

23 anderer bildeten, mit Honig versehen. Im Laufe einer Stunde erhielten die 23 Blüten 100 Besuche (vorzugsweise *Eristalis*),
 die 6 „ 94 „ (neben *Eristalis* auch andere Arten
 in verhältnismäßig größerer Anzahl).

Die Besuche stehen zu einander im Verhältnis von $\frac{100}{23} : \frac{94}{6}$, so dass die mit Honig versehenen Blüten im Verhältnis 4mal mehr Besuche erhielten als die anderen.

Die künstliche Einführung von Honig hat also überall den erwarteten Erfolg mit unfehlbarer Sicherheit gebracht.

Die von Plateau inbetreff des 3. Punktes angestellten Versuche sind neu. Sie begegnen großen Schwierigkeiten, da es für gewöhnlich nicht möglich ist, das Nektarium zu entfernen, ohne die Krone auf das einschneidendste zu ändern. Vorläufig fand Plateau nur Kompositen geeignet. Er wählte *Dahlia variabilis* und entfernte bei 8 Körben die Scheibenblüten; die entstehende freie Stelle verdeckte er mit einem kleinen Scheibchen, welches aus einem vergilbten Blatte herausgeschnitten war und nun durch eine feine Nadel befestigt wurde.

Trotzdem nun zahlreiche Insekten (*Bombus*, *Megachile*, *Eristalis*, *Pieris*) die Pflanzen umschwärmten, wurde in $\frac{3}{4}$ stündiger aufmerkamer Beobachtung nicht ein einziges gesehen, welche sich auf eine der umgeformten, in der Färbung aber von den anderen nicht abweichenden Blumen gesetzt hätte.

Sowie aber die verstümmelten Blumen einen Tropfen Honig erhielten, zögerten die Insekten nicht einen Augenblick mehr mit ihren Besuchen. In $\frac{1}{2}$ Stunden wurden auf den 8 Blüten nicht weniger als 41 Insekten (27 *Bombus*, 2 *Megachile*, 12 *Vespa*) gezählt.

Nach zwei Tagen war der Honigvorrat erschöpft, die Besuche hörten damit völlig auf. Sie lebten aber wieder auf, sowie von neuem Honig eingetränkelt wurde. Ja, als das gelbe Teilchen entfernt wurde, und nun in der Mitte der Blüten eine kahle grüne Stelle blieb, kehrten sich die Insekten nicht an den ungewohnten Anblick: In 45 Minuten wurden abermals 41 Besuche gezählt (23 *Bombus*, 5 *Megachile*, 13 *Vespa*), oftmals stritten sich zwei Tiere um dieselbe Blüte, 16mal besuchte ein Individuum 2, 4mal 3 oder 4 der verstümmelten Blüten nach einander.

In glänzender Weise haben sich also die 3 Vermutungen, welche oben ausgesprochen sind, bestätigt: der Nektar ist es, durch den die Blumen Insekten anlocken.

Ueber den 4. noch ausstehenden Teil des Berichtes wird unmittelbar nach seinem Erscheinen berichtet werden.

[71]
 Tiebe (Stettin).

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. S. Popoff.

(Drittes Stück.)

Katzen-Embryo von 12 cm Länge.

Wir wollen zuerst, wie früher, die mit Safranin gefärbten Präparate betrachten. Wir sehen auf der Abb. IV, dass alle Schichten der Kleinhirnrinde sich völlig isoliert haben und die weiße Substanz

vollkommen entwickelt ist. In der äußeren Körnerschicht ist die Zahl der differenzierten Nervenzