archiv für Ophthalm. Bd. XXXI. 1895.
- Bach, L.*, Ueber den Keimgehalt des Bindehautsackes, dessen natürliche und künstliche Beeinflussung sowie über den antiseptischen Wert der Augensalben. v. Gräfe's Archiv für Ophthalm. Bd. XL. 1894.
- Bach, L.*, Die tuberculöse Infection des Auges. Arch. f. Augenheilk. XXVIII. 1893.
- Bach, L.*, Experimentelle Untersuchungen über das Staphylococcusgeschwür der Hornhaut und dessen Therapie. v. Gräfe's Arch. f. Ophthalm. XLI. 1895.
- Baumgarten*, Tuberculose der Conjunctiva etc. v. Gräfe's Arch. f. Ophthalm. XXIV.
- Bernheim*, Ueber die Antisepsis des Bindehautsackes und die bacterienfeindliche Eigenschaften der Thränen. Beiträge zur Augenheilk. VIII. Heft. 1893.
- Bumm*, Der Microorganismus der gonorrhoeischen Schleimhauenerkrankungen. — Gonococc. Neisser. Wiesbaden 1895.
- Burchardt*, Ueber den Coccus, welcher die Ursache der Heratitis phlyctaenularis ist. Centralblatt für prakt. Augenheilk. 1887.
- Burchardt*, Ueber das Eczem der Bindehaut und Hornhaut des Auges. Dermatol. Zeitschr. von Lassar. Bd. I. Heft 4. 1894.
- Burchardt*, Die Behandlung des Tripperaugenflusses. Centralbl. für prakt. Augenheilkunde. Nov. 1893.
- Deutschmann, R.*, Ueber Pemphigus Conjunctivae und essentielle Bindehautschrumpfung. Beiträge zur Augenheilk. Bd. II. 1890.
- Deyl, J.*, Ueber einige Entzündungen des Augenlides. Verhandlungen der k. k. böhmischen Akademie zu Prag. 1891.

- Ernst*, Ueber den Bacillus Xerosis und seine Sporenbildung. Zeitschr. für Hygiene Bd. IV. 1888.
- Fick, E.*, Ueber Microorganismen im Conjunctivalsack. Wiesbaden 1887.
- Franke, E.*, Untersuchungen über die Desinfection des Bindehautsackes nebst Bemerkungen zur Bacteriologie desselben. v. Gräfe's Arch. XXXIX. 3.
- Fränkel u. Franke*, Ueber den Xerosebacillus und seine aetiologie Bedeutung. Arch. für Augenheilk. XVII. 2.
- Fuchs, E.*, Lehrbuch der Augenheilkunde. 3. Aufl. Verlag von Deutike. Leipzig und Wien 1892.
- Fuchs, E.*, Die ägyptische Augenentzündung. Wiener klin. Wochenschr. Nr. 12. 1894.
- Fuchs, E.* Tuberculose der Conjunctiva. Wiener med. Presse Nr. 15.
- Gaffky-Koch*, Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Aegypten und Indien gesandten Kommission.
- Gallenga, C.*, Generalita sui microorganismi dell' ochio in condizioni normale. Boll d'occulist IX. Nr. 15.
- Gasparini*, Della conjunctivite pneumococcica Not. prevent. Annal. di Ottalm. XXIII.
- Gasparini*, Il Diplococco di Fränkel in Pathologia oculare. Arch. d. Opth. 1885.
- Gerke*, Ein Fall von Croup der Bindehaut, Mund- und Rachenschleimhaut. 1892. Arch. f. Augenheilk. Bd. XXIV.
- Gifford, H.*, Ueber das Vorkommen von Microorganismen bei Conjunctivitis eczematosa u. and. Zuständen der Binde- und Hornhaut.
- Gillet de Grandmont*, De la nature microbienne des këratitis. Arch. d'Opth. XII.
- Goldschmitt, F.*, Zur Aetiologie des Sarcoms. Centralbl. für klin. Medizin.
- Gompert, V.*, Recherches experimentales sur les microbes des Conjunctives à l'état normal Travail du laborataire de Physiologie. Montpellier 1889.
- Hulenicki, W.*, Die leprösen Erkrankungen des Auges. Inaug.-Diss. Dorpat 1892.
- Kartulis*, Zur Aetiologie der ägypt. catarrh. Conjunctivitis. Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Jena I.
- Koch und Gaffky*, siehe *Gaffky*.
- Kucharsky, M.*, Zur Frage über den Microorganismus des Trach. Med. Chron. d. kauk. med. Gesellsch. Nr. 45.
- Kucharsky, M.*, Bacteriologisches über Trachom. Centralblatt für pract. Augenheilkunde. Aug. Sept. 1887.
- Kuchbert*, Die Xerosis conjunctivae und ihre Begleiterschein. Deutsch. medic. Wochenschr. 21. 22.
- Lachowicz*, Ueber die Bakterien im Conjunctivalsack des gesunden Auges. Arch. für Augenheilk. Bd. XXX. 1895.
- Larionow*, Demonstration eines Kranken mit Soor d. Conj, Sitzungsber. d. kauk. med. Gesellschaft.
- Leber*, Die Bedeutung der Bacteriologie für die Augenheilkunde. Bericht des VII. internat. Ophthalm. Congr. zu Heidelberg.
- Leber*, Ueber die Xerosis der Bindehaut und der infant. Hornhautverschwärung v. Gräfe's Arch. für Ophthalm. XXIX. 3.
- Leber*, Die Xerosis der Conjunctiva und Cornea kleiner Kinder. Ebendas.

- Marthen*, Experimentelle Untersuchungen über Antisepsis bei Augenoperationen und die Bacteriologie des Conjunctivsackes. Beiträge zur Augenheilkunde XII. Heft. 1894.
- Michel*, Lehrbuch der Augenheilkunde. 2. Aufl. 1890. Wiesbaden.
- Michel*, Der Microorganismus der sog. ägyptischen Augenentzündung. Trachomcocc. Arch. für Augenheilk. XVI. 3 u. 4.
- Michel* und *Rindfleisch*, siehe *Rindfleisch*.
- Morax*, Recherches bactériologiques sur l'étiologie des conjunctivites aigues et sur l'asepsie dans la chirurgie oculaire. Societé d'édition scientif et thèse de Paris. 1894.
- Morelli*, Annales de la Universidad de Montevideo mois de juin. 1892. Nr. 2. Th. III.
- Moritz*, Zur Kenntnis der Conjunctiv. fibrinos. Inaug.-Diss. Leipzig 1893.
- Neisser*, Die Micrococcen der Gonorrhoe. Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 20. 1882.
- Neisser* und *Kuschbert*, Zur Pathologie und Aetiologie der Xerosis epithelialis conjunctiv. und der Hemeralopia idiopathica.
- Parinaud*, Conjunctivite lacrymale à pneumocoques des nouveaux-nés. Annales d'oculistique. Dez. 1894.
- Parinaud*, Tuberculose primitive de la conjunctive etc. Gaz. hebdomadaire de médecine et de chirurgie. XXI.
- Perles*, Experimentelles zur Lehre von den Infektionskrankheiten des Auges. Arch. für pathol. Anat. Bd. 140 Heft 2.
- Pfeiffer*, Tuberkelbacillen in der lupös erkrankten Conjunctiva. Berliner klinische Wochenschr. Nr. 28. 1893.
- Rindfleisch-Michel*, Ueber septische Impferkeratitis. Verhandl. der phys.-med. Ges. Bd. XXII 1888. Würzburg. Verlag von Stahel.
- Rhein*, Ueber primäre Tuberculose der Conjunctiva. Münchn. med. Wochenschr. Nr. 13, 14.
- Sattler*, Untersuchungen über das Trachom. Bericht über den Ophthalm. Congr. Heidelberg 1882.
- Sattler*, Ueber Bacillen. Bericht über die 21. Versammlung der ophthalm. Ges. Heidelberg 1891.
- Sattler*, Ueber die Natur des Trachoms und einiger anderer Bindehautkrankheiten. Ber. der Heidelb. ophthalm. Gesell. 1881.
- Sattler*, Weitere Untersuchungen über das Trachom nebst Bemerkungen über die Entstehung der Blenorrhoea und über Therapie. Bericht der ophthalm. Gesellsch. Heidelberg 1882.
- Sattler*, Die Bedeutung der Bacteriologie für die Augenheilkunde. Bericht des VII. internat. ophthalm. Congress zu Heidelberg.
- Schürmer, O.*, Zum klinischen Bilde der Diphtherie-Bacillen Conjunctivitis. Münchn. med. Wochenschr. 1894.
- Schmidt, E.*, Beobachtungen über Kulturen und Impfungen von Trachom Microorganismen. Ruskoje Medicina Nr. 4.
- Schmidt, E.*, Ueber die Microorganismen beim Trachom und einigen anderen mycot. Bindehautkrankheiten. Dissertation. St. Petersburg.

- Schmidt Rimpler*, Pemphigus der Conjunctiva. Klin. Monatsblatt für Augenheilk.
- Schleich*, Zur Xerosis conjunctivae. Mittheil. aus der ophth. Klinik. Tübingen II. 1884.
- Silvestri*, A., Experimentelle Untersuchungen über sept. Keratitis. v. Gräfe's Arch. XXXVII. Bd. II.
- Santos Fernandez*, Los microbios del vjo eu estade fisiologilo. Cornica medico quirurgico de la Habana 1891. Nr. 3.
- Shongolowicz*, D., Zur Frage von den Microorganismen des Trachoms. St. Petersburg. med. Wochenschrift. 28—30.
- Sourdille*, E'tude clinique, bactériologique et thérapeutique sur la Diphthérie oculaire. Archives d'ophth. th. XIII. Nr. 12. 1893.
- Stepanow*, E., Ueber Impfungen von Rhinosclerom. Vol. Mitt. Medicinskoje Obocrenje XXX. 20. 1888.
- Stölting*, Ueber Tuberculose der Conjunctiva. v. Gräfe's Archiv XXXII. 3.
- Uhtoff*, Ein weiterer Beitrag zur Conjunct. diphther. Berl. klin. Wochenschr. 1894. 34.
- de Vincentiis*, Actinomicosi conjunctivale. Lavori de clin. ocul. d. R. Univ. di Napoli. vol. III.
- Weeks*, Xerosis Conjunctivae bei Säuglingen und Kindern. Arch. f. Augenheilk. XVII. 2.
- Weeks*, Der Bacillus des acuten Bindehautcatarrhs, Ebend. 3.
- Weeks*, J. E., Bacteriologische Untersuchungen über die in der Augenheilkunde gebrauchten Antiseptica. Arch. f. Augenh. XIX. 1889.
- Wilbrand-Sänger-Stälin*, Untersuchungen über eine Conjunctivitisepidemie. Jahresbericht der Hamburg. Krankenanstalten. Jahrg. 1891/92.
- Woods*, H., Ueber Conjunct. diphther. Med. Record. 1892. 8.

# Protoplasma-Structur in Vorderhirnzellen der Eidechse.

Von

Dr. BUEHLER,

I. Assistent an der Anatomie in Würzburg.

(Mit 3 Tafeln.)

---

Wenn ich es unternommen habe, die Structurverhältnisse des Protoplasmas in Ganglienzellen zu studieren, so ist meine Absicht, nicht sowohl einige zum Teil nebensächliche Differenzen in den Anschauungen der Autoren auf diesem Gebiete durch controllirende Nachprüfungen zu beseitigen, ich will vielmehr feststellen, ob Structurprincipien, wie sie in neuester Zeit für andere Zellen aufgestellt wurden, ebenso für Ganglienzellen, wenn auch vielleicht modificirt, zutreffen oder nicht.

Ich habe dabei vor allen Dingen Verhältnisse im Auge, die, wenn sie auch zum Teil wenigstens vorher von Anderen gesehen worden sind, zuerst von *M. Heidenhain* nach jeder Hinsicht exact beschrieben und bestimmt erklärt worden sind. Derselbe ist auf Grund sehr eingehender Untersuchungen, hauptsächlich an Leucocyten von Salamander und Kaninchen, zu dem Ergebnisse gelangt, dass die Vorgänge, wie sie in den letzten 20 Jahren im Zellenprotoplasma als Begleiterscheinung der Kernteilung in der Mitose bekannt geworden sind, nichts der Zellteilung speciell Eigentümliches, sondern in allen Teilen auf die Structur der ruhenden Zelle gegründet sind. Und diese Protoplasmastructur nimmt nicht nur sehr wesentlichen activen Anteil an der indirecten und directen Zellteilung, sondern sie bildet auch die Grundlage des inneren Aufbaues der Zelle. Dass wir in seinen einschlägigen Arbeiten auch sehr sorgfältigen und schönen Detailangaben über die histologischen Bestandteile des Protoplasmas der genannten Zellen (sowie auch der Riesenzellen des Knochenmarkes beim Kaninchen) begegnen, braucht kaum gesagt zu werden.

## Historisches.

In den nachstehenden Zeilen will ich versuchen, ein Bild zu geben von dem Entwicklungsgang, den unsere Kenntnisse von den ebenerwähnten Protoplasmastructuren genommen haben. Es liegt mir dabei fern, eine pünktliche Registrierung alles dessen zu geben, was auf dem berührten Gebiete immer zu Tage gefördert wurde; ich beschränke mich darauf, diejenigen Daten zu bringen, die einen Fortschritt bedeutet haben und Grundlage für weitere Forschung darboten.

Die erste schöne Beschreibung der Protoplasmastructur während der Zellteilung verdanken wir *E. van Beneden* (5), und da seine vom Ascarisei gegebene Schilderung alles Wesentliche in seinen Grundzügen enthält, kann ich nichts Besseres thun, als seinen Worten zu folgen. Nachdem er gezeigt hat, wie sich die chromatische Substanz der beiden Vorkerne in der Äquatorialplatte zum Mutterstern ordnet, schreibt er pag. 548 seiner „Recherches sur la Fécondation etc.“: „Il apparaît a chacune des extrémités d'une axe perpendiculaire au plan équatoriale, dans lequel siège l'étoile formée par les anses chromatiques, un corps clair délimité par un cercle de granules achromatique. Ce corps sphéroïdale est formé d'une substance plus homogène que le vitellus ambiant; il présente en outre une affinité plus grande pour le carmin. Il s'agit donc d'une formation morphologique distincte et je propose de désigner ces corps sous le nom des sphères attractives. Au centre de chacune des sphères se voit un globule ou une groupe de globules différenciés auxquels je conserve le nom de „Corpuscule polaires“. De chaque corpuscule central partent radiairement, dans toutes le directions, des lignes très-fines, qui paraissent rattacher au corpuscule polaire les grains achromatiques du contour de la sphère attractive. Mais ces lignes se prolongent au delà les limites de la sphère jusques dans le protoplasma vittelin, auquel elles donnent une structure radiaire. Tantôt tous les rayons divergents de l'étoile sont également pâles dans les limites de la sphère attractive; mais par fois quelques rayons dirigés vers le disque équatoriale sont plus apparents que les autres. Ils forment alors avec le corpuscule polaire vers lequel ils convergent une figure en éventail.“

In seiner späteren gemeinschaftlich mit *Neyt* bearbeiteten Abhandlung (6) über denselben Gegenstand heisst es, dass die Attractionssphären aus zwei Schichten bestehen. Eine „zone médullaire“ umgibt die Polkörperchen oder wie er sie auch nennt „Corpuscules centraux“, und ist durch eine Lage feiner Körner von der äusseren „zone corticale“ getrennt, von welcher sie sich auch durch grössere Helligkeit auszeichnet. An den „Radiärstrahlen“ (*Flemming*) lassen sich verschiedene Gruppen unterscheiden: „Toutes les fibrilles des asters ne sont pas également épaisses; de la même façon qu'il existe deux cônes différenciés dirigés vers l'équateur qui forment ensemble le fuseau achromatique, et que nous appelons cône s p r i n c i p e a u x, chaque cône principale répondant à un demi fuseau, de même il existe des cônes antipodes dont les centres répondent aux corpuscules centraux, tandis que leurs bases sont dirigées vers les pôles de la cellule en voie de division.“ (6. p. 265). Letztere sowohl wie ein grosser Teil der übrigen Strahlen erreichen die Zelloberfläche, während ein anderer Teil an einer Curve endigt, die parallel zum „cercle polaire“. Oberfläche und Aequatorialplatte verbindet. Alle radiären Fibrillen inseriren convergirend an den Körnern der Grenze zwischen Attractionssphäre und übrigem Protoplasma. Eine kleinere Anzahl Fäden heftet diese Körner an die Granula zwischen Marksicht und Corticalschicht der Sphäre, welch' letztere Granula ebenfalls wieder durch radiäre Fibrillen mit den Polkörperchen verbunden sind. Die Zusammensetzung der Fäden wird als perlschnurartig geschildert derart, dass Knötchen mit schwächeren Verbindungsstücken abwechseln, und es wird ihnen unter Vergleichung mit der quergestreiften Muskelfaser Contractilität zugeschrieben. Die gesammte Attractionssphäre sowie die grosse Mehrzahl der Radiärfibrillen wird als zum Protoplasma gehörig angesehen; nur von der Spindelfigur wird eine Bildung aus dem Kern als möglich angenommen.

Damit haben *van Beneden* und *Neyt* im Wesentlichen Alles gesagt, was über das feste Protoplasmaegerüst während der Mitose bekannt ist. Ich habe ihre Angaben so ausführlich berücksichtigt, weil ich später darauf werde zurückkommen müssen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass eine radiäre Anordnung im Protoplasma vorher von *Oelacher* (33) bei der Teilung von Furchungszellen im Forellenkeim, von *Bütschli* (10) bei der Eiteilung von *Rhabditis* von *Fol* (21), *Flemming* (15) u. A. eben-

falls bei Eiteilungen gefunden worden war. Später fand *van Beneden* (3) diese Polstrahlungen an Zellen der Keimblase vom Kaninchen; *Bütschli* (11) entdeckte an Nematodeneiern die Kernspindel und *Strassburger* (40) dieselbe fast gleichzeitig an Pflanzenzellen. In Gewebszellen fand sie *Mayzel* (30) zuerst an Endothelien der Froschhornhaut. *Van Beneden* (4) entdeckte zuerst bei Dicyemiden die Polkörperchen, *Flemming* (16) fand die achromatische Spindel in Gewebszellen von Salamander und schliesst auf ihr allgemeines Vorkommen; er führte die bei der indirecten Teilung zum Teil schon früher bekannten chromatischen Figuren in ein System und legte damit die Grundlagen, auf welchen heute unsere Anschauungen von der Mitose beruhen.

Auf Grund der angeführten Beobachtungen musste die Frage entstehen, was das Erscheinen jener Protoplasmafiguren bei der Teilung veranlasst, ob sie lediglich dem Teilungsakte selbst zukommen, oder wenn nicht, auf welche Verhältnisse im ruhenden Protoplasma sie zurückzuführen sind. Schon *van Beneden* spricht sich in seinen „Recherches sur la fécondation etc.“ dahin aus, es sei wahrscheinlicher anzunehmen, dass die radiirten Fibrillen und diejenigen der Spindel vorgebildete Fäden sind, die während der Zellteilung deutlicher werden, als ein Ausströmen (émission) derselben auf Kosten eines Polkörperchens zu vermuten. Ebenda beschreibt er im Protoplasma des Samenkörpers eine doppelte Streifung, deren Elemente senkrecht zu einander liegen. Die eine, oft radiär aber wohl auch annähernd parallel, wird verursacht durch Fäden, die in regelmässigen Abständen Verdickungen tragen. Durch Querverbindung unter den letzteren würde die zweite Form der Streifung bedingt. Aehnliche Fäden finden sich im Ei auf den Mittelpunkt desselben centrirt. Diese Vorkommnisse stellt er in morphologische Parallele zu der Polstrahlung während der Teilung.

In seiner späteren Arbeit (6) hat er mit *Neyt* beschrieben, wie nach der vollzogenen ersten Eifurchung durch Zweiteilung der Pole, d. h. der Polkörperchen und der Attractionssphären, die Attractionscentren für die folgende Teilung gebildet werden und kommt zu dem Schluss: Die Attractionssphären (und damit auch die Polkörperchen) bilden bleibende Zellorgane. Sie stehen der Teilung der Zelle vor.

Gleichzeitig mit den Beiden und unabhängig von ihnen ist *Boveri* (7, 8) durch Arbeiten an demselben Object zu ähnlichen

Resultaten gekommen. Das Centrosoma, wie er den runden Körper im Centrum der Polstrahlung nennt, leitet durch Zweiteilung die Zellteilung ein und ist als dauerndes Zellorgan zu betrachten. Gleichzeitig war er der Erste, der in fester Form eine Lehre von der Begründung der Strahlenfigur im ruhenden Protoplasma brachte. Er stellte die Ansicht auf, dass eine spezifische Substanz, das „Archoplasma“, während der Zellenruhe in körnigem Zustand im übrigen Protoplasma verstreut, zur Zeit der Teilung infolge einer vom Centrosoma ausgehenden Anziehung sich zu Fibrillen ordnet, die auf dieses centriert sind. Diese Fibrillen treten zuerst in der Umgebung des Centrosomas auf und wachsen peripherwärts.

*Rabl* (34) fand bei Leucocyten vom Triton, dass nach vollendeter Zellteilung die polare Delle im Kern sich lange erhält, und dass an dieser Stelle im Zelleib eine durch starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnete Stelle sich findet, die er für das erhalten gebliebene Polkörperchen oder die Attractionssphäre hält. Weiter gelangt er auf Grund theoretischer Betrachtungen dahin, anzunehmen, dass „alle geformten Bestandtheile der Zelle — abgesehen natürlich von den etwaigen secundären Einlagerungen — gegen das Polkörperchen centriert sind“ (34 pag. 25). „Eine Contraction sämtlicher geformter Bestandteile“ (p. 26) würde dann eine Teilung der Zelle einleiten, wobei es zuerst zur Halbierung des Polkörperchens kommt, dann zur Spaltung der an dasselbe gehefteten Spindelfigur, infolge dessen zur Teilung der chromatischen Fäden und endlich zur Trennung der Zelle.

*Solger* (38) fand in Pigmentzellen der Fische einen pigmentlosen hellen Fleck: die Attractionssphäre in ruhenden Zellen.

*Flemming* (19, 20) war der Erste, dem es gelang, in ruhenden Zellen Centralkörper aufzufinden. Seine Objecte waren die Zellen des Netzes und die Leucocyten von Salamander. Bei letzteren hat er auch deutliche Attractionssphären im Sinne *van Beneden's* beschrieben. Er fand die Centralkörper öfter doppelt als einfach.

Dasselbe constatirt kurz darauf auch *Heidenhain* (23) von Leucocyten im Salamanderdarm. Zuweilen findet er ausser den beiden Centralkörperchen noch ein drittes, kleineres „Nebenkörperchen“. Drei Centralkörperchen, selten auch vier, findet er in ruhenden Lymphocyten vom Kaninchen, in den Riesenzellen

des Knochenmarkes desselben Thieres sind sehr zahlreiche gewöhnlich in Gruppen liegende Centralkörper vorhanden. Die Centralkörper vermehren sich durch Knospung (25).

Bei *Heidenhain* (24, 25) findet sich auch der Nachweis, dass die centrirten Fibrillen sich keineswegs auf die Attractionssphäre beschränken, sondern als „organische Radien“ ein das gesammte Zellprotoplasma durchsetzendes System bilden, dessen Insertionsmittelpunkt der Centralkörper oder besser gesagt, die Centralkörpergruppe — das „Microcentrum“ (*Heidenhain*) — bildet. Die organischen Radien sind Fäden, in welchen stärker färbbare Partien mit farblosen abwechseln, die sich einerseits an einen Centralkörper oder ein Microsoma der Grenzschicht der Attractionssphäre, andererseits an die Zelloberfläche anheften. In ihrer elastischen Contractilität beruhen die Bewegungsvorgänge des Zellprotoplasmas sei es bei der Lokomotion, sei es bei der Zellteilung. In dies Radiensystem ist der Kern eingeschoben, der dadurch natürlich auch seinerseits den in den Fibrillen liegenden Kräften unterworfen ist. (25, 26.)

Die Erreichung dieser Resultate wurde ihm ermöglicht durch eine sorgfältige Anwendung theils bekannter theils neuer Färbemethoden, unter welcher letzteren namentlich seine schöne Methode zur Auffindung der Centralkörper alle Beachtung verdient. (25.)

Mit diesen letzten Angaben bin ich allerdings aus dem Bereich des Historischen herausgetreten und auf ein Gebiet gelangt, das heute noch mitten in der Discussion steht. Ich bin so weit gegangen, um klar zu legen, auf welchem Boden ich überhaupt zu bauen gedenke. Das ist natürlich nicht so zu verstehen, als ob ich von vorneherein mit der Absicht ans Werk gegangen sei, die Ansichten *Heidenhains* nun auch an Ganglienzellen zu beweisen, sondern in dem Sinne, wie ich es zu Anfang dieses Aufsatzes ausgesprochen habe.

Was seit den Arbeiten *Heidenhains* diesbezüglich Neues gebracht worden ist, werde ich, soweit es hierher gehört, später berücksichtigen.

Es erübrigt mir noch, einige Forschungen auf dem Gebiete der Nervenzellenstructur hervorzuheben. Ich beschränke mich auch hier auf einen kurzen Ueberblick, der auf Vollständigkeit keinen Anspruch macht.

*Remak* (35) beschrieb als erster vom Krebs concentrisch fibrilläre Streifung in Ganglienzellen. Später (36) schildert er in Ganglienzellen vom Rochen eine doppelte Faserung: oberflächliche Fasern, die in die Ausläufer gehen, tiefer gelegene, concentrisch zum Kern gelagert. Dann will *Stilling* (39) in Ganglienzellen einen sehr complicirten Bau gesehen haben, derart dass die einzelnen Teile durch Röhren miteinander zusammenhängen und auch der Axencylinder durch Röhren mit dem Kernkörperchen verbunden sei. Letzteres wurde auch von *Frommann* (22) und *Arnold* (1) geschildert. Diese Ansichten wurden indessen wieder verlassen; dagegen wurde der fibrilläre Bau der Ganglienzelle von *M. Schultze* (in 12, 37) bestätigt und als für Ganglienzellen typisch aufgestellt. Er bildet in seiner Beschreibung vom Bau der Nervenzellen zwei solche ab, die seine Befunde schön illustriren, eine vom Grosshirn des Kalbes, eine andere aus dem electricischen Lappen des Gehirns vom Torpedo. Letztere, welche er als besonders geeignetes Objekt aufstellt, zeigt in der Umgebung des Kerns eine zu diesem concentrische Streifung; ausserdem finden sich Fibrillen, die ohne mit dem Kern in Berührung zu stehen, vom Zellkörper aus in alle Fortsätze, auch in den Axencylinder, ausstrahlen. Darunter finden sich solche, die, durch den Zellkörper hindurchgehend, die Ausläufer unter einander verbinden. „Die Fibrillenstructur nimmt man am Deutlichsten in der Rinde der Ganglienzellen wahr, sie erstreckt sich jedoch unzweifelhaft auch in die Tiefe“ (37 p. 128). Zwischen den Fibrillen liegt eine feinkörnige Substanz und in vielen Fällen Pigment. Nach ihm ist die Anschauung von der fibrillären Structur der multipolaren Ganglienzelle des centralen Nervensystems vielfach bestätigt worden und findet sich auch in neuester Zeit in den Lehrbüchern vertreten [vgl. v. *Kölliker* (28)].

Demgegenüber nimmt *Flemming* (17, 18) für Spinalganglienzellen einen anderen Bau in Anspruch. Das Protoplasma ist erfüllt von zahlreichen kurzen gewundenen Fädchen, an deren Knickungsstellen stärker lichtbrechende Körnchen sitzen; zu einer gröberen Architectur der Zelle ordnen sich diese Elemente nicht. Die in den Ganglienzellen der Centralorgane als Fibrillen gedeuteten Streifen sieht er nicht als scharfe Linien, sondern „rauh begrenzt, wie fein gekörnt, hie und da unterbrochen“. (17 p. 15)

In neuerer Zeit haben *Nissl* (31, 32) und nach ihm *von Lenhossék* (29) und andere den Standpunkt vertreten, dass von

einer allgemein fibrillären Structur auch in Ganglienzellen der Centralorgane nicht die Rede sei. Eine solche werde vielmehr dadurch vorgetäuscht, dass „kürzere körnchenartige Bildungen, stellenweise auch derbere Schollen oder kleine stäbchenförmige Körperchen, die in eine Grundmasse in dichter Lagerung eingebettet sind“ (29 p. 147), häufig namentlich gegen die Zellperipherie hin concentrische Anordnung zeigen. Die Hilfsmittel dieser Autoren sind Alkoholfixirung und verschiedene Anilinfarben; von *Lenhossék* empfiehlt zur Fixirung auch Formol. Erwähnt mag werden, dass dieser letztere Forscher auch für Spinalganglienzellen lediglich eine feinkörnige Structur gelten lässt und damit der *Flemming'schen* Anschauung entgegentritt.

Mit diesen wenigen Worten glaube ich den Forschungsgang und den heutigen Stand in der Erkenntniss der Protoplasmastructur von Ganglienzellen in den Hauptzügen gekennzeichnet zu haben, und es wird sich im weiteren Verlauf meiner Arbeit erweisen, in welchen Punkten sich Parallelen zu den Erfahrungen anderer Autoren ergeben.<sup>1)</sup>

## T e c h n i s c h e s .

Dass ich als Untersuchungsobject die Eidechse wählte, hat seinen Grund darin: ich hoffte in dem relativ hochstehenden Gehirne dieses Tieres Zellen zu finden, die im Princip den Character der Ganglienzelle bei den bestentwickelten Tierformen tragen, ohne doch durch allzu grosse Complication die Untersuchung zu sehr zu erschweren. Die letztere Voraussetzung habe ich erfüllt gefunden; ob die erste auch zutrifft, wird die Zukunft lehren.

Meine Beschreibung hält sich fast ausschliesslich an das, was ich in den Ganglienzellen der Vorderhirnrinde bei der erwachsenen geschlechtsreifen *Lacerta agilis* männlichen und weiblichen Geschlechts gefunden habe. Dass im Bau der Ganglienzelle Geschlechtsunterschiede sich zeigen würden, war von vorneherein nicht anzunehmen und hat sich auch in keiner Weise herausgestellt.

---

<sup>1)</sup> Von einer hierher gehörenden Entdeckung *v. Lenhossék's* werde ich unten zu reden Gelegenheit finden.

Dem Zwecke meiner Untersuchungen entsprechend wählte ich diejenigen Untersuchungsmethoden, die bisher auf dem Gebiete der feinen Protoplasmastructur bei anderen und mir die besten Resultate geliefert haben.

Ich fixirte mit concentrirter Sublimatlösung in Temperaturen von 35°, sowie mit *Flemming'scher* Lösung. Dass wir in diesen beiden Mitteln das Ideal einer Fixierungsmethode noch lange nicht erreicht haben, brauche ich nicht zu sagen. Ebenso weiss Jeder, der irgend an Ganglienzellen gearbeitet hat, wie schwer es gelingt, dieselben, speciell im Gehirn, gut zu fixiren. So darf es denn auch nicht verwundern, wenn meine Präparate nicht tadellos sind. Immerhin leisten die beiden genannten Fixationsflüssigkeiten für den Zweck, den ich verfolge, noch am meisten von allen und ich hoffe, meine Abhandlung wird zeigen, dass auch ich sie nicht ohne Erfolg angewandt habe.

Man wird fragen, warum ich nicht diejenigen Mittel angewandt habe, welche frühere Forscher auf dem Gebiet des Ganglienzellenstudiums benutzten. Ich könnte darauf antworten: weil die von mir angewandten Methoden meinem Zwecke genügten. Doch nein, ich habe auch andere Untersuchungsmethoden zu Rate gezogen. Ich habe auch *Golgis* Färbung in Anwendung gebracht, um mir über die äussere Form der Zellen, über die Natur der Ausläufer, über den Verlauf des Axenfortsatzes Rechenschaft zu geben. Dass aber daraus irgend welche Aufschlüsse über den inneren Bau der Zelle nicht resultiren würden, war von vorneherein selbstverständlich. Ich habe Ganglienzellen frisch isolirt, ich habe Isolationen vorgenommen in  $\frac{1}{3}$  Alcohol und Chromsäure. Ich habe untersucht nach Methyleneblauinjection in die Bauchhöhle des lebenden Tieres und Ganglienzellen lebensfrisch und getrocknet mit Methyleneblau gefärbt und mit und ohne Zusatz von pikrinsaurem Ammoniak betrachtet. Doch hat keine dieser Methoden für meinen Zweck das leisten können, was möglichst feine Schnitte, wie sie natürlich nur am fixirten Präparat erhältlich sind, zu zeigen im Stande waren.

Man mag mir vorwerfen, dass ich zwei bisher allgemein auf Nervenzellen angewandte Fixierungsmittel ausser Acht gelassen habe: die *Müller'sche* Flüssigkeit und den von *Nissl* und *v. Lenhossék* neuerdings wieder empfohlenen Alcohol. Dem gegenüber verweise ich auf das Anfang dieses Aufsatzes auseinandergesetzte Ziel meiner Arbeit. Es haben sich die beiden genannten

Mittel als zur Darstellung der gesuchten feinsten Protoplasma-structuren als durchaus unzureichend erwiesen und die Bilder, die wir hievon in anderen Geweben erhalten, sind nicht geeignet den Verdacht zu zerstreuen, dass sie auch in Ganglienzellen Kunstproducte erzeugen werden.

Wenn ich nun angeben soll, welches der beiden angewandten Fixierungsmittel, das Sublimat oder *Flemming's* Lösung, den Vorzug verdient, so ist die Antwort schwierig. Die Entscheidung, welche Wirkung am meisten dem natürlichen Zustand der Zelle Rechnung trägt, lässt sich nicht fällen, weil, wie schon angedeutet, die lebensfrische Zelle die feinsten Strukturverhältnisse nicht erkennen lässt. Die Grössenverhältnisse indessen stimmen bei beiden mit dem frischen Präparat überein. So viel scheint mir aus meinen Beobachtungen hervorzugehen, dass das Bild, wie es die *Flemming's*che Fixirung giebt, was das Aussehen des Protoplasmas anbetrifft, besser mit den Bildern übereinstimmt, wie sie die lebensfrisch ungefärbt oder mit Methylenblaufärbung ohne weitere Reagentien untersuchten Zellen geben. Weiter könnte für diese Fixirung sprechen, dass die Oberfläche des Gehirns bei ihrer Anwendung glatt bleibt wie im Leben, während sie mit Sublimatfixirung wellig wird. Dieser letzte Umstand ist wohl auf eine Schrumpfung der Ependymfasern zurückzuführen. Ein grosser Uebelstand der ersteren Fixirung ist aber der: es erweitern sich durch Quellung die pericellulären Räume sehr, wodurch es oft zu Zerreissung von Zellen oder doch zum Abreissen von Fortsätzen, hauptsächlich Axencylindern, kommt. Das Sublimat scheint in dieser Beziehung schonender zu wirken und vermag überhaupt auch manches Detail besser zur Anschauung zu bringen. Doch führt es wiederum weit öfter als Chromosmiumessigsäure zu Zerreissungen und Substanzauflösung in der Protoplasmastructur und manchmal zu Schrumpfungen im Kern. Immerhin leisten beide Methoden ergänzend und controllirend angewandt auch an Ganglienzellen recht Brauchbares und principiell Uebereinstimmendes.

Vorbedingung für ein erfolgreiches Studium der feinen Protoplasmastructuren sind dünne Schnitte. Ich habe mir solche in der Dicke von 3, 4, 5 und 8  $\mu$  hergestellt. Mit noch dickeren Schnitten wird man, wenigstens bei höheren Wirbeltieren, kaum Glück haben, sind doch schon diejenigen von 8  $\mu$  für unseren Zweck reichlich dick. Das Erkennen der feinsten Einzelheiten

erfordert eine sehr intensive Färbung des Protoplasmas, die nur bei dünnen Schnitten noch die Durchsichtigkeit und Klarheit des Bildes bewahrt. Dafür gibt diese Art der Vorbereitung die Möglichkeit, mit einer Vergrößerung von 1500 noch recht bequem arbeiten zu können, gute Systeme natürlich vorausgesetzt.

Als Färbemittel wurden solche verwandt, von denen sich eine gute Färbung des Protoplasmas erwarten liess, und es zeigten sich dabei eine Reihe von Anilinfarben: wie Bordeaux-Rot, Anilinblau, Methylgrün, Thionin etc. als durchaus leistungsfähig. Alle diese Farben wurden in stark verdünnten wässerigen Lösungen angewandt, wobei es sich zeigte, dass die Sublimatpräparate für die meisten Farben empfänglicher sind als diejenigen der *Flemming'schen* Lösung. Doch nehmen auch die letzteren bei längerer Dauer der Einwirkung die Farben gut auf; zur Anwendung von Anilinblau und Bordeaux-Rot bereitet man sie am besten dadurch vor, dass man sie vorher, etwa mit schwach salzsaurem Alkohol, ansäuert. Bedingung für Chromosmiumpräparate ist, dass dieselben gründlich ausgewaschen worden sind.

Bemerkenswert ist, dass Farben wie: Methylgrün, Thionin, Safranin, Bismarkbraun, Farben, die vorzugsweise als Kernfärbemittel in Anwendung kommen, wenn man sie durch lange Alkoholbehandlung auszieht, von den Ganglienzellen länger festgehalten werden als vom Grundgewebe, so dass man auf einer gewissen Stufe der Extraction eine annähernd reine Färbung der Ganglienzellen erhält. Dasselbe tritt ein, wenn man Anilinblau- oder Bordeauxrot-Präparate mehrere Stunden in gewöhnlichem Leitungswasser lässt, wobei wohl die Alkalien des Wassers jene sauren Anilinfarben allmählig neutralisieren.

In ausgiebiger Weise brachte ich auch die *Heidenhain'sche* Eisen-Hämatoxylinmethode (25) für Centralkörperfärbungen in Anwendung. Wenn ich auch gelegentlich mit anderen Methoden gute Färbungen von Centralkörpern erhalten habe, so ist doch die Methode *Heidenhains* die sicherste und diejenige, welche die Centralkörper am schönsten in Erscheinung bringt. Auch hat sie gegenüber anderen Methoden den Vorzug, dass man nach genügender Differenzierung unbeschadet der Centralkörperfärbung beliebig andere Farbstoffe, am besten aus der Anilingruppe, in Anwendung bringen kann. Ich ziehe in Combination mit der *Heidenhain'schen* Färbung die roten Farbstoffe andern vor, weil die damit gefärbten Gebilde gegen die schwarzen Centralkörper

scharf contrastiren. Weniger ist dies bei blauen Farben der Fall. Es wird im Gegenteile gerade das Thionin, wenn man damit die nötige Intensität der Tinction erreichen will, von einigen Protoplasmabestandteilen sehr energisch aufgenommen, so dass dieselben vollständig dunkel erscheinen und in der Farbe von Centralkörpern schwer zu unterscheiden sind. Dasselbe ist in noch höherem Maasse bei braunen Farbstoffen der Fall. Ich habe daher fast stets Bordeauxrot, das ja auch von *Heidenhain* selbst als das geeignetste Mittel empfohlen wird, zur Vorfärbung benützt.

Nach geschehener Centralkörperfärbung habe ich die Präparate, die, besonders bei Chromosmium-Präparaten, im Protoplasma häufig zu blass erschienen, einer Nachfärbung unterzogen. Es lässt sich dieselbe entweder wieder mit Bordeauxrot bewerkstelligen oder besser und schneller mit Safranin oder Rubin, welches letzteres ich auf Anraten von *M. Heidenhain* versuchte und für meine Zwecke vorzüglich fand. Die Farblösung wird fast bis zur Farblosigkeit verdünnt angewandt und, wie auch das zum Auswaschen benutzte destillierte Wasser und der absol. Alkohol sehr schwach mit Essigsäure versetzt. Dabei machte ich die Erfahrung, dass, wie für andere Farbstoffe schon gesagt wurde, auch hier die Sublimatpräparate sich viel leichter färben als die Chromosmiumpräparate. Doch auch letztere gelingen bei längerem Verweilen in wenig concentrirter Lösung befriedigend. Genau umgekehrt verhält es sich mit dem Safranin, das zu den letzteren Präparaten eine bedeutend grössere Affinität zeigt, als zu Sublimatschnitten. Demgemäss habe ich es bei Präparaten nach *Flemming* bevorzugt, und Rubin bei Sublimatpräparaten gebraucht. Auf diese beiden Arten erhielt ich die deutlichsten Präparate, über die ich zu verfügen habe. Ich habe Safranin wie alle Anilinfarben in stark verdünnter (etwa 1:2000) wässriger Lösung angewandt und bin für Protoplasma- und Kernfärbungen in Ganglienzellen recht zufrieden damit. Durch Auswaschen in absolutem Alkohol kann man jede gewünschte Intensität der Färbung erzielen. Verdünnter Alkohol und Säuren schädigen das Präparat. Die Färbekraft des Safranins (und der Anilinfarben überhaupt) wird durch folgendes zufällige Vorkommnis illustriert: ich hatte einen feinen Schnitt, der in Safraninlösung von der obengenannten Verdünnung gefärbt worden war, kurz in einer Schale mit reinem Wasser abgespült und fand nun einen

anderen zuvor ungefärbten Schnitt, der aus Versehen in dem Wasser liegen geblieben war, am andern Morgen intensiv gefärbt.

Wer nun hieraus den Schluss ziehen will, dass ich Safranin als souveränes Färbemittel empfehlen wollte oder auch nur selbst benutze, der irrt. Es geht aus dem Gesagten klar hervor, dass verschiedene Fixirungen und Behandlungsmethoden, verschiedene Gewebs- und Zellenbestandteile, verschiedene Untersuchungsziele auch verschiedene Arten der Farbenbehandlung bedingen, wie es seit langem hinreichend bekannt ist.

Ob die so hergestellten Präparate auf die Dauer haltbar sind, kann ich bei der Kürze der Anwendungszeit nicht bestimmt beantworten. Jedenfalls haben Schnitte, die ich aus Alkohol in Terpentin, Xylol, Canadabalsam bringe, seit einem halben Jahre an Deutlichkeit nichts eingebüsst.

Es sei mir noch gestattet, dem wichtigsten Punkte der ganzen Technik, nämlich der Untersuchung der gewonnenen Objecte und der Reproduction des Gesehenen einige Worte zu widmen:

Wir besitzen in den vorzüglichen Apochromatobjectiven von Zeiss die optischen Hilfsmittel, welche uns die genaue Analysirung von Protoplasmastructuren wo nicht überhaupt erst ermöglichen, so doch in hohem Maasse fördern. Demgemäss habe ich denn auch (die Golgi-Präparate ausgenommen) lediglich mit den genannten Systemen gearbeitet und jedes brauchbare Object einer Durchforschung mit *Zeiss* homogener Immersion Apochroma. 2 mm, Apertur 1.30 mit Compens. Ocular 12 unterzogen, wonach auch (abgesehen von den Golgi-Präparaten) die beigelegten Zeichnungen ausschliesslich angefertigt sind.

Ist in allen Fällen das Zeichnen der Präparate eine sehr wertvolle Unterstützung des Mikroskopirens, so war es bei meiner Arbeit absolut unerlässlich. Es war oft nur durch die Wiedergabe des Gesehenen auf dem Papier möglich, mir ein klares Bild von der doch immerhin nicht einfachen Construction der Ganglienzelle zu entwerfen, weil doch auch in den dünnsten Schnitten man bei dieser hohen Vergrösserung niemals ein einheitliches Gesichtsfeld vor sich hat, das die ganze Dicke des Schnittes umfasst. Das Zeichnen des Präparates bedingt auch stets ein langes Verweilen bei demselben Gegenstande, und es ist wohl genügend bekannt, dass durch längere Dauer der Beobachtung die Em-

pfänglichkeit des Auges bedeutend gesteigert wird, und Dinge zur Wahrnehmung gelangen, die bei weniger gründlicher Betrachtung allzu leicht übersehen werden. Leider sind unsere heutigen Zeichnungsapparate nicht mehr im Stande, bei so starker Vergrösserung alle Feinheiten wiederzugeben, die das Bild zusammensetzen; ihre Wirkung ist beschränkt auf die Projection der Teile, die am besten die Umgebung contrastiren. Ueber die Bestimmung der Zell- und Kernconturen, der deutlich hervortretenden Kernteile und etwa noch in nicht ungünstigen Fällen der Lage des Mikrocentrums kommen wir selten hinaus. Wir sehen uns daher in den Hauptpunkten auf die Zeichnung aus freier Hand angewiesen und ich habe darum auch öfter auf die Anwendung des Zeichenapparates überhaupt verzichtet. Denn das, was wir mit dem Zeichenapparat erreichen können, sind Dinge, die grade für meinen Zweck weniger in Betracht kommen. Es ist ja die Zellform sehr mannigfaltig, und zahlreiche Messungen haben mir gezeigt, dass sich mathematische Verhältnisse zwischen Zellgrösse und Kerngrösse und der relativen Lage des Mikrocentrums nicht aufstellen lassen. Eine Anzahl von Figuren musste auch, um die Structur deutlicher hervortreten zu lassen, in einem grösseren Maassstabe gezeichnet werden, als der Zeichenapparat erlaubt. Doch wurde auch da stets eine möglichst genaue Wiedergabe der Verhältnisse dadurch angestrebt, dass ich die am Object gewonnenen Maasse in der entsprechenden Vergrösserung auf der Zeichnung eintrug.

Es mögen manche meiner Bilder den Eindruck machen schematisch zu sein. Ich kann versichern, dass dies nicht der Fall ist; es wurde stets mit grösstmöglicher Genauigkeit jeder am Object sichtbare Punkt in der Zeichnung eingetragen und die Phantasie von der Mitarbeit ausgeschlossen. Allerdings ist es eine bei Malern bekannte Thatsache, dass vom Auge zur Hand ein weiter Weg ist, dass der Stift auf dem Papier niemals die gewonnenen Eindrücke mit der unmittelbaren Frische der Empfindung wiedergeben kann und ich bin mir wohl bewusst, von diesem Fehler nicht frei zu sein. In diesem Sinne aufgefasst ist jedes Bild ein Schema, selbst die sorgfältigste Photographie. Doch von Fehlern, die ich im Stande war auszuschliessen, glaube ich meine Zeichnungen frei, und wo mir daran lag, die Lage der einzelnen Teile und ihre Grössenverhältnisse exact wiederzugeben, habe ich mich des Zeichenapparates stets bedient.

In vielen meiner Figuren sind verschiedene Gesichtsfelder, wie sie sich bei verschiedener mikrometrischer Einstellung ergeben, combinirt auf die Papierebene projicirt, teilweise in verschiedener Schärfe der Zeichnung, in manchen nur ein einziges Gesichtsfeld. Wo bei solchen der Grundton des Bildes hervorgerufen durch das Durchschimmern der nicht in derselben Ebene liegenden Dickenteile des Schnittes, nicht zum Ausdruck gebracht wurde, mag der Eindruck eines Schemas entstehen, der nach dem oben Gesagten nicht berechtigt ist.

Damit habe ich eine Schilderung dessen gegeben, wie ich die mir zu Gebote stehenden technischen Hilfsmittel benutzt habe. Ich glaubte, dem Leser eine solche schuldig zu sein, nicht etwa um ihm irgend hierüber belehrende Anweisungen zu geben, sondern um seiner Kritik Rechenschaft zu geben über die Wege, auf welchen ich meine Resultate erreicht habe.

## Beobachtungen

Ich biete zuerst einige Bilder, die eine Uebersicht geben darüber, welcher Art die Ganglienzellen sind, von denen im Weiteren die Rede sein soll.

Da bekanntlich keine Methode im Stande ist, die Form und Lage der Ganglienzellen, den Character und die Ausdehnung ihrer Fortsätze auch nur annähernd so schön zum Ausdruck zu bringen wie *Golgi's* Silberfärbung, so habe ich diese gewählt.

Es liegt vollständig ausserhalb meines Arbeitsprogrammes, die mit dieser Methode erhaltenen Zelltypen auf ihre Bedeutung und ihre Beziehungen zu erforschen und so kann ich denn auch hierüber keinerlei Auskunft geben.

Die abgebildeten Zellen stammen aus den Rindenpartieen der Convexität des Vorderhirns einer ausgewachsenen Eidechse, d. h. aus dem Gebiet, dessen Ganglienzellen speziell Object meines Studiums waren. Sie sind in der Zeichnung so wiedergegeben, dass ihre Lage zum oberen Rand der Tafel ungefähr der Lage der Zellen selbst zur benachbarten Hirnoberfläche entspricht. Wie man sieht sind es recht wohl entwickelte multipolare Zellen mit schönen Ausläufern von zum Teil recht beträchtlicher Länge. Der grosse Dendrit der Zelle Fig. 1 misst über  $\frac{1}{5}$  mm und reicht gegabelt bis fast zur Peripherie, wo sich die beiden Teile

nach verschiedenen Seiten parallel der Oberfläche umbiegen. In der Zeichnung ist dies nicht angedeutet, weil dort ein starkes Gewirr von Nerven- und Ependymfasern genaue Analyse unmöglich machen. Ebenso reichen die Dendriten von Fig. 2 und 4 bis dicht an die Oberfläche, scheinen aber dort zu endigen. Dasselbe ist der Fall mit den kürzeren Dendritenbüscheln der Figur 6, während sich die feineren Ausläufer vom Typus der Zelle 5 in der näheren Umgebung verästeln. Ob die Dendriten von Figur 3 weiter reichen, als hier abgebildet ist, kann ich nicht sagen; doch habe ich Zellen dieser Art öfter gesehen. In der Art des Ursprungs der nervösen Fortsätze ergiebt sich der Unterschied, dass dieselben teils vom Zellkörper direct, teils — wie in Figur 3 und 4 — von einem Dendriten ausgehen. Die Nervenfortsätze der abgebildeten Zellen laufen grossen Teils centralwärts, absteigend, und wie es scheint auf grössere Strecken. Zuweilen zeigen sie Collateralen. Der Achsenfortsatz vom Typus der in der äussersten Rindenschicht gelegenen Zellen in Fig. 5 läuft parallel der Oberfläche mit starken Collateralen. Ob Zellen mit aufsteigenden Neuraxonen oder solchen vom II. Typus *Golgi's* vorkommen, weiss ich nicht, wie ich denn überhaupt nicht behaupten will, dass mit den von mir gezeigten Zellformen die Mannigfaltigkeit der vorkommenden Zellen erschöpft sei. Es genügt mir durch Darstellung einiger vorkommenden Formen den Character der Zellen gekennzeichnet zu haben und mancher Beobachter wird wohl in dem einen oder anderen Bild von später beschriebenen Zellen Anklänge an einen der geschilderten Typen finden.

Indem ich zu den Präparaten übergehe, die durch Fixation mit Sublimat und *Flemming'scher* Lösung gewonnen wurden, muss ich einige erklärende Bemerkungen voranschicken über das Aussehen der Zellen nach dieser Behandlungsweise. Manch' Einer wird beim Betrachten der einen oder anderen Figur erstaunt sein über die so gar nicht ganglienzellenartige Form. Nun habe ich schon früher gesagt, dass die Fortsätze nicht selten abbrechen, häufig indessen, ohne dass der Zellkörper dadurch Schaden leidet. Es ist dies leider ein Uebelstand, den wir in Kauf nehmen müssen, bis wir hiefür geeigneter Fixierungsmittel haben. Doch ist das nicht der einzige Grund, wohl nicht einmal der häufigere, warum die Zellen oft ohne Fortsätze sind. Bedenkt man, dass oft genug der Schnitt die Zelle nicht in der

Ebene trifft, in welcher ihre Fortsätze liegen, denn die Schnitte sind in der Regel mit 4 und 5  $\mu$  nur halb so dick, wie der kleinste Durchmesser der kleineren Zellen, so wird man ein Fehlen von Ausläufern, besonders der dünnen, oft leicht geschlängelten Nervenfortsätze, begreiflich finden.

Der Kern der Zelle, mit dem ich mich hier im Uebrigen nicht näher befassen will, liegt, wo der Achsencylinderfortsatz in Verbindung mit der Zelle zu sehen ist, stets der Abgangsstelle desselben näher als dem anderen Ende der Zelle, auf welcher letztere Seite mithin die Hauptmasse des Protoplasmas zu liegen kommt. Es ist dies auch aus einigen meiner Figuren ersichtlich. Demnach liegt bei allen Zellen, in welchen der Axencylinder im Schnitt nicht in Verbindung ist mit der Zelle, die Wahrscheinlichkeit am nächsten, dessen Ursprung auf der der grössten Protoplasma-masse abgewendeten Seite suchen zu müssen. Infolge seiner relativ beträchtlichen Grösse liegt der Kern oft so dicht an der Zellenoberfläche, dass er stellenweise die Zellgrenze zu bilden scheint. Er liegt stets in der Einzahl in der Zelle und ist charakterisiert durch einen recht grossen Nucleolus, der bei der *Heidenhain'schen* Centralkörperfärbung auch bei genügender Differenzirung stets das Eisenhaematoxylin zurückhält und infolge dessen schwarz erscheint. Es ergibt sich daraus ein schon bei schwacher Vergrösserung annähernd sicheres Kriterium, ob die Differenzirung mit Eisenoxydammonsulfat für Centralkörperfärbung genügend ist oder nicht. Ganz selten finde ich auch zwei Kernkörperchen in einem Kern.

Auf die Färbung und das Studium des Kerngerüstes habe ich keine Rücksicht genommen, kann also auch hierüber nicht berichten. Doch habe ich in meinen Figuren die Kerne stets so gezeichnet, wie sie mir am Objekte erschienen. Der grösste Kern, den ich gemessen habe, betrug 14 zu 11  $\mu$  im Durchmesser, Durchschnittskerne 8  $\mu$ .

Eine Beschreibung der Präparate, wie sie sich nach der *Heidenhain'schen* Eisenhaematoxylinfärbung mit Vorfärbung von Bordeauxrot oder Anilinblau praesentiren, könnte ich mir beinahe ersparen, indem ich auf die Abbildungen verweise, die ich in Figur 7—20 (u. ff.) gegeben habe. Es sind Ganglienzellen aus verschiedenen Präparaten, grossenteils nach Chromosmiumfixirung, teilweise auch mit Sublimat hergestellt. Zellgrenzen, Kern-

grenzen, Kerngerüst und die deutlich hervortretenden Teile des Protoplasmas sind in der Mehrzahl mit dem *Abbé'schen* Zeichenapparat auf die Tischebene entworfen. Es resultirt daraus eine Vergrösserung von ziemlich genau 2500.

Wie man sieht, habe ich Zellen verschiedener Typen gewählt; ihre Lagerung auf der Tafel ist hauptsächlich durch den Raum bedingt. Das Gemeinsame bei allen sind scharf hervortretende, mit der angewandten Präparation sich intensiv schwarz färbende Kügelchen im Protoplasma, teils dicht am Kern, teils bis zu  $2\frac{1}{2}\mu$  davon entfernt. Wo die Zelle Pyramidenform hat, nimmt der Kern den Raum an der Basis ein, während jene Kügelchen näher der Spitze liegen. Wo die Abgangsstelle des Nervenfortsatzes zu sehen ist, liegen sie an der entgegengesetzten Seite des Kerns. Oft ist der Kern in der Gegend, wo die Kügelchen liegen, mehr oder weniger abgeflacht (Fig. 15) oder zeigt etwa auch, wo ihm die Kügelchen sehr nahe liegen, eine kleine Delle (Fig. 7, 9, 10). Häufig indessen ist keins von beiden der Fall. Die Kügelchen sind manchmal in der Einzahl, öfter zu zweien, hier und da zu dritt in einer Zelle zu sehen. Da die Zellen von unregelmässiger Gestalt sind, lässt sich ein bestimmtes Gesetz ihrer Lage in der Zelle kaum aufstellen; doch finden wir in ihrer Umgebung stets die grösste Anhäufung von Protoplasma. Sind sie in Mehrzahl vorhanden, so liegen sie nahe beisammen, oft so nahe, dass man sie schwer auseinanderhalten kann. Wo sie übereinander liegen, ist der Anschein fast nicht zu vermeiden, als ob man es nur mit einem einzigen Körperchen zu thun habe. Es finden darin möglicherweise viele, wenn nicht alle Fälle ihre Erklärung, in welchen wir nur ein einziges Körperchen finden. Zuweilen, doch nicht immer, lässt sich zwischen den einzelnen Kügelchen einer Zelle eine Substanzbrücke nachweisen. Die Verbindungslinie mehrerer Kügelchen weisen keine bestimmten Beziehungen zu irgend einer Zellenaxe auf, nur wo zwei ganz dicht am Kern liegen, läuft ihre Verbindungslinie parallel der Kernoberfläche. Dasselbe trifft, wo drei Kügelchen nahe am Kern liegen, für zwei derselben zu, während das dritte daneben liegt. Dementsprechend finde ich auch drei Kügelchen nie in einer Geraden liegen, sondern stets in Form eines Dreiecks nebeneinander. Ganz dicht liegende Kügelchen sind an den zugekehrten Seiten oft abgeflacht. Die Grösse der beschriebenen Körperchen ist in geringen Grenzen schwankend

Sie zahlenmässig anzugeben, vermag ich nicht, da mir Mikrometer für so kleine Verhältnisse nicht zur Verfügung stehen und Schätzungsmaasse, weil zu ungenau, keinen positiven Wert haben. Jedenfalls beträgt ihre Durchschnittsgrösse erheblich weniger als  $\frac{1}{2} \mu$ .

Im Umkreise der Kügelchen oder deren Gruppen erscheint das Protoplasma oft etwas heller gefärbt, und dunklere mehr oder weniger vollständige Ringe umgeben die in ihrem Mittelpunkt liegenden Körperchen. Der Radius des innersten dieser Kreise misst durchschnittlich  $1 \mu$ , doch schwankt dies Maass unbedeutend zwischen grösseren und kleineren Werten. Wo im Kern eine Delle ist, scheint dieser Kreis in dieselbe hineinzu-passen. Ihm fügen sich oft nach aussen hin grössere Kreise oder Bruchteile von solchen concentrisch an. In einigen Präparaten lösen sich diese Kreise mehr und weniger deutlich in eine Reihe von Körnern auf (vgl. Fig. 11, 17, 19, 20). — Nicht selten finden wir Linien im Protoplasma, die annähernd radiär verlaufend von den Kügelchen aus nach der Peripherie der Zelle hinstreben (vgl. Fig. 9. 16 u. ff.). Zuweilen lassen sie sich auch nur bis zum innersten Kreis verfolgen (Fig. 7. 16). Diese Radiärlinien stehen, wie sich an geeigneten Präparaten erkennen lässt, in Zusammenhang mit den Körnern, aus welchen sich die Kreise zusammensetzen (Fig. 20). Hier und da begegnet man auch undeutlichen, nicht radiär geordneten Streifen, wie sie Fig. 7 zeigt.

Präparate, die nicht genügend differenzirt sind, zeigen im Protoplasma ausser den beschriebenen charakteristischen Kügelchen und etwa noch den Körnchen, welche die Kreise bilden, andere Gebilde gefärbt und können auf diese Weise zu Irrtümern Anlass geben. Man muss sich demnach an rein gefärbte Präparate halten und an solche, in denen die Umgebung der Kügelchen eine der beschriebenen Structureigentümlichkeiten zeigt.

Es ist nun nicht zu erwarten, dass in allen Zellen die beschriebenen Dinge sichtbar sein müssen. Im Gegenteil, wenn man all die Möglichkeiten erwägt, welche einer Erscheinung derselben im Wege stehen, so wird man zum Schluss kommen, dass das nur in der Minderzahl der Fall sein kann. Abgesehen von den vielen Fällen, wo jene schwarzen Kügelchen weder in der Lage noch in der Umgebung Characteristica aufweisen, die sie bestimmt als specifisch erscheinen lassen, wird schon bei der

geringen Dicke des Schnittes, der eine Zelle in mindestens 2 oft 3 und mehr Teile zerlegt, jeweilen nur etwa ein Drittel aller Zellen eines Schnittes jene Kügelchen beherbergen können. Rechnet man hiezu, dass diese bei ihrer Kleinheit leicht von Kernteilen verdeckt werden können und dass sie bei Extractivfärbung, wie es die *Heidenhain'sche* ist, je nachdem sie in der Tiefe oder an der Oberfläche des Schnittes liegen, die Farbe mehr oder weniger schnell abgeben können, so wird man darauf verzichten, in jeder Zelle dieselben Dinge zu verlangen. Uebrigens ist der letzterwähnte Umstand bei genügend dünnen Schnitten kaum zu befürchten; denn die Kügelchen halten das Haematoxylin mit ziemlicher Zähigkeit fest. Mehr dürfte es dagegen vielleicht in Betracht kommen, worauf schon *Nissl*, *Flesch* u. A. hingewiesen haben, und was ich von der Eidechse bestätigen kann, dass Ganglienzellen teilweise verschiedene Aufnahmefähigkeit für Farben zeigen, also wohl auch einer Farbenextraction grösseren oder kleineren Widerstand entgegensetzen.

So viel von den mit *Heidenhain'scher* Färbung erhaltenen Präparaten. Sie zeigen deutlich jene beschriebenen Kügelchen<sup>1)</sup> und Andeutungen einer Structur im umgebenden Protoplasma. Zur besseren Erkennung jener Structur bedarf es der Nachfärbungen mit Rubin oder Safranin (oder anderen Farbstoffen), wie ich dies weiter oben beschrieben habe.

Da finden wir nun leicht Bilder, die die angedeuteten Verhältnisse deutlicher illustriren. Fig. 21 stellt ein Chromosmiumpräparat dar, das nach *Heidenhain* vorgefärbt und mit Safranin nachgefärbt ist. Die Eisenhaematoxylinkörperchen sind in der Dreizahl vorhanden, sie bilden ein annähernd rechtwinkeliges Dreieck, in dessen rechtem Winkel das kleinste Kügelchen sitzt. Dasselbe ist mit dem Kügelchen rechts durch eine schwach gefärbte Substanzbrücke verbunden, gleichwie das letztere auch mit dem dritten Körperchen zusammenhängt. Von der Körperchengruppe gehen strahlenförmig eine Anzahl feiner Fäden aus, die sich als dunklere Linien vom Untergrund abheben. Dieser zeigt eine feinkörnige Beschaffenheit. In der Entfernung von etwas

<sup>1)</sup> Ich vermeide in dem Kapitel „Beobachtungen“ absichtlich die Anwendung specieller Namen und die Bezugnahme auf andere Autoren, um nicht zu anticipiren, was eine Objectivität stören könnte. Ich werde der Erklärung der beschriebenen Thatsachen später ein besonderes Kapitel widmen.

über  $1\mu$  vom Ausgangspunkte zeigt jeder Faden eine stärker gefärbte Verdickung, die in der Fadenlängsrichtung grössere Ausdehnung zeigt, als in der Breite. Bei der radiären Anordnung der Fäden bringt die gleiche Entfernung aller dieser Knötchen von einem Mittelpunkte den Eindruck eines Kreises hervor. Dieser Eindruck wird dadurch verstärkt, dass in benachbarten Gesichtsfeldebene dieselbe Erscheinung auftritt und in stärkerer Färbung durchschimmert. Dadurch kann auch der Anschein von Querverbindungen zwischen den einzelnen Knötchen hervorgerufen werden, welche ich indessen nirgends mit Bestimmtheit nachweisen kann. Nach aussen von den Verdickungen werden die Fäden wieder dünner und farbenschwächer, so dass auf den dunkeln Kreis der Knötchen eine hellere Zone folgt. Dieselbe ist nur deutlich ausgesprochen in dem Teile rechts unten auf der Figur, auf welchen sich auch die weitere Beschreibung lediglich bezieht. In geringer Entfernung von der ersten Verdickung des Fadens folgt eine zweite, die noch stärker in die Länge gedehnt ist. Ihre Gesammtheit bildet zu dem ersten Ringe einen grösseren Parallelkreis. Weitergehend erreichen die Fäden die Zellperipherie, wo sie, oft mit einer kleinen Anschwellung, endigen. Wo, wie in der Figur, ein Dendrit in den Schnitt fällt, erstrecken sie sich auch in diesen hinein, um in verschiedener Distanz vom Centrum an seiner Wand zu endigen. Beachtenswert ist es, dass alle die eingezeichneten Fäden vom Anfang bis zum Ende als einheitlich und unverzweigt sich verfolgen lassen. In den übrigen Teilen der Figur sind stellenweise Andeutungen von Radiärstreifen zu erkennen.

Es ist demnach in diesem Bilde eine Erklärung dessen gegeben, was sich an den früher beschriebenen Präparaten andeutungsweise sehen liess. Von den Eisenhaematoxylinkügelchen gehen radiäre Fasern zur Zellperipherie, und deren in gleichen Abständen vom Centrum auftretende Verdickungen bilden die Ringe, welche für jene Körperchen oft charakteristisch sind.

Die Anordnung und Zusammensetzung dieser Radiärfasern ist in der folgenden Figur teilweise deutlicher zum Ausdruck gebracht. Es sind nur diejenigen Fasern eingezeichnet, die in einer Gesichtsfeldebene eingestellt erscheinen, derselben Ebene, in welchen auch die Eisenhaematoxylinkügelchen liegen. Die Fäden tragen auch hier wieder in gleichen Abständen vom Ausgangspunkt jene Knötchen, deren Gesammtheit einen Kreis bildet,

indessen weniger deutlich als in der vorstehenden Abbildung. Gleichwie dort schliesst sich dem innern Kreis ein äusserer an, der indessen noch weniger scharf ist. Die Fäden zeigen in der ganzen Ausdehnung ihrer Länge schwächer gefärbte Stellen mit dunkleren in regelmässiger Aufeinanderfolge. Ich habe versucht, dies in der Zeichnung einigermaßen anschaulich zu machen, ohne indessen die Feinheit der Natur erreicht zu haben. Durch diese Anordnung wird auch hier das Phänomen der concentrischen Kreise bewirkt, das schon *Heidenhain* in seinem „Kern und Protoplasma“ (24) beschreibt. Aber nicht nur der Eindruck von Kreislinien wird dadurch hervorgerufen; es werden durch die Regelmässigkeit der Structur noch verschiedene andere Parallellinien vorgetäuscht, da das Auge Punkte, die in einfachen Curven nebeneinander liegen, oft unwillkürlich verbindet. Ob es mir gelungen ist, diesen Phänomenen in der Figur einen erkennbaren Ausdruck zu verleihen, weiss ich nicht. Es sind diese Dinge geeignet, dort, wo man ihrem Grunde nicht nachforscht, zu Missdeutungen Anlass zu geben.

Die Radiärfasern endigen in ziemlich gleichen Abständen von ca.  $\frac{1}{2} \mu$  an der Zellenperipherie in kleinen Knötchen. Die Reihe dieser Knötchen, die oft an anderen Präparaten deutlicher zu sehen sind als an dem gezeichneten, bildet eine Linie, welche die Zelle mit ziemlicher Schärfe begrenzt. Das Verhalten der Fasern zum Kern wird deutlicher in der folgenden Figur 23, in welcher indessen die Fasern selbst nicht mit solcher Schärfe hervortreten. Auch ist in der Figur der Kern ganz oberflächlich getroffen, so dass zwar seine Conturen deutlich hervortreten, aber das darunter liegende Protoplasma schimmert durch und verleiht ihm eine dunklere Färbung als es in anderen Präparaten der Fall ist. Die dem Kern zunächst liegenden Radiärfasern laufen seiner Oberfläche folgend im Bogen um ihn herum. Der bogenförmige Verlauf gleicht<sup>8</sup> sich bei den folgenden Fasern langsam aus, so dass die in entgegengesetzter Richtung ziehenden Fasern wieder gerade sind. Zwischen dem Kern und dem Schnittpunkte aller Radiärfasern wird dadurch ein von Fasern freier, hellerer Raum von dreiseitiger Form gebildet, der sich nach beiden Seiten hin längs des Kernes noch ein Stück weit verfolgen lässt.

Dieser bogenförmige Verlauf der Fasern um den Kern ist mit grösserer oder geringerer Schärfe nicht nur an einer Reihe anderer Figuren zu sehen, sondern überall, wo eine genaue Ver-

folgung der dem Kern zunächst liegenden Fasern möglich ist. Das letztere ist natürlich nicht in allen Präparaten der Fall, ebensowenig wie die anderen Radiärfasern überall deutlich zu sehen sind. Es werden nur diejenigen Fasern scharf hervortreten können, welche annähernd parallel zur Ebene des Gesichtsfeldes liegen. Dem stehen nun alle die Gründe im Wege, welche ein Sichtbarwerden ihrer Anheftungspunkte, das ist der Eisenhaematoxylinkügelchen verhindern, wie sie Seite 20 angeführt sind. Ausserdem verlangen die Fasern eine starke Protoplasmafärbung, und eine solche kann es bewirken, dass auch bei dünnen Schnitten oberflächliche Teile die tiefer liegenden Fasern verdecken; auch kann die Fixirung Unregelmässigkeiten in ihrer Anordnung verschulden; endlich finden sich ausser den Radiärfasern noch andere Fasersysteme in Ganglienzellen, die durch Complication eine Uebersicht erschweren. Diese letzteren Fasern verlaufen parallel mit der Zellenoberfläche und unter sich in ziemlich regelmässigen Abständen von etwa  $\frac{1}{2} \mu$ , und tragen in ebensolchen Abständen kleine Anschwellungen, die auch etwa unter einander quer verbunden sind. Systeme verschiedener Fasern kreuzen sich.

Bis hierher habe ich hauptsächlich eine Beschreibung der mit *Flemming'scher* Lösung fixirten Präparate gegeben. Bei Sublimatfixation treten aber die Fasern der Zelle schärfer hervor und sind solche Präparate speciell in dieser Hinsicht sehr lehrreich. Das Schärferwerden der einzelnen Fasern scheint einestheils dadurch hervorgerufen zu sein, dass die zwischen den Fasern liegenden Substanzteile gelöst oder durch Schrumpfung auf einen kleineren Raum reducirt werden. Doch bin ich andererseits durch Vergleichung mit Präparaten der *Flemming'schen* Lösung zur Ueberzeugung gekommen, dass der geringe Grad von Schrumpfung, welchen die Sublimatfällung bekanntlich bewirkt, genügend ist, um einen Teil der feinen Fibrillen einreissen zu lassen. Es werden auf diese Weise natürlich die erhalten gebliebenen übersichtlicher zum Vorschein kommen und die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen Fasersysteme leichter erkennbar sein. Eine durch die Substanzdefecte mögliche Täuschung wird sich durch Vergleichung bequem corrigiren lassen.

Ich bringe zunächst in Fig. 24 die nächste Umgebung der Haematoxylinkörperchen, wie sie sich bei genauer Analyse darstellt. Der Schnitt hat die Zelle so getroffen, dass nur dieser Teil derselben sichtbar ist. Die mit Eisenhaematoxylin tief

schwarz gefärbte Kugel in der Mitte besteht anscheinend aus zwei Körperchen; doch ist mir die genaue Trennung derselben nicht gelungen, weil sie in der Richtung der Sehaxe liegen; ich habe sie darum auch einfach wiedergegeben. Rings an der Peripherie der Kugel heften sich ihr Fasern an, die in annähernd gleichen Abständen davon ausstrahlen. Die Fäden bestehen auch hier aus stärker und schwächer gefärbten Gliedern; sie sind nicht ganz glatt; ihre Rauigkeit mag bedingt sein durch Teile der Zwischenmasse, die sich daran geheftet haben. Solche Teile liegen auch in grösseren Haufen zwischen ihnen, besonders in der Nähe des Centrums. Der Verlauf der Fäden ist gerade, wo er nicht durch Nebenumstände gestört wird. Jeder Faden trägt in bestimmter Entfernung vom Centrum ein wohl charakterisiertes, scharf abgegrenztes Kügelchen, wie sie schon früher beschrieben wurden. In diesem Falle sind die Knötchen nach allen Seiten hin von ungefähr gleicher Dimension. Die Linie, welche alle Knötchen verbindet, ist nicht ganz kreisförmig; die eine Achse ist länger als die andere und misst ungefähr  $3 \mu$ . Zwischen der Körnerlage und dem umgebenden Protoplasma findet sich ein heller Raum, der durch die Fäden nicht überbrückt wird. Nur im untern Teil der Figur finden einige Fäden ihre Fortsetzung in die Umgebung; dort fehlt auch der Zwischenraum. Die Sache lässt sich einfach so erklären: Durch die Sublimatwirkung sind die Fäden geschrumpft, oder, wie man auch sagen kann, sie haben sich contrahirt<sup>1)</sup>. Die dadurch entstandene Spannung hat ausgereicht, die Fäden ausserhalb der Knötchenschicht, wo sie wieder dünner werden, abzureissen. Nachdem dies an einer Stelle erfolgt war, konnte die Zusammenziehung der Fäden auf der anderen Seite das ganze Gebilde nach dort hinüberziehen, und dadurch einer Zerreissung der letzteren Fibrillen begegnen. Ungleich starke Contraction der verschiedenen Fasern musste die Kreisfigur der Körnerlage beeinträchtigen. Den Körnern selbst war durch Wegfallen der spannenden Momente mit dem Reissen der Fäden die Möglichkeit gegeben, allseitig gleiche

1) Ein principieller Unterschied zwischen beiden Vorgängen findet meiner Ansicht nach nicht statt. Denn auch die sogenannte active Contraction der Fasern beruht jedenfalls auf chemischer Veränderung und hat ihre Ursache nicht in den Fibrillen selbst, sondern wird durch äussere Einflüsse ausgelöst. Ob der Status quo ante wieder hergestellt werden kann oder nicht, bleibt für die Art und Weise der Zusammenziehung selbst gleichgültig.

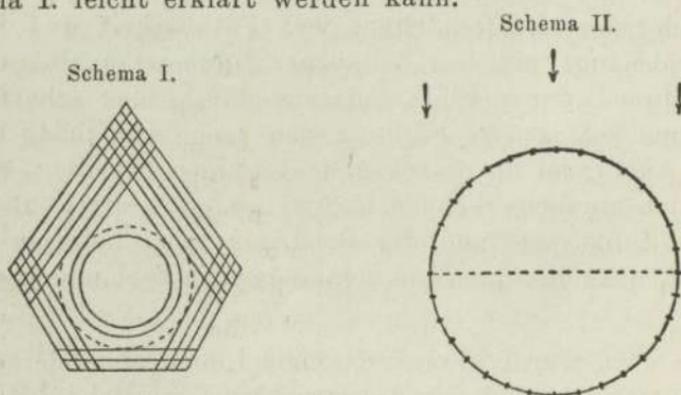
Dimensionen anzunehmen. Ich finde dies überall, wo Fäden sich als eingerissen constatiren lassen.

Wir haben also hier teilweise ein Kunstproduct vor uns, das aber gerade dadurch die Verhältnisse der Haematoxylinkörper und ihre Beziehung zu denselben in Vielem deutlicher erscheinen lässt. Allerdings würde ich mich hüten, aus Kunstproducten Schlüsse zu ziehen, wenn ich nicht dasselbe in allen Teilen oft genug an Präparaten gesehen hätte, welche die hier constatirten Fehler nicht aufweisen.

Wie schon erwähnt, finden sich in den untersuchten Ganglienzellen ausser dem System radiirter Fäden noch andere Fasersysteme, von welchen die folgenden Bilder eine Anschauung geben mögen. Es handelt dabei um Linien, welche parallel der Oberfläche ziehen, und so auch in die Protoplasmafortsätze übergehen, in welchen sie sich weit verfolgen lassen. Ueberhaupt zeigen auch hier die Dendriten, was Färbbarkeit und innere Structur anbelangt, ein dem Zellkörper durchaus analoges Verhalten, während der nervöse Fortsatz durch eine scharfe Begrenzung und homogenere Färbung sich genau von ihnen unterscheidet. Auch sind die feinen gleichförmigen Fibrillen, welche sich zuweilen an ihm erkennen lassen, anders geartet als jene Fasern des Zellkörpers und der Dendriten, was indessen nicht ausschliesst, dass die einen mit den andern in Verbindung stehen können.

Schon oben wurde gesagt, dass die Linien eines derartigen Systems unter sich und mit der Oberfläche parallel in gleichen Abständen liegen, und in denselben Abständen Verdickungen tragen, die in der Grösse etwa den Knötchen der Radiärfasern entsprechen. Die correspondirenden Verdickungen paralleler Fasern liegen auf gleicher Höhe und man sieht dieselben oft durch Querfasern verbunden. Da die Zellgrenzen verschiedenen Verlauf haben, so werden selbstverständlich auch mehrere Systeme von Linien entstehen müssen, die ihnen parallel sind. Die Systeme werden sich durchkreuzen, wo die Zellgrenze einen Winkel bildet. Da nun in solchen Winkeln in der Regel die Dendriten entspringen, werden diese Systemkreuzungen naturgemäss an den Wurzeln der Dendriten und in diesen selbst stattfinden. Es wird dadurch, besonders da in einem Dendrit stets mehr als zwei Fasersysteme sich kreuzen, eine Convergenz der Fibrillen nach den Protoplasma-

fortsätzen vorgetauscht (vgl. Fig. 25). Dazu kommt noch, dass, wie oben beschrieben, Fasern des centrirten Systems sich in diese Ausläufer erstrecken. Doch findet man bei genauem Zusehen, dass diejenigen Linien, die in ihrem parallelen Verlauf auf die Zellperipherie stossen, daselbst ihr Ende finden und dass nur diejenigen weiter verlaufen, welchen ein solches Hinderniss nicht in den Weg tritt (Fig. 25). Die Schnittpunkte der Fasern zweier Systeme scheinen stets durch kleine Knötchen ausgezeichnet zu sein. Wo die Zellgrenze, dem Kerne ausweichend, um diesen herum einen Bogen beschreibt, folgt ihr auch das Parallelfasersystem (Fig. 26). Hierdurch und durch die Kreuzung der rings um den Kern gelegenen verschiedenen Systeme entsteht oft der Eindruck eines um den Kern concentrischen Systems. Doch scheinen auch zum Kern concentrische Fasern vorzukommen, was bei der Parallelität dieser Fasersysteme durch das nebenstehende Schema I. leicht erklärt werden kann.



Obendrein wissen wir, dass auch die Fasern des Radiärsystems zum Teil bogenförmigen Verlauf um den Kern zeigen.

Der stets der Oberfläche parallele Verlauf der nicht centrirten Systeme legt die Vermutung nahe, dass ihre Fäden in der Oberfläche selbst liegen. Hierüber kann die Mikrometerschraube genügende Auskunft erteilen. In den Ausläufern sind die Linien am Leichtesten zu sehen, nicht nur weil dort verschiedene Systeme zusammentreffen, sondern auch, weil wir dort bei ihrer geringen Dicke in jeder Stellung der Mikrometerschraube einen Teil der Oberfläche im Gesichtsfeld sehen. Gehen wir von den Fortsätzen auf den Zellkörper über, so werden wir, je nachdem wir ein höheres oder tieferes Fasersystem vor uns haben, den Tubus allmählig entweder heben oder senken müssen. Ist ein Kern im Präparat zu sehen, so hören in dessen Nähe die

Linien auf; sie biegen, wie wir oben gesehen haben, um ihn herum. Das zeigt sich besonders deutlich dort, wo ein Kern ganz oberflächlich getroffen ist und eine Protoplasmaschicht, die bekanntlich in der Nähe des Kerns gewöhnlich sehr dünn ist, darauf liegt. Da kann man leicht mit Hilfe der Mikrometereinstellung sehen, wie jene Linien über den Kern hinwegziehen. Es findet sich auch das Centrum der Radiärfasern stets in anderer Höhenlage als die Parallelstreifen. Gehen wir nach genauer Einstellung der letzteren in der Richtung vom Zellinnern weg mit der Bewegung des Tubus weiter, so wird sofort mit dem Undeutlichwerden der Linien auch die Zelle selbst verschwommen und umgekehrt sind es wieder jene Linien, welche, wenn wir von unten oder oben an die Zelle herankommen, zuerst sichtbar werden. Endlich erscheint nicht selten der Zellcontour genau in Form jener Linien d. h. etwa  $1/2 \mu$  von der nächstinnern Linie entfernt und in Abständen von ca.  $1/2 \mu$  mit Knötchen versehen. Manchmal tritt in solchen Fällen beim Verschieben der Einstellung eine neue Zellgrenze ausserhalb der ersten in gleicher Weise zu Tage und die erstgesehene erscheint dann als Parallelstreif. Dass dies nicht immer zu sehen ist, wird leicht durch beistehendes Schema II. erklärt, in welchem die Zelloberfläche kreisförmig gedacht ist und darauf in gleichen Abständen die Durchschnitte der parallelen Linien als Punkte eingetragen sind. Es wird von oben gesehen in den Randpartieen die dichtere Lage der Linien ein scharfes Hervortreten der einzelnen verhindern. Alle diese Phänomene sind darauf zurückzuführen, dass die parallelen Liniensysteme eben Teile der Oberfläche selbst sind.

In dem Falle, wo eine solche Linie als Zellgrenze zu sehen ist, findet man in günstigen Schnitten, dass ihre Verdickungen den Fäden des Radiärsystems zum Insertionspunkt dienen, dass also deren Endknötchen mit den Anschwellungen der Randlinie identisch sind.

Man ersieht aus der ganzen Darstellung, dass der Bau der Eidechsen ganglienzelle an Complicationen nicht arm ist und dass es genauer Analysirung der Zellstructur bedarf, um sich in dem Gewirr der Fasern nicht zu verirren. Ich habe versucht, in meinen Figuren 26 und 27 die verschiedenen Höhenlagen der Systeme durch verschieden kräftige Zeichnung deutlich zu machen. Glücklicherweise herrscht eine grosse Regelmässigkeit in der Anordnung der Systeme und diese ist es auch, welche

mir erlaubt, den Grund des Gesehenen in der Zelle selbst zu suchen und den Verdacht, es möchte sich um Kunstproducte handeln, auszuschliessen.

Die Parallelfasern zeichnen sich vermöge ihrer Verdickung und der parallelen Lage gewöhnlich mit grösserer Schärfe ab als die Radiärfasern. Auch scheinen die letzteren auf Sublimatwirkung leichter durch Zerreissung zu reagiren. Alle diese Gründe, zusammen mit der oberflächlichen Lage, bewirken es, dass die Parallelstreifen auch an anders bereiteten Präparaten leichter gesehen werden, als die Radiärfasern. Sie sind andeutungsweise an der frischen Zelle zu erkennen und könnten dort wohl deutlicher sein, wenn die Zellen grösser wären. An den frischen Methylenblau-Präparaten erscheinen ausser dem Kernkörperchen auch die parallelen Linien deutlich gefärbt; doch ist ihre Classification schwierig. Eine Zusammensetzung aus Knötchen und dünneren Stellen lässt sich wohl auch manchmal erkennen. Dagegen hindert die Dicke des Objects und die starke Oberflächenfärbung das Eindringen in das Innere der Zelle, wo sich nur die Umrisse des Kernes zuweilen undeutlich erkennen lassen.

Ein vollständig anderes Bild erhalten wir, wenn wir behufs Fixation pikrinsaures Ammoniak zu den Methylenblaupräparaten zusetzen. Selten gelingt es, noch Teile der Streifung zu unterscheiden. Der Inhalt der Zelle wird gebildet von unregelmässig verstreuten, ungleich grossen, groben Körnern. Diese Körner treten übrigens schon hier und da in Methylenblautrockenpräparaten auf. Sie sind unter sich durch Brücken verbunden; ihre oft höckerige Oberfläche gibt ihnen das Aussehen von Granulahaufen. Offenbar lassen sich diese Bilder in keinen Einklang bringen mit der Structurregelmässigkeit, wie sie an anderen Präparaten zu sehen ist und muss ich sie daher als für meine Untersuchungen wertlos erklären. Etwas diesen Körnerhaufen Analoges kommt in der frischen Zelle und bei der reinen Methylenblaufärbung nicht vor, ebensowenig bei guter *Flemming'scher* Fixirung und Sublimatbehandlung. Wo bei letzterer Methode Dinge vorkommen, die entfernte Aehnlichkeit damit haben, lassen sie sich mit Leichtigkeit als Fehler der Präparation nachweisen.

Isolirungen der Zellen mit  $\frac{1}{3}$  Alkohol oder schwacher Chromsäure haben sich für meine Zwecke unbrauchbar herausgestellt.

Zum Schlusse will ich noch einiger Beobachtungen an Ependymzellen gedenken. Es ist in Figur 28 ein Abschnitt jener

Lage von Ependymzellen abgebildet, welche als Epithel das Gefässnetz des Plexus chorioides umgiebt. In diesen Zellen sehen wir neben dem Kern auch wieder jene mit Eisenhaematoxylin sich schwarz färbenden Kügelchen und eine Andeutung von radiärer und concentrischer Structur um dieselbe. Leider ist die Erhaltung derselben unvollkommen. Die Kügelchen sitzen regelmässig auf der dem Gefässgeflecht zugekehrten Seite der Zellen, also auf deren ursprünglichen Aussenseite. Sie erscheinen einfach; doch ist es nicht ausgeschlossen, dass bei der Regelmässigkeit in der Zellenanordnung dieselben alle so getroffen sind, dass das eine Körperchen ein vielleicht vorhandenes zweites stets verdeckt. Auch in den Ependymzellen der Ventrikelwand finden sich dieselben Kügelchen und zwar im Einklang mit den Zellen des Plexus auf der äussern, d. h. dem Gehirn zugewendeten Seite. Dieser Umstand kann damit in Parallele gestellt werden, dass wir in Ganglienzellen Achsencylinder und Eisenhaematoxylinkügelchen stets auf entgegengesetzten Zellpolen gefunden haben.

### Epikrise.

Ich stehe nun vor der Frage, wie sich meine soeben geschilderten Befunde deuten lassen, und welche Beziehungen sie zu bereits Bekanntem zeigen. Da sieht man denn, dass, trotzdem ich mit anderen Mitteln und anderem Zweck gearbeitet habe als frühere Forscher, doch meine Angaben sich in manchen Stücken mit den Beschreibungen decken, die von der Structur der centralen Nervenzellen gegeben worden sind. Vor allem finden sich Verwandtschaftspunkte mit dem von *M. Schultze* aufgestellten Typus in der zur Zellgrenze parallelen Streifung, die sich auch auf die Fortsätze ausdehnt. Es ist diese Streifung sowohl vor als nach *Schultze* von Vielen gesehen worden, und wenn *Flemming* auch den Spinalganglienzellen eine andere Structur zuschreibt, für die Zellen der Centralorgane bestätigt doch auch er jene Streifung, wenn er sie auch nicht als Ausdruck zusammenhängender Fibrillen auffasst. Indessen hat auch *v. Kölliker* wie früher schon (27) so auch neuerdings (28) einen fibrillären Bau der multipolaren Zellen von Rückenmark und Gehirn im Sinne *M. Schultze's* für Säuger und Mensch bestätigt. Auch das, was jüngst *Dogiel* (13) von den Netzhautzellen der Taube teilweise abbildet, kann ich bestätigen: die Streifen sind nicht gleich-

mässig, sondern zeigen Verdickungen abwechselnd mit dünnen Stellen.

Analoga zu den *Nissl'schen* Granulis habe ich, wie erwähnt, nicht gefunden. Denn jene Körner, die bei pikrinsaurem Ammoniak auftreten, sind offenkundig so speziell nur durch das Reagens verschuldet, und widersprechen den regelmässigen Befunden der anderen Präparate in einer Weise, dass wir sie unmöglich als natürlich annehmen können. Wenn ich daher ihr regelmässiges Vorkommen in den Ganglienzellen des Vorderhirns der Eidechse bestimmt verneinen muss, behaupte ich damit natürlich nicht, dass sie auch in anderen Zellen fehlen. Im Gegenteil, sie können dort recht wohl vorhanden sein; ihre Abwesenheit bei der Eidechse hat mir aber meine Arbeit wesentlich erleichtert. Doch glaube ich dagegen auch annehmen zu dürfen, dass die Fasersysteme der Eidechsenzelle auch bei anderen Individuen vorkommen, nachdem sie übereinstimmend von einer so grossen Zahl von bedeutenden Forschern gesehen und beschrieben worden sind. Von der Bedeutung des Beschriebenen werde ich später reden.

Welche Deutung gebe ich nun aber dem, was an meiner Darstellung neu ist? Zunächst fühle ich mich zu der Behauptung berechtigt, dass es sich dabei um für die Zellen des Vorderhirns der Eidechse constante Verhältnisse handelt. Denn ich habe an allen geeigneten Präparaten — und geeignete Präparate erhält man mit verschiedenen Fixirungen und verschiedenen Färbungen — Uebereinstimmendes gesehen. Meine Befunde nötigen mich jedenfalls, wie es ja schon von vorneherein der Zweck meiner Arbeit war, sie dem gegenüber zu stellen, was bis jetzt an Strukturprincipien des Protoplasmas für andere Zellformen gefunden wurde.

Allgemein anerkannt wird es sein, dass in teilungsfähigen Zellen ausser dem Kern ein anderes Gebilde besteht, das während der Zellenruhe persistirend an der Zellteilung wesentlichen Anteil nimmt. Solche Gebilde sind, wie schon erwähnt, durch *van Beneden* entdeckt und als Polkörperchen beschrieben worden. Dadurch, dass er dieselben Gebilde später auch als „*corpuscules centraux*“ beschreibt, identificirt er sie mit dem, was *Flemming* unter Centralkörperchen versteht. *Boveri* hat für seine parallele Entdeckung den Namen „*Centrosoma*“ vorgeschlagen. Bis vor Kurzem und in vielen Kreisen noch heute war man der Meinung, dass diese drei Namen denselben Gegenstand bezeichnen. Nun

aber hat *Boveri* den von ihm aufgestellten Begriff Centrosoma, dessen bestimmte Definirung er in seinen früheren Arbeiten nicht gegeben hat, neuerdings folgendermassen formulirt: „Unter Centrosoma verstehe ich ein der entstehenden Zelle in der Einzahl zukommendes distinctes dauerndes Zellenorgan, das, durch Zweiteilung sich vermehrend, die dynamischen Centren für die Entstehung der nächst zu bildenden Zellen liefert“ (9.)

Damit stellte sich schon vor Aufstellung dieser Definition zuerst *Flemming* in bestimmtem Widerspruch, indem er als Centralkörper der ruhenden Leukocyten und Peritonealzellen Dinge beschrieb, die der Zelle in Zweizahl zukommen. *Heidenhain* beschrieb ebenso zwei, ja drei und mehr Centralkörper von Leukocyten und sehr zahlreiche von den Riesenzellen des Knochenmarks. Auch stellte er, bevor *Boveri* seinen Centrosomenbegriff formulirte, folgende Charakteristik der Centralkörper auf: „Centralkörper sind scharf umgrenzte, solide (durch Eisenhaematoxylin unter Umständen specifisch färbbare) Granula von sehr geringer Grösse. Sie besitzen die Fähigkeit zu assimiliren, zu wachsen und sich durch Knospung zu vermehren. Sie zeigen in hohem Maasse die Neigung Gruppen zu bilden, wobei sie innerhalb der Gruppe durch eine bei Gelegenheit ihrer Vermehrung zwischen ihnen sich ausspinnende Substanz aneinander gekettet sind. Sie können entweder für sich allein oder als Gruppe vereinigt die Ursprungspunkte für die Fäden eines centrirten Systems abgeben“. (25.)

Wie man sieht, decken sich die Definitionen der beiden Autoren ganz und gar nicht: ergo, Centrosoma und Centralkörper sind verschiedene Begriffe, und es ist demnach heute nicht mehr gestattet, ein und denselben Gegenstand mit beiden Namen zu belegen. Wenn *Heidenhain* für den Centralkörper oder die Centralkörpergruppe im Mittelpunkte eines centrirten Systems den Begriff „Mikrocentrum“ aufstellt, so kann auch dieser dem *Boveri*'schen Centrosoma nicht parallel gestellt werden, denn er bezeichnet nicht ein Zellenorgan, sondern einen geometrischen Ort. Auch die erste Beschreibung, die *van Beneden*

von seinen Polkörperchen giebt, deckt sich nicht mit der Definition *Boveri's*. Er spricht von „un globule ou un groupe de globules différenciés auxquels je conserve le nom de „Corpuscule polaires““. Da „auxquels“ ungezwungen nicht wohl anders bezogen werden kann als auf „globules“ und „corpuscules polaires“ Plural ist, geht daraus hervor, dass er das einzelne Kügelchen als Polkörperchen bezeichnet. Wenn er späterhin den Namen auf einen Körnchenhaufen bezieht, so zeigt das nur, dass er den Begriff nicht scharf gefasst hat.

Entsprechen nun die von mir im Protoplasma der Ganglienzellen gefundenen Kügelchen der Anforderung, die *Boveri* an das Centrosoma stellt oder der *Heidenhain'schen* Centralkörperdefinition, oder stellen sie etwas Besonderes dar?

Wer bisher meinen Ausführungen gefolgt ist und die gegebenen Bilder durchsieht, weiss, dass diese Kügelchen dem Begriff des Centrosoma sich nicht fügen. Sie sind häufig nicht in der Einzahl in einer Zelle vorhanden, sondern öfter zu Zweien oder Dreien. Eine Beziehung zur Zellteilung kann ihnen nicht nachgewiesen werden, weil sich Ganglienzellen ausser in sehr früher Fötalperiode, nicht teilen. Die Definition des Centrosomas findet also auf sie keine Anwendung, d. h. sie sind nicht das, was *Boveri* unter diesem Namen verstanden wissen will.

Haben sie Verwandtschaft mit dem, was *Heidenhain* als Centralkörper definiert? Gewiss. Sie sind scharf umgrenzte solide Granula von sehr geringer Grösse, und färben sich mit Eisenhaematoxylin spezifisch. Ihre Fähigkeit zu assimiliren, zu wachsen und sich zu vermehren kann bei Zellen von der Stabilität der reifen Ganglienzelle nicht nachgewiesen werden; doch kann auch nicht bestritten werden, dass ihnen in jüngeren Stadien diese Fähigkeit innewohnt. Denn sie zeigen verschiedene Grösse und in hohem Maasse die Neigung, Gruppen zu bilden, wobei sie innerhalb der Gruppe häufig durch eine zwischen ihnen sich ausspinnende Substanz aneinander gekettet sind. Sie bilden allein oder als Gruppe vereinigt die Ursprungspunkte für die Fäden eines centrirten Systems, wovon später näher die Rede sein soll. Daraus ergibt sich eine Uebereinstimmung, die keinen Zweifel lässt an der Identität dieser meiner Kügelchen mit den Centralkörpern im Sinne *Heidenhains*. Demgemäss bin ich vollaufberechtigt zu erklären: Die Centralkörper, wie sie *Heidenhain* in Leukocyten von Salamander und

Kaninchen und in Riesenzellen des letzteren Tieres beschreibt, dieselben Centalkörper, die auch *Flemming* vor ihm an ruhenden Leukocyten und Gewebszellen fand, die eine Reihe anderer Forscher in verschiedenen Zellformen in Ruhe, unter anderm ich selbst an den Samenzellen des Krötenhodens, gefunden haben, diese Centalkörper finden sich auch in den Ganglienzellen der Vorderhirnrinde der erwachsenen geschlechtsreifen Eidechse. Dass die Befunde an Ependymzellen aus demselben Organ der gleichen Deutung unterliegen, braucht kaum gesagt zu werden. Die Vergleichung der Bilder und Beschreibungen, die *Flemming*, *Heidenhain* und Andere von Centalkörpern in ruhenden und sich teilenden Zellen geboten haben, mit meinen Bildern ergibt eine vollständige Uebereinstimmung in ihrem Verhalten dort wie hier.

Dass aber diese Verhältnisse für die Eidechse nicht vereinzelt dastehen, mögen die Figuren 31 und 32 zeigen: Pyramidenzellen aus einer Centralwindung eines ca. 30 Jahre alten Mannes, die bezüglich der Centalkörper durchaus analoge Befunde aufweisen, wie sie von der Eidechse geschildert wurden. Die Präparate machen auf die Bezeichnung „gut“ keinerlei Anspruch. Sie stammen von einer Fixierungsprobe mit salpetersaurem Quecksilberoxyd, und waren zur Prüfung auf die Resistenzfähigkeit der dadurch hervorgebrachten Fällung für eine Stunde in Königswasser gelegt worden. Wie man sieht, ist dadurch an den Zellen selbst kein sonderlicher Schaden entstanden und die Aufnahmefähigkeit für Farben hat nicht gelitten, während allerdings in der umgebenden Grundsubstanz eine teilweise Auflösung erfolgt war. Ob das Quecksilbernitrat sich als Fixierungsmittel indessen empfehlen wird, kann ich nicht sagen. Ein neues Fixierungsmittel hat nur dann die Berechtigung, eingeführt zu werden, wenn es entweder besseres leistet als unsere bisher bekannten Mittel, oder doch bei gleicher Sicherheit der Wirkung grössere Bequemlichkeit in der Anwendung bietet. Beides kann ich ohne weitere Prüfung vom Quecksilbernitrat nicht behaupten, das zudem in Alkohol oft Niederschläge giebt.

Immerhin sind die beiden abgebildeten Präparate nicht Zufallsproducte; das beweist sowohl ihre Uebereinstimmung mit den Präparaten von der Eidechse, als auch das mehrfache Vorkommen analoger Bilder in demselben Präparate.

Ob aus dem Vorkommen von Centrankörpern in Pyramidenzellen des Menschen auf eine weitere Uebereinstimmung im Bau derselben mit den Vorderhirnzellen der Eidechse geschlossen werden darf, ist eine andere Frage, die ich, weil rein hypothetisch, hier unerörtert lassen will.

An dieser Stelle möge es Erwähnung finden, dass von *Lenhossék* in einer Mitteilung an die physikalisch-medicinische Gesellschaft in Würzburg (Sitzung vom 18. Juli c. a.: Ueber Centrosom und Astrosphäre in Nervenzellen) an Spinalganglienzellen mittlerer Grösse vom Frosch eine Protoplasma-Anordnung beschrieb, die concentrisch einen helleren Kreis in der ungefähren Mitte des Protoplasmas umgiebt, welcher Kreis bei *Heidenhain'scher* Färbung oft mehrere unregelmässige Körnchenhaufen einschliesst. In der Richtung nach diesem Kreis hin zeigt der im Uebrigen runde Kern mit grosser Regelmässigkeit eine kleine Delle. Offenbar sind diese Befunde in Parallele zu setzen mit Structureigentümlichkeiten, wie sie in andern Zellformen in Ruhe und Teilung vorkommen und wie ich sie auch in gegenwärtiger Arbeit gefunden habe. In diesem Sinne werden sie auch durch *v. Lenhossék* gedeutet, indem er den hellen Kreis als Centrosoma im Sinne *Boveri's* und seine Körncheneinschlüsse als Mikrocentrum im Sinne *Heidenhain's*, die umgebende dichtere Protoplasmanasse als Astrosphäre bezeichnet. Die Differenzen, die sich in der Detailauffassung mit meinen Beobachtungen ergeben, mögen zum Teil durch die Verschiedenheit des Materials bedingt sein; in der Grundidee sind wir einig, dass nämlich jene Protoplasma-centren, die bei der Zellteilung eine so wichtige Rolle spielen, auch im Aufbau der Ganglienzelle sich erhalten. Wenn damit *v. Lenhossék* der erste ist, der dies ausgesprochen hat, so muss es doch gesagt sein, dass meine gegenwärtige Arbeit vollständig aus eigener Initiative unternommen und durchgeführt wurde und zur Zeit als *v. Lenhossék* seine Resultate publicirte, in allen Hauptpunkten fertig gestellt war.

Nachdem wir constatirt haben, dass Centrankörper in Ganglienzellen vorkommen, so ergiebt sich von selbst die Frage nach ihrer Bedeutung für die Zelle. Für eine Vermehrung von Ganglienzellen haben sie nicht zu sorgen, denn eine solche findet nicht statt. Sind schon beim Eidechsen-Embryo von 20 Tagen Zellteilungsvorgänge im Centralnervensystem sehr selten, wobei es noch fraglich bleibt, ob dieselben Ganglienzellen betreffen, so

konnte ich im Alter von 6 Wochen keine Spur mehr davon entdecken. Ein Wachstum der nervösen Centralorgane findet von da an seinen Grund lediglich in der Vergrösserung der Zellen, sowohl der Glia wie der Ganglien, in dem Auswachsen von Fortsätzen, besonders der Nervenfortsätze in dem Auftreten von Nervenmark etc. Vereinzelte Zellteilungen mögen vielleicht an Gliazellen noch stattfinden, indessen habe ich nichts dergleichen entdecken können. Sollten nun vielleicht die Centralkörper von den Ganglienzellen beibehalten worden sein aus Dankbarkeit für längst geleistete Dienste oder in der Voraussicht auf nirgends nachzuweisende, aber doch vielleicht unter ganz besonderen Bedingungen mögliche Teilungen? Wohl kaum, denn ein Organ, das lange Zeit funktionslos ist und dadurch als platzraubend hinderlich wird, degenerirt. Und den Vorwurf der Degeneration kann man den Centralkörperchen der beschriebenen Ganglienzellen nicht machen; sie sind vollständig wohl entwickelt. Um die Bedeutung der Centralkörper für die Ganglienzelle zu erkennen, werden wir ihre Beziehung zur übrigen Zellstructur bestimmen müssen; und wir werden sehen, dass sich daraus noch weit sichere Schlüsse über ihre echte Centralkörpernatur darbieten, als ihr morphologisches und farbenreactionäres Verhalten es zu zeigen vermag.

Wir haben gesehen, dass die Centralkörper zum Ausgangspunkt von Fasern dienen, die, in radiärer Richtung das Zellprotoplasma durchsetzend, in annähernd gleichen Abständen an der Zellenperipherie mit kleinen Knötchen inseriren. Es stimmen diese Radiärfasern in allen Punkten mit dem überein, was *Heidenhain* in Leukocyten organische Radien genannt hat. In ziemlich constanten Abständen vom Mikrocentrum (so hat *Heidenhain* die Centralkörpergruppe als Insertionspunkt der organischen Radien genannt) trägt jede Radiärfaser bekanntlich ein gröberes Knötchen, Mikrosoma nach *Heidenhain*, und die Summe dieser Mikrosomen schliesst in der Ebene einen Kreis, im Raum eine Kugel vom übrigen Protoplasma mit grosser Schärfe ab.

*van Beneden* (5) hat im sich teilenden *Ascaris*-Ei eine Kugel, die seine Polkörperchen umgiebt, als „sphère attractive“, oder auch kurzweg „sphère“ beschrieben. Seither sind unter diesem Namen oder unter dem germanisirten „Attractionssphäre“ manchmal recht verschiedene Dinge beschrieben worden. Auch ist dieser Name oft identisch mit „Astrosphäre“ gebraucht worden,

womit ursprünglich und auch heute noch vielfach die gesammte während der Mitose sichtbare Polstrahlung gemeint ist. Da ein solches Verfahren leicht Missverständnisse rufen kann, so müssen wir, um dies zu vermeiden, uns streng an die Bedeutung halten, die der Autor diesem Namen beigelegt hat. Das geht deutlich genug aus dem hervor, was er hierüber geschrieben hat, und aus den Bildern, die er Tafel XXXter davon gegeben hat. Seinen Text habe ich zum Teil auf Seite 2 wiedergegeben. Danach kann es nicht zweifelhaft sein, dass — wie schon *Heidenhain* betont — das Körnerstratum auf der Grenze zwischen Attractionssphäre und übrigen Protoplasma, etwas für seine Sphäre absolut Wesentliches ist. Ja es wird, wie er später ausführt, die Attractionssphäre als etwas Besonderes erst durch jene Körnergrenze bedingt, denn die Strahlen in ihr setzen sich fort in die Strahlung des übrigen Protoplasmas und bilden einen Teil derselben.

Wir haben nun in der Umgebung der Centrialkörper einen Protoplasmaabschnitt gefunden, der dieser Beschreibung von der Attractionssphäre vollkommen entspricht. Ein Strahlenkranz von Radiärfasern geht rings vom Mikrocentrum aus und eine Lage von Körnern scheidet aus diesem System scharf einen centralen Teil von einem peripheren. Der centrale Teil ist nach Beschreibung und Abbildung durchaus mit dem identisch, was *van Beneden* „sphère attractive“ genannt hat. Er zeigt auch hier eine homogenere d. h. regelmässiger Beschaffenheit als das umgebende Protoplasma, er zeigt auch hier diesem gegenüber eine besondere Farbenreaction; wenn dieselbe hier umgekehrt ist als sie *van Beneden* am *Ascaris*-Ei findet, so ist der Grund hievon wohl in einer stärkeren Färbbarkeit des übrigen Protoplasmas der Ganglienzelle zu suchen.

Später beschrieben *van Beneden* und *Neyt* in der Attractionssphäre bei ihrem klassischen Untersuchungsobject eine Trennung in eine Markzone und eine Corticalzone. Davon habe ich bei meinem Object nichts gesehen. Denn wo wie in Figur 21 aussen an der Sphäre noch ein grösserer Kreis abgegrenzt wird, da ist derselbe sehr viel weniger constant und sein Körnerstratum um vieles undeutlicher als die Grenzsicht der Sphäre, so dass der dadurch begrenzte Teil lange nicht mit der Schärfe wie jene gegen das übrige Protoplasma contrastiren kann, also

kein Teil der Sphäre ist. Auch lehren uns dritte Kreise, die dann und wann, wenn auch unvollständig, auftreten (Fig. 8, 15), sowie auch das Phänomen der concentrischen Kreise, dass jener grössere nichts Specificisches ist, sondern verwandt ist mit diesen Erscheinungen im Protoplasma. Aber noch etwas anderes ersehen wir daraus, dass nämlich auch die Attractionssphäre kein Gebilde für sich ist, sondern lediglich ein durch besonders constante und deutliche örtliche Abgrenzung ausgezeichnete Teil des übrigen Protoplasmas. Diese Anschauung wurde schon durch *van Beneden* aufgestellt und von *Heidenhain* mit voller Bestimmtheit vertreten.

Gestützt auf meine Beobachtungen kann ich nun das System der centrirten Fibrillen für mein Untersuchungsobject etwa folgendermassen definiren: Die organischen Radien entspringen an den Centrialkörperchen selbst, durchsetzen continuirlich Attractionssphäre und übriges Protoplasma, tragen die Mikrosomen, welche die Grenzschicht der Sphäre bilden, und gelegentlich weitere Verdickungen, welche grössere Kreise umschliessen können, und heften sich mit kleinen Knötchen an der Zellenoberfläche fest.

Dadurch ist auch der positive Beweis erbracht, dass meine Centrialkörper der Ganglienzelle echte Centrialkörper sind. Denn wo, wie in reifen Ganglienzellen ihre Beziehung zur Zellteilung nicht nachgewiesen werden kann, da tritt ihre zweite Function in ihre Rechte: Sie sind in der ruhenden Zelle die Insertionsmittelpunkte für das centrirte Fibrillensystem.

Sehen wir uns die Insertionen der organischen Radien an der Oberfläche genauer an, so wissen wir, dass sie in den annähernd gleichen Abständen von  $\frac{1}{2}\mu$  in Knötchen an der Zellperipherie endigen. Diese Knötchen bilden unter sich verbunden eine Oberflächenlinie der Zelle, eine Linie des Systems der Parallelfasern. Da auf diese Weise ein Teil jener Parallelstreifen sicher als Insertionslinien der organischen Radien an der Zellenoberfläche sich nachweisen lässt, so dürfen wir bei der vollkommenen Uebereinstimmung im Bau aller dieser Streifen mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass alle dem gleichen Zwecke dienen. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Ent-

fernung der Parallellinien von einander und der Verdickungen derselben unter sich ebenso gross ist wie diejenige der Insertionspunkte der organischen Radien von einander. Ob dies die einzige Bestimmung der oberflächlichen Parallelfasern ist, oder ob noch andere Gesichtspunkte in Betracht kommen, vermag ich nicht zu entscheiden.

Man hat früher in diesen Fasersystemen Leitungsbahnen erkennen wollen für nervöse Reize. Wenn nun auch nicht zu leugnen ist, dass alle Teile der Zelle ihrer Funktion dienen, so glaube ich doch annehmen zu dürfen, dass eine Fortpflanzung von Erregungsvorgängen in Nervenzellen auf anderem Wege erfolgen wird als durch physikalische Leitung mittelst bestimmter fester Leitungsbahnen. Der hohe Blutreichtum und die äusserst feine Reaction der Nervencentren auf ungeeignete Blutzufuhr zeigen, dass die Thätigkeit der Ganglienzelle einhergeht mit chemischen Vorgängen. Die früher gehegte Ansicht von der Bedeutung dieser Fasern wird daher um so mehr fallen gelassen werden müssen, da es mir gelungen ist, für dieselben eine namhafte Beteiligung am architectonischen Aufbau der Zelle nachzuweisen.

Seit *Heidenhain* sein Spannungsgesetz auf Grund der organischen Radien aufgestellt hat, ist von *Boveri* (9), *Drüner* (14) u. A. die Persistenz dieser letzteren während der Zellenruhe in Abrede gestellt worden, und eine jeweilige Neubildung derselben bei der Zellteilung vom dynamischen Centrum aus behauptet worden. Damit, dass ich dies Radiensystem in voller Ausdehnung in Ganglienzellen auffand, also an Zellen, die doch nach allgemeiner Anschauung die conservativsten des Körpers sind, Zellen, die in reifem Zustande Teilungen nicht mehr eingehen, glaube ich den Beweis erbracht zu haben, dass nicht nur das dynamische Centrum der Zellteilung in Gestalt der Centrankörper, sondern das gesammte System der organischen Radien einschliesslich der Attractionssphäre dauernd in ruhenden Zellen sich erhält. Es fällt dadurch auch der Einwand, den man etwa der Auffindung der Radien bei Zellen anderer Art machen könnte, dass bei solchen doch irgendwelche Teilungsvorgänge mitspielen könnten, weg. Somit ist die geschilderte Structur, wie auch *Heidenhain* betont hat, nichts für die Zellteilung spezifisches, sondern sie ist bedingt im allgemeinen Princip des Aufbaues der Zelle.

Der an quergestreifte Muskelfibrillen erinnende Bau der Radien lässt die Möglichkeit der Contractilität zu, ohne dass es bei dem stabilen Bau der Ganglienzelle zu einer activen Contraction zu kommen braucht. Der Kern ist gleichsam secundär in das Radiensystem eingeschoben und bewirkt ein Auseinanderweichen der Fasern; er setzt sich dadurch auch seinerseits der Einwirkung der Fasern aus.

Ob das Radiensystem, wie *Boveri* in seiner Theorie vom Archoplasma will, etwas in der Substanz Specificisches ist, kann ich weder behaupten noch bestreiten; das wird die Chemie in nächster Zeit wohl kaum feststellen können. Sicher ist aber, dass diesem System eine bestimmte, feste Structur zukommt, und diese stimmt in allen Teilen mit den Principien überein, wie sie *Heidenhain* für den innern Bau der Zelle aufgestellt hat.

Würzburg, 5. August 1895.

---

## N a c h t r a g.

---

Während der Drucklegung meiner Arbeit erhalte ich durch die Güte des Verfassers die gedruckte Wiedergabe des auf Seite 33 berührten Vortrages von *Lenhossék's* (29a). Wie der Verfasser eingangs bemerkt, hat er im Druck manche Punkte weiter ausgeführt. Sodann bringt er in der Benennung eine kleine Modification an, indem er die centralen, mit Eisenhämatoxylin sich schwarz färbenden Körnergebilde als Centrosom auffasst und diesen Begriff damit dem Mikrocentrum *Heidenhains* parallel stellt. (Vgl. p. 33). Der umgebende helle Kreis würde dann der Marksicht, die daran ausstossende dichte Protoplasmamasse der Corticalsicht in der Attractionsphäre von *Beneden's* entsprechen. Leider fehlt mir eine aus eigener Arbeit gewonnene, genauere Kenntniss von demselben Untersuchungsobject. Es ist mir also bis dahin eine directe Vergleichung mit meinem Object nicht möglich. Doch freut es mich, constatiren zu können, dass

durch die obige Auffassung eine Uebereinstimmung der Beobachtungen von *Lenhossék's* mit meiner in dieser Arbeit vertretenen Ansicht gefördert würde. Weiteres Studium auf diesem Gebiet wird zur Lösung noch schwebender Fragen führen.

Bezüglich mancher interessanter Details, die von *Lenhossék* in seiner Abhandlung bringt, verweise ich auf die letztere selbst. Ich hoffe in späteren Arbeiten darauf Bezug zu nehmen.

Würzburg, October 1895.

---

## Verzeichnis der angeführten Litteratur.

1. *Arnold*: Ueber die feineren Verhältnisse der Ganglienzellen in dem Sympaticus des Frosches. Virch. Arch. Bd. 32. 1865.
2. Derselbe: Ueber die feinere Structur der Zellen unter normalen und pathologischen Bedingungen. Ebenda Bd. 77. 1879.
3. *E van Beneden*: La maturation de l'oeuf la fécondation et les premières phases du développement embr. des mammitères. Bull. Acad. R. de Belgique 1875.
4. Derselbe: Recherches sur les Dicyémides. Bruxelles 1876.
5. Derselbe: Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation. Arch. de biologie T. IV. 1883.
6. Derselbe und *Neyt*: Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride mégalocéphale. Bull. Acad. R. de Belgique 1887.
7. *Boveri*: Zellenstudien Heft I. Jena 1887.
8. Derselbe: Zellenstudien Heft II. ibid. 1888.
9. Derselbe: Ueber das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigel-Eies. Verh. d. phys.-medic. Ges. Würzburg Bd. 29. 1895. Verlag von Stahel.
10. *Bütschli*: Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Nova Acta Leop. Carol. Bd. 36. 1873.
11. Derselbe: Vorläufige Mitteilungen [über die Entwicklungsvorgänge am Ei von Nematoden und Schnecken. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 25. 1875.
12. *Deiters*: Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugetiere. Braunschweig 1865.
13. *Dogiel*: Zur Frage über den Bau der Nervenzellen und über das Verhältnis ihres Achsencylinder- (Nerven-) Fortsatzes zu den Protoplasmafortsätzen (Dendriten). Arch. f. mik. Anatomie Bd. 47. 1893.
14. *Drüner*: Studien über den Mechanismus der Zellteilung. Jen. Zeitschr. für Naturwiss. Bd. 29. 1894.
15. *Flemming*: Ueber die ersten Entwicklungsvorgänge am Ei der Teichmuschel. Arch. f. mik. Anatomie Bd. 10. 1874.
16. Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. II. Teil. ibid. 1880.
17. Derselbe: Vom Bau der Spinalganglienzellen in: Festschrift für Henle. Bonn 1882.
18. Derselbe: Zellsubstanz, Kern- und Zellteilung (mit ausführlicher Litteraturausgabe bis 1882). Leipzig 1882.

19. *Flemming*: Attractionssphäre und Centrakörper in Gewebszellen. Anat. Anz. Bd. VI. 1891.
  20. Derselbe: Ueber Teilungs-Kernform bei Leukocyten und über deren Attractionssphären. Arch. f. mik. Anatomie Bd. 37. 1891.
  21. *Fol*: Sur le développement des Ptéropodes. Arch. de zool. exp. T. 4. 1875.
  22. *Fromann*: Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarkes. Jena 1887.
  23. *M. Heidenhain*: Ueber die Centrakörperchen und Attractionssphären der Zellen. Anat. Anz. Bd. VI. 1891.
  24. Derselbe: Ueber Keru und Protoplasma in: Festschrift für A. v. Kölliker. Leipzig 1892.
  25. Derselbe: Neue Untersuchungen über die Centrakörper und ihre Beziehungen zum Kern und Zellenprotoplasma. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 43. 1894.
  26. Derselbe: Cystomechanische Studien. Arch. f. Entwicklungsmechanik. Bd. I. Nr. 4. 1895.
  27. *v. Kölliker*: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. Leipzig 1867.
  28. Derselbe: Dasselbe. 6. Aufl. ibid. 1893.
  29. *v. Lenhossék*: Der feinere Bau der Nervensystems im Lichte der neuesten Forschungen. II. Aufl. Berlin 1895.
  - 29 a. Derselbe: Centrosom und Sphäre in den Centralganglienzellen des Frosches. Sitzungsber. d. Würzb. phys.-med. Ges. v. 18. Juli 1895. Verlag von Stahel in Würzburg.
  30. *Mayzel*: Ueber eigentümliche Vorgänge bei der Teilung der Kerne in Epithelzellen. Centralbl. f. med. Wiss. 1875.
  31. *Nissl*: Ueber den Zusammenhang von Zellstructur und Zellfunction. Tagebl. der Naturforschervers. Köln 1889.
  32. Derselbe: Ueber Rosins neue Färbemethode des gesammten Nervensystems und dessen Bemerkungen über Ganglienzellen. Neurolog. Centralbl. Jahrgang 13. 1894.
  33. *Oellacher*: Beiträge zur Entwicklung der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforellenei. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 23. 1873.
  34. *Rabl*: Ueber Zellteilung. Anat. Anz. Bd. IV. 1889.
  35. *Remak*: Neurologische Erläuterungen. Müllers Arch. 1844.
  36. Derselbe: Neurologische Mitteilungen. Monatsber. der Academie d. Wissensch. Berlin 1853.
  37. *M. Schultze*: Allgemeines über die Structurelemente des Nervensystems, in Strickers Handbuch Bd. I. 1871.
  38. *Solger*: Ueber pigmentirte Zellen und deren Centralmasse. Zool. Anz. 1890.
  39. *Stilling*: Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. 1859.
  40. *Strassburger*: Zellbildung und Zellteilung. I. Aufl. Jena 1875.
-

## Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bezeichnet übereinstimmend *n*: Nervenfortsatz.

In der Erklärung bedeutet *S*: Sublimatfixirung; *F*: Fixation mit Chromosmiumessigsäure. *R*: bezeichnet Rubinfärbung; *Sf*: Safranin. Alle abgebildeten Zellen mit Ausnahme der ersten 6 sind mit Eisenhaematoxylin nach *Heidenhain* gefärbt und mit Zeiss homog. Imm. 2 mm Apert. 1,30 Ocular 12 gezeichnet.

### Tafel I und II.

Ganglienzellen aus der Vorderhirnrinde der erwachsenen Eidechse.

- Fig. 1—6: Silberfärbung nach Golgi. Leitz Obj. 7 Oc. 3 Vergr 425 : 1. Verschiedene Typen von Ganglienzellen aus der Convexität der Vorderhirnrinde.
- Fig 7—20: Centralkörper in Ganglienzellen gleicher Art. Vergr. 2500 : 1.
- Fig. 7: *F*. Centralkörper einfach, dicht am Kern, letzterer mit Delle.
- Fig. 8: *F*. Centralkörper einfach, vom Kern entfernter, 3 concentrische Kreise.
- Fig. 9: Einfacher Centralkörper mit Protoplasmastrahlung. Kern mit Delle.
- Fig. 10: Doppelte Centralkörper getrennt. Kern mit Delle.
- Fig. 11 u. 13: *F*. Doppelte Centralkörper getrennt.
- Fig. 12. 14—17: *F. Sf*. Doppelte Centralkörper getrennt in verschiedener Grösse und Lage in verschiedenen Zellen.
- Fig. 18: *F. Sf*. Zwei Centralkörper verbunden durch Zwischensubstanz.
- Fig. 19: *S. R*. Einfacher Centralkörper im Lageverhältnis zum Achsenfortsatz.
- Fig. 20: *S*. Anilinblau-Eisenhaematoxylin. Drei Centralkörper. Deutliche Strahlung und Microsomenstratum.
- Fig. 21: Drei Centralkörper verbunden. Deutliche Strahlung. Attractionssphäre scharf begrenzt durch ein Microsomenstratum; nach aussen teilweise eine zweite Körnerlage. Die organischen Radien sind im unteren Teil der Figur bis zur Peripherie und in einen Dendrit verfolgbar und endigen zum Theil in Knötchen. (Vergr. 5000 : 1.)
- Fig. 22. *F. Sf*. Zwei Centralkörper, verbunden. Anordnung und Zusammensetzung der organischen Radien. (Das Präparat ist in ganz geringem Maasse zu schwach extrahirt.)
- Fig. 23: *F*. Bordeaux-Rot. Organische Radien in ihrer Beziehung zum Kern.

- Fig. 24: *S. R.* Attractionssphäre isolirt. Im oberen Teil der Figur sind die organischen Radien anscheinend durch Schrumpfung ausserhalb der Sphäre gerissen.
- Fig. 25: *S. R.* Oberflächenbild, Es sind nur die Parallelfasern gezeichnet. Zellgrenzen sind punktirt angegeben. Unterhalb der freien Stelle liegt der Kern.
- Fig. 26: *S. R.* Parallelfasern stark gezeichnet. Das darunter liegende Radiensystem und der in derselben Ebene gezeichnete Kern ist schwach ausgezogen. Einige Radien inseriren an Parallelfasern, wo diese die Zellgrenze bilden.
- Fig. 27: Parallelsystem mit Radiärsystem; letzteres und der Kern schärfer gezeichnet. Rechts sieht man deutlich die Insertionsstelle der Radien an der Zellenoberfläche.

### Tafel III.

- Fig. 28: *F. Sf.* Vorderhirn der Eidechse. Ependymzellen des Plexus chorioides mit Centralkörperfärbung. Die mit *v* bezeichnete Stelle ist der Ventrikelhöhle zugekehrt. (Vergr. 2500 : 1.)
- Fig. 29 u. 30: *F. Sf.* Vorderhirn der Eidechse. Ependymzellen der Ventrikelwand mit Centralkörpern; *v* : Ventrikelseite.
- Fig. 31 u. 22: Grosshirnrinde des erwachsenen Menschen. Quecksilbernitratfixirung. Bordeauxrot-Eisenhaematoxylin-Rubin. Pyramidenzellen mit Centralkörpern und Andeutungen der Attractionssphäre. (Vergr. 1500 : 1.)

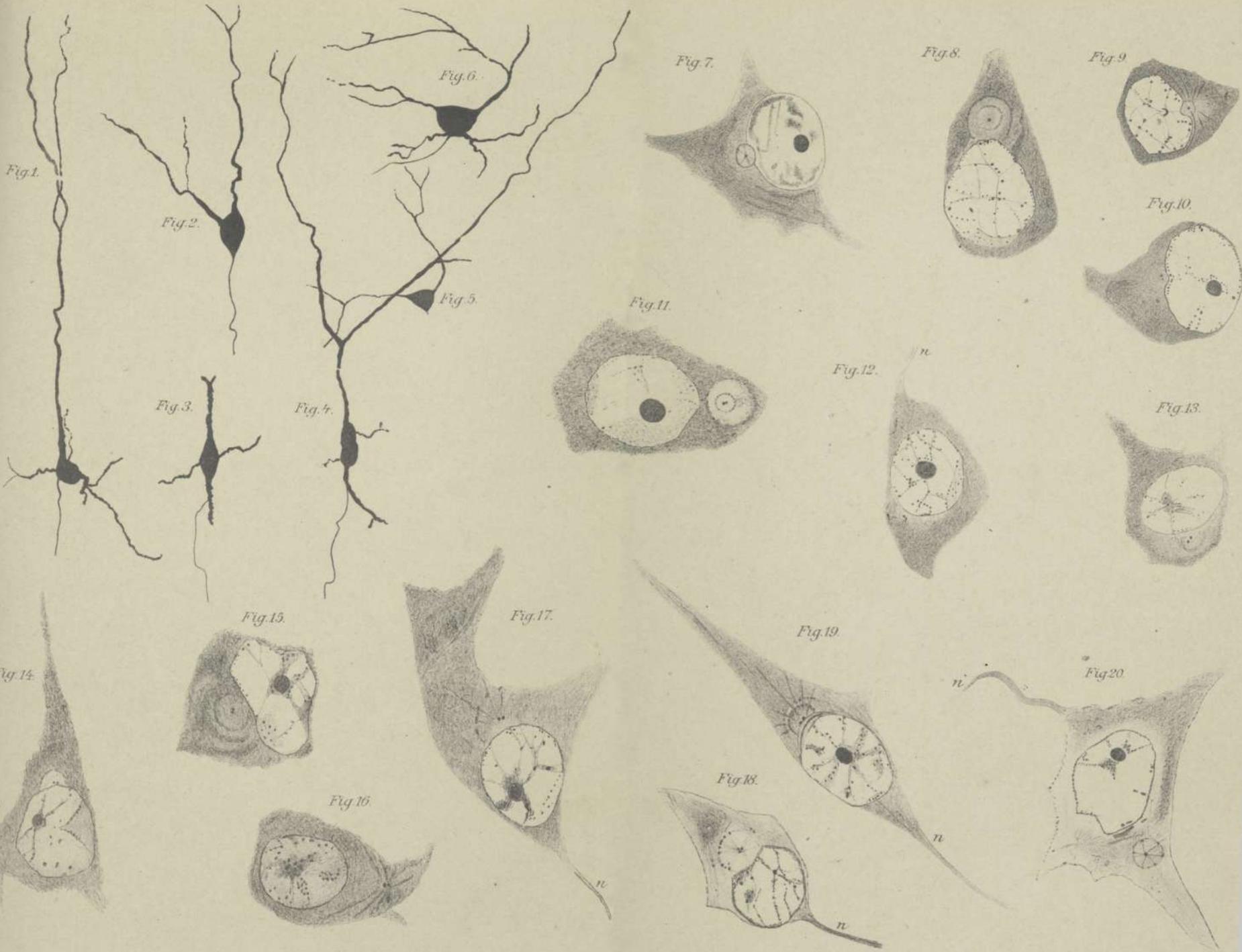


Fig. 21.

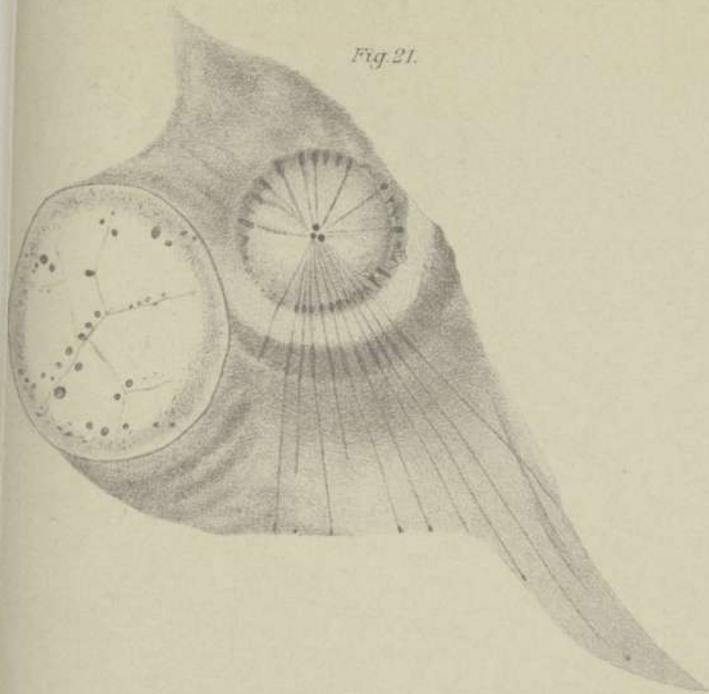


Fig. 22.

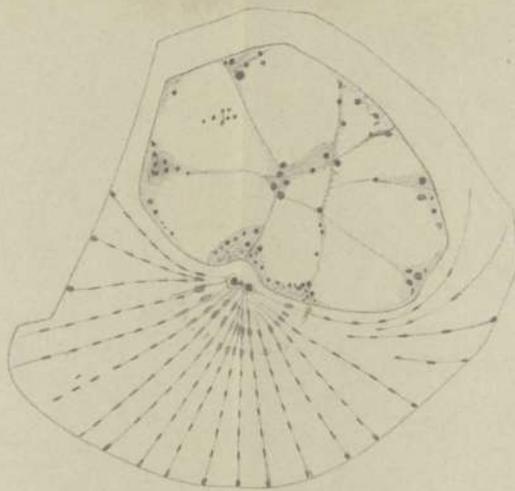


Fig. 23.

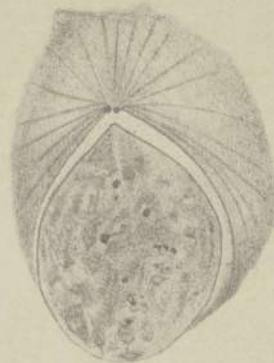


Fig. 24.

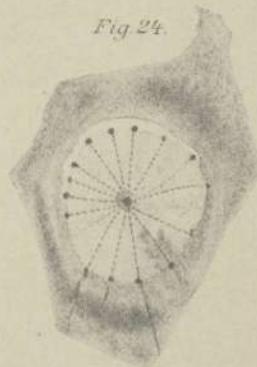


Fig. 25.

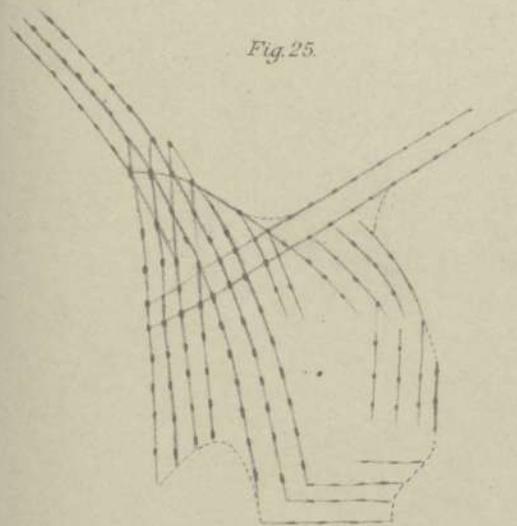


Fig. 26.

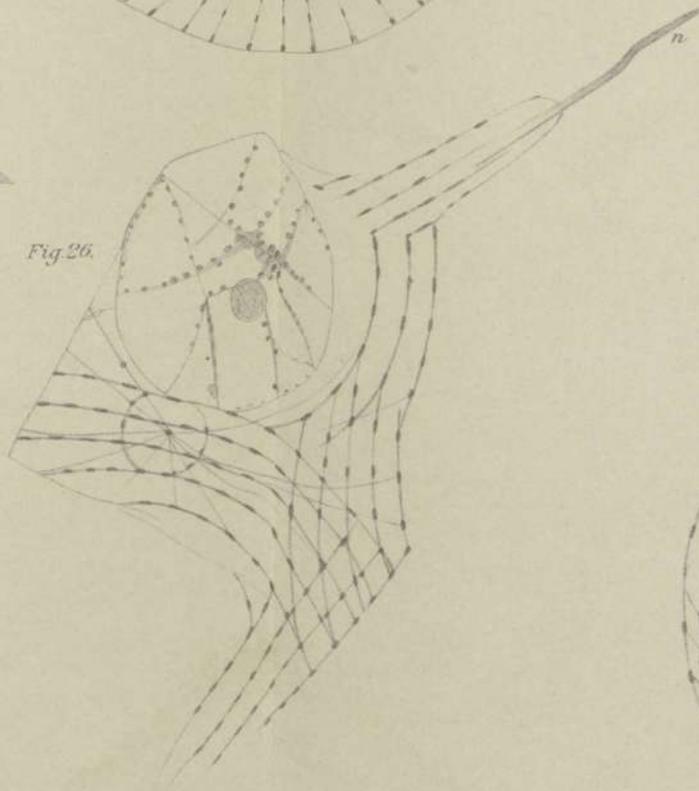


Fig. 27.

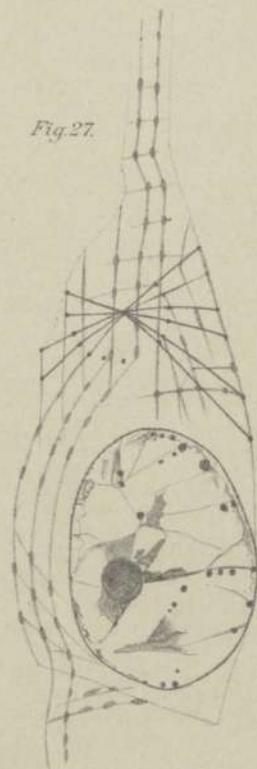


Fig. 28.

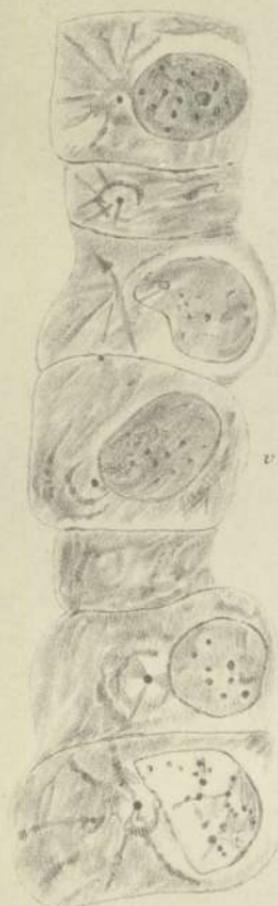


Fig. 29.



Fig. 32.

Fig. 31.

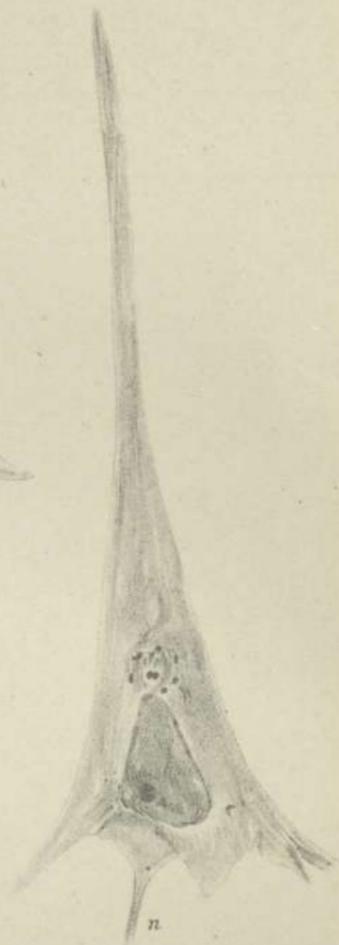


Fig. 30.



Bühler del.

Würzburger Verhandl. N. F. XXIX, Taf. 5.

Lith. Anst. v. E. A. Pöschel Leipzig.

Dr. A. Bühler, Protoplasma - Struktur in Vorderhirnzellen der Eidechse.

Verlag der Stahel'schen k. Hof- und Universitäts - Buch- u. Kunsthandlung, Würzburg.



# Ueber Arbeitleistung des Muskels durch seine Verdickung.

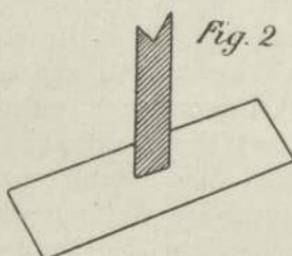
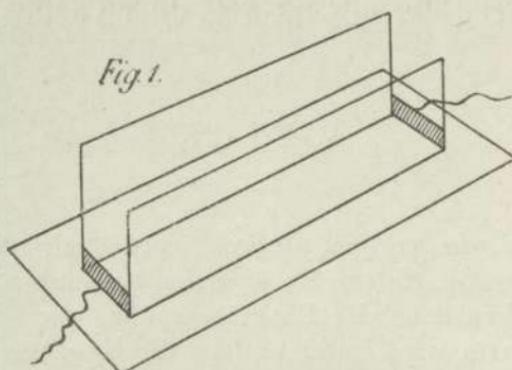
Von

A. F I C K.

Im Laufe des vorigen Jahres wurde mir die Inaugural-Dissertation des Dr. *Kathariner* über den bekannten höchst merkwürdigen Mechanismus der Chamäleonzunge zur Begutachtung übergeben. Darin wird unter andern die Hypothese besprochen, das Hervorschnellen der Zunge komme zu Stande dadurch, dass die Verdickung nicht die Verkürzung des Muskelringes die Geschwindigkeit erzeuge. Dies brachte mich auf den Gedanken, einmal planmässig zu untersuchen, wie sich die Arbeitleistung bei der Muskelkontraktion gestalte, wenn man nicht, wie gewöhnlich geschieht, der Verkürzung, sondern der Verdickung des Muskels einen Widerstand entgegenstellt, sei es in Form eines zu überwindenden Gegendruckes, sei es in Form der Trägheit von Massen, welche bei Verdickung des Muskels in Bewegung gesetzt werden müssen.

Meine Versuchsanordnung war die folgende. Ich kittete aus Glas- und Zinkstücken ein Kästchen von parallelepipedischer Form zusammen, wie es in Fig. 1 perspektivisch dargestellt ist. Die schraffirten Flächen sind die Zinkstücke, an die Kupferdrähte angelöthet sind, um sie mit stromgebenden Vorrichtungen verbinden zu können. Die Maasse des Kästchens sind so genommen, dass es der Breite nach gerade ausgefüllt wird durch die beiden aufeinander gelegten Muskelmassen an der Innenseite des Oberschenkels eines grossen Frosches (*Semimembranosi, graciles, bicipites*). Die Länge des Kästchens ist etwas grösser als die Länge der Muskeln, so dass sie die Zinkflächen nicht unmittelbar berühren. Auf die Muskelmasse wird nun ein gläsernes Deckelchen aufgelegt — es ist in Fig. 2 besonders dargestellt —, das die Breite des Kästchens sehr nahezu ausfüllt, dessen Länge etwas kleiner ist als die Länge der Seitenwände des Kästchens. Der Deckel muss zwischen den Seitenwänden

ohne jede Reibung gleiten können. Auf die obere Fläche des Deckels ist ein Messingstreif aufgeklebt (siehe die schraffierte Fläche Fig. 2), dessen oberer Rand einen Einschnitt hat. Das



obere eingeschnittene Ende des Messingstreifes ragt unter allen Umständen über die Seitenwände des Kästchens hervor.

Wenn der Deckel auf der Muskelmasse liegt, so bildet diese annähernd ein vierseitiges Prisma oder Parallelepipid. Durch Druck auf den Deckel, den man mittels des Messingstreifens bequem ausüben kann, wird nun die Höhe des Muskelprisma vermindert und folgeweise die Länge vermehrt werden. Wenn andererseits der Muskel gereizt wird und sich verkürzt, wird die Höhe des Prisma vergrößert, da in die Breite keine Ausdehnung stattfinden kann, der Deckel wird gehoben und man kann mittels des Messingstreifens eine Verbindung mit graphischen Apparaten herstellen und so den Betrag der Höhenvergrößerung oder bei gehinderter Verdickung die Grösse des vom Muskel auf den Deckel ausgeübten Druckes messen.

Um untersuchen zu können, ob bei der Verdickung des Muskels gegen äusseren Druck die Vorgänge in seinem Inneren genau dieselben sind, wie bei Verkürzung gegen dehnenden Zug,

wollen wir von folgender Betrachtung ausgehen. Wir denken uns ein Muskelparallelepiped von der Länge  $l$ , der Breite  $b$ , der Höhe  $h$  in ein Kästchen von der eben beschriebenen Form eingelagert, so dass seine Breite unveränderlich, d. h. also die Grösse  $b$  konstant ist, während  $h$  und  $l$  veränderlich sind. Wenn nun, sei es durch einen äusseren Druck oder Zugkraft, sei es durch einen inneren Erregungsprozess eine unendlich kleine Veränderung der Form stattfindet, so kann dies nur in der Art geschehen, dass die Grössen  $h$  und  $l$  in entgegengesetztem Sinne verändert werden und zwar stehen die beiden unendlich kleinen Veränderungen  $dh$  und  $dl$  in einer mathematischen Abhängigkeit voneinander durch die bekannte Thatsache, dass das Volum des Muskels unveränderlich ist. Es muss eben

$$h \cdot b \cdot l = (h + dh) \cdot b (b + dl)$$

sein, woraus folgt

$$hbl = hbl + hb \cdot dl + bl \cdot dh$$

da das Produkt  $dh \cdot dl$  als unendlich klein 2ter Ordnung als Summand nicht in Betracht kommt. Hieraus folgt weiter

$$hb \cdot dl + bl \cdot dh = 0 \quad \text{oder} \quad dh = -\frac{h}{l} \cdot dl.$$

Dass  $dh$  und  $dl$  entgegengesetzte Vorzeichen haben müssen, ist von vornherein klar, da ja stets, wenn die Länge abnimmt, die Höhe zunimmt und umgekehrt.

Wenn nun bei einem solchen Akte unendlich kleiner Formänderung die inneren Vorgänge unabhängig sind von den Umständen, unter welchen sie geschieht, so muss auch die Arbeit, welche dabei gegen äussere Gegenkräfte, sei es positiv, sei es negativ, geleistet wird, immer dieselbe sein. Nun ist, wenn der Druck Null und die Spannung  $s$  ist, die Arbeit bei der Formveränderung  $= -s \cdot dl$ .<sup>1)</sup> Ist aber die Spannung Null und der Druck  $p$ , so ist die Arbeit  $p \cdot dh$ . Wenn nun diese beiden Arbeitsgrössen für gleiche unendlich kleine Formänderungen gleich sein sollen, also  $p \cdot dh = -s \cdot dl$  sein soll so muss, da  $dh = \frac{h}{l} \cdot dl$  ist,  $-p \frac{h}{l} \cdot dl = -s \cdot dl$  sein oder  $p = \frac{l}{h} s$ . Hiernach wäre

<sup>1)</sup> Diese Arbeitsgrösse muss mit dem negativen Vorzeichen versehen werden, weil, wenn der Muskel verlängert wird, die Spannung negative Arbeit leistet, d. h. der Angriffspunkt der Kraft ihrem Sinne entgegen verschoben wird.

also zu erwarten, dass der Druck, den ein Muskel bei verhinderter Verdickung gegen den Deckel maximal gereizt ausübt, das  $\frac{1}{h}$ -fache ist von der Spannung, die er ebenso maximal gereizt der Länge nach bei verhinderter Verkürzung hervorbringt. Man kann diesen Satz auch so ausdrücken. Der Druck  $p$ , der auf eine Seitenfläche des Muskelprismas ausgeübt werden muss, um bei maximaler Reizung die Erhebung dieser Seitenfläche und folglich die Verkürzung zu hindern, ist das  $\frac{1}{h}$ -fache von dem Zuge, der in der Längsrichtung wirken muss, um ebenfalls die Verkürzung zu hindern.

Ich habe nun versucht, diese Folgerung experimentell zu prüfen. Um den Druck  $p$  zu ermitteln, wird das Kästchen mit dem Muskel so gestellt, dass der Stahlhebel meines Myographion gerade in dem Ausschnitte des am Kästchendeckel angekitteten Messingplättchens liegt. Durch die Verdickung des Muskels wird also der aufliegende Hebelarm gehoben und der andere gesenkt. An diesem anderen Hebelarme ist nun mittels eines geeigneten Drahtbügels mein Spannungszeiger in der von *Schoenlein* konstruirten Modification<sup>1)</sup> befestigt, der die Senkung des Hebelarmes verhindert und die Spannung anzeigt, welche zur Hinderung der Bewegung erforderlich ist. Die festen Theile des ganzen Apparates sind zu Anfang so gestellt, dass alle einander gerade berühren, ohne dass eine nennenswerthe Spannung im Spannungszeiger vorhanden ist, ohne dass also auch ein nennenswerther Druck auf den Muskel ausgeübt wird.

In einem bestimmten Versuche hatten die in Betracht kommenden Grössen die folgenden Werthe

$$b = 10 \text{ mm}$$

$$l = 36 \text{ mm}$$

$$h = 13 \text{ mm}$$

die Seitenfläche des Muskelprismas, welche den Druck gegen den Deckel ausübt, hatte also einen Inhalt von  $36 \times 10 = 360 \text{ mm}^2$ . Der Punkt des Stahlhebels, der sich auf den Kästchendeckel stützte, war 40 mm von der Axe des Hebels entfernt. Der

1) Beschrieben von *Schenck*, *Pflügers Arch.* Bd. 52. S. 108.

Spannungszeiger griff am andern Hebelarm in einer Entfernung von 80 mm ein. Durch die Muskelmasse im Kästchen wurde nun ein für Maximalzuckung hinlänglich starker Induktions Schlag gesendet und die Kurve des Spannungszeigers an der rasch rotirenden Trommel verzeichnet. Der Gipfelpunkt dieser Spannungskurve entsprach einem Spannungswerthe von 520 gr. Der Druck des Muskels gegen den Deckel, der am halben Hebelarm wirkend dieser Spannung Gleichgewicht hielt — resp. diese Spannung hervorbrachte — war also 1040 gr.

Dieser Druck ist nun zu vergleichen mit der Spannung, die derselbe Muskel am Spannungszeiger ziehend hervorbringen kann, wo seine Verkürzung unmittelbar verhindert wird. Es ist mir gelungen, am selben Präparate abwechselnd hintereinander Versuche der einen und der andern Art auszuführen. Natürlich darf das Präparat nicht ganz so, wie ich es früher beschrieben habe, angefertigt sein, da das Becken und die Kniestücke nicht in das Kästchen eingelegt werden können, in dem das Präparat zum Zwecke der Druckzuckungen liegen muss. Für die Längenspannungsversuche ist nun aber, wie ich mich bei den neuen Versuchen überzeugt habe, die Erhaltung des Beckens und der Tibiastücke keineswegs unbedingt erforderlich. Es genügt eine ganz schmale Leiste vom Becken zur Verbindung der beiden Muskelmassen stehen zu lassen. Man hängt dann das Präparat über einen sehr steifen dünnen Stahlhaken. An die Kniesehnen der beiden Muskelmassen werden starke Zwirnfäden angeknüpft und dann die Sehnen von der Tibia abgeschnitten; mittelst dieser Fäden kann man das Präparat hinreichend fest an die Doppelgabel des Spannungszeigers anbinden und kann dies Präparat abwechselnd im Druckkästchen und am Spannungszeiger direkt zucken lassen. Mit dem Präparate, das zu dem vorhin beschriebenen Versuche gedient hatte, und darin einen Druck von 1040 gr. auf den Deckel des Kästchens, auf eine Fläche von 360 mm ausgeübt hatte, waren nun vor- und nachher Versuche der andern Art angestellt und es hatte darin eine Längenspannung von 700 gr. in den Versuchen vor der Druckzuckung und von 830 gr. in den Versuchen nach der Druckzuckung ausgeübt also im Mittel 765 gr.

Wir haben also für die zum Versuche verwendete Muskelmasse  $p = 1040$ ;  $s = 765$ . Nach der Betrachtung S. 3 sollte

nun sein  $p = \frac{l}{h} s$  oder, da  $l = 36$ ,  $h = 13$  sollte sein

$$p = \frac{36}{13} 765 = 2119.$$

Im Versuche hat sich aber gefunden  $p = 1040$ , also noch nicht die Hälfte des zu erwartenden Werthes. Ganz ähnliche Verhältnisse zwischen Druck und Spannung haben andere Versuchsreihen ergeben. Es fragt sich, ob wir hieraus zu schliessen berechtigt sind, dass der Prozess im Muskel ein anderer ist, wenn er bei der Reizung verhindert ist, sich zu verdicken, als wenn seine Verkürzung gehindert ist. Es ist nicht zu verkennen, dass die Bedingungen, unter denen der Muskel in dem Kästchen zuckt, für die Verhinderung jeder Formveränderung etwas weniger günstig sind, als wenn er einfach am Spannungszeiger zuckt. In der That ist die Muskelmasse nicht mathematisch genau prismatisch und es kann daher wohl eine gewisse Verdickung einzelner Fasern stattfinden, ohne dass der Deckel von seiner Stelle zu weichen braucht.

Wenn man diese Fehlerquelle auch noch so hoch anschlägt, dass sie den Druck bis auf weniger als die Hälfte des theoretisch zu erwartenden Werthes herabmindern sollte, ist doch wohl schwerlich anzunehmen. Das Ergebniss dieser Versuche, wo der Druck bei verhinderter Verdickung verglichen wird mit der Spannung bei gehinderter Verkürzung, spricht also dafür, dass im Muskel nicht ganz derselbe Prozess stattfindet, wenn seine Theilchen auf Widerstand stossen bei Verschiebung in der Faserrichtung (Längenzuckung) als wenn sie an der Verschiebung in zur Länge senkrechter Richtung verhindert werden (Dickenzuckung).

Bei den Versuchen beobachtete ich noch zwei andere Erscheinungen, die in demselben Sinne sprechen. Erstens nämlich war die Dauer der Dickenzuckung entschieden kleiner als die der Längenzuckung. Eine numerische Vergleichung ist nicht sehr genau ausführbar, da bekanntlich die Zuckungskurven sich allmählich der Abscissenaxe nähern. Der Unterschied ist aber so gross, dass an seinem thatsächlichen Vorhandensein gar nicht gezweifelt werden kann. Ich schätze ihn auf 30% von der Dauer der Längenzuckung. Zweitens ist das Stadium der latenten Reizung bei der Dickenzuckung grösser als bei der

Längenzuckung. So betrug in einer Versuchsreihe das Stadium der latenten Reizung bei der Längszuckung 4,8 mm, bei der Dickenzuckung 6,6 mm Abscissenlänge. Man kann daran denken, dass bei der Dickenzuckung eine scheinbare Verlängerung des Stadiums der latenten Reizung dadurch zu Stande käme, dass unter den oben beschriebenen Versuchsbedingungen bei der Dickenzuckung der Spannungszeiger durch Vermittelung des Stahlhebels in Bewegung gesetzt wird, dieser also durch den Muskel zuerst eine gewisse — freilich unmerklich kleine — Geschwindigkeit mitgeteilt bekommen muss, ehe sich der Spannungszeiger von der Abscissenlinie abhebt. Wir werden später noch eine Thatsache kennen lernen, die zu Gunsten der Annahme spricht, dass die grössere Länge des Latenzstadiums bei der irometrischen Dickenzuckung nur scheinbar ist. Dagegen spricht der Umstand, dass in den in Rede stehenden Versuchen regelmässig das Tonogramm bei den Druckzuckungen sich steiler von der Abscissenaxe abhob als bei den Längenzuckungen.

Ich habe nun die Längenzuckung und Dickenzuckung auch mit einander verglichen, wenn Verkürzung resp. Verdickung zugelassen war. Die Längenzuckungen in diesen Versuchsreihen waren zunächst isotonische, d. h. solche, bei denen der Muskel auf einen leichten Schilfhebel wirkt, gegen ein Gewicht, das an einem um ein Röllchen von 5 mm Halbmesser geschlungenen Faden hängt. Mit ihnen waren nun eigentlich zu vergleichen Dickenzuckungen, bei denen bei wachsender Dicke und abnehmender Länge der Druck auf die Oberfläche konstant bliebe. Dies ist aber nicht ausführbar. Man kann zwar selbstverständlich die auf den Deckel des Kästchens drückende Last konstant halten, aber der Druck auf die Flächeneinheit der Muskeloberfläche bleibt dann bei der Zuckung nicht unverändert, sondern nimmt im Verlauf der Verdickung und Verkürzung zu. In der That wird ja bei der zugelassenen Gestaltveränderung des Muskels im Kästchen die obere Seite des Muskelprisma, auf welche der Deckel drückt, um so kleiner, je kürzer und höher das Muskelprisma wird, also wird der Druck auf die Flächeneinheit entsprechend grösser, wenn die Last im Ganzen dieselbe bleibt.

Hiernach wäre bei einer Dickenzuckung unter konstanter Last der Verlauf der Kraftentwicklung analog wie bei einer Längenzuckung an dem von *Marey* angegebenen Myographion,

wo die äussere Gegenkraft ausgeübt wird durch einen die Verlängerung des Zeichenhebels bildenden federnden Stahlstreif, der sich auf ein festes Widerlager stützt, so dass er im Verlaufe der Zusammenziehung immer mehr gebogen wird und mithin immer grössere Gegenkraft ausübt.

Um wenigstens bei Beginn des Versuches möglichst gleiche mechanische Bedingungen für die Längen- und für die Dickenzuckung herstellen zu können, kann man von folgender Betrachtung ausgehen. Nach den S. 3 gegebenen Entwicklungen entspricht einer Spannung  $s$  ein Druck  $p$  auf die obere Prismfläche, der gegeben ist durch die Gleichung  $p = s \frac{l}{h}$ , wo  $l$  die Länge und  $h$  die Höhe des Muskelprisma bedeutet. Nun sei  $L$  die Entfernung des Angriffspunktes des Muskels von der Axe des Schilfhebels bei den Längenzuckungen und  $r$  der Hebelarm der Last, d. h. der Radius des Röllchens. Der Werth dieser Last sei mit  $P$  bezeichnet, die Spannung  $s$  des Muskels ist alsdann  $\frac{r}{L}$ . Um nun eine wenigstens zu Anfang mit einer solchen isotonischen Längenzuckung vergleichbare Dickenzuckung hervorzubringen, muss der Schilfhebel auf den Deckel des Kästchens aufgestützt werden in einer solchen Entfernung von der Axe, dass in ihr die am Röllchen hängende Last  $P$  einen Druck ausübt, welcher der Spannung im Längenzuckungsversuche äquivalent ist. Wenn wir nun diese Entfernung  $x$  nennen, so ist der hier ausgeübte Druck  $= P \frac{r}{x}$ . Äquivalent ist aber, wie gezeigt worden ist, ein Druck  $p$  einer Spannung  $s$ , wenn  $p = s \frac{l}{h}$ . Soll also die Dickenzuckung unter gleichen Verhältnissen beginnen wie die Längenzuckung, so muss

$$P \frac{r}{x} = P \frac{r}{L} \cdot \frac{l}{h} \text{ sein}$$

$$\text{also } x = L \frac{h}{l}$$

der Quotient Höhe durch Länge des Muskels betrug im ungespannten Zustande immer etwa  $\frac{1}{4}$ . Es wurde demnach bei den Dickenzuckungen der Schilfhebel auf die Blechkante des Deckels aufgestützt in  $\frac{1}{4}$  derjenigen Entfernung von der Axe, in welcher bei der Längenzuckung der Muskel angeknüpft war.

Zu meiner Ueberraschung ergaben diese Versuche ein viel geringeres Zurückbleiben der Leistung bei Dickenzuckung hinter der bei Längenzuckung, als es sich in den Versuchen mit isometrischen Zuckungen gezeigt hatte. In den isometrischen Versuchen wurde, wie wir gesehen haben, bei der Dickenzuckung noch nicht die Hälfte der zu erwartenden Maximalspannung erreicht. In den isotonischen Versuchen hob die Dickenzuckung die Last P durchschnittlich auf mehr als  $\frac{3}{4}$  der bei der Längenzuckung beobachteten Hubhöhe. Es ist dies, wie schon bemerkt, überraschend, da ja bei der zweiten Versuchsweise theoretisch die Dickenzuckung gegen die Längenzuckung im Nachtheile ist, sofern wie S. 7 entwickelt ist, bei der Dickenzuckung die Gegenkraft, d. h. der Druck auf die Flächeneinheit im Verlaufe der Zuckung zunimmt, während sie bei der Längenzuckung konstant bleibt.

In einigen Versuchsreihen wurde an den Schilfhebel ein Schleuderhebel angelegt und so das von mir konstruirte „Doppelmyographion“ hergestellt, das ich zuerst habe beschreiben lassen in der Inauguraldissertation von *Sogalla*, und das später zu verschiedenen Untersuchungen von *Schenck* gedient hat. Es wurde also hier die Muskelarbeit zur Schleuderung aequilibrirter Massen verwendet und aus der von diesen Massen erlangten Endgeschwindigkeit konnte man die Grösse der Arbeitsleistung beurtheilen. Es zeigte sich auch bei diesen Versuchen, dass die Leistung der Dickenzuckung nicht weit hinter der bei einer entsprechenden Längenzuckung zurückblieb, ja ihr zuweilen gleich kam.

Bei den Versuchen mit zugelassener Verdickung zeigte sich eine Verlängerung des Stadiums der latenten Reizung nicht, es war gerade so lang wie bei isotonischen Längenzuckungen. Dies ist die Thatsache, auf welche S. 7 hingedeutet wurde, die für die Vermuthung geltend gemacht werden könnte, dass die Verlängerung des Stadiums der latenten Reizung bei den isometrischen Dickenzuckungen eine bloss scheinbare sei. Die bei den isometrischen Zuckungen beobachtete bedeutend kürzere Dauer der Dickenzuckung zeigte sich auch bei den isotonischen Zuckungen, (wenn wir diesen Namen auch für Dickenzuckungen unter konstanter Belastung zulassen). Es wird schwerlich daran zu denken sein, dass diese Verkürzung der Zuckungsdauer etwa durch innere Widerstände bedingt sein könnte, die sich der

Zusammenziehung des Muskels entgegenstellen, wenn seine Masse in einen Raum mit theilweise festen Wänden eingeschlossen ist. Die Wirkung von Hindernissen für die Zusammenziehung hat nach bekannten Versuchen von *Schenck* in der Regel eine Verlängerung der Zuckungsdauer zur Folge. Nur unter ganz besonderen Umständen, die bei den Dickenzuckungen schwerlich realisirt sein dürften — nämlich, wenn der Widerstand sehr gross und von sehr kurzer Dauer ist, kann er die Dauer des ganzen Zuckungsverlaufes abkürzen. Ueberdies wird eine Verschiedenheit der Widerstände gegen die Gestaltänderung den Unterschied der Dauer bei den isometrischen Zuckungen doch nicht erklären können, da ja bei ihnen sowohl bei den Dicken- als bei den Längenzuckungen ein unüberwindlicher Widerstand stattfindet, der merkliche Gestaltsänderung überhaupt ausschliesst.

Die Ergebnisse der mitgetheilten Versuche scheinen mir im Ganzen dafür zu sprechen, dass der Verlauf der inneren Prozesse im Muskel nicht ganz derselbe ist, wenn seine kleinsten Theilchen bei der Verschiebung in der Querrichtung zunächst auf Widerstand stossen, als wenn sich ihrer Verschiebung in der Längsrichtung Kräfte entgegenstellen. Vielleicht könnten Versuche über die bei den beiderlei Arten von Zuckung gebildeten Wärmemengen weitere Aufschlüsse bringen, doch sehe ich einstweilen keinen Weg, auf dem sich solche Versuche anstellen liessen.

Interessant dürfte jedenfalls die Thatsache sein, dass ein Muskel durch Verdickung ziemlich ebenso viel Arbeit leisten kann als durch Verkürzung.

---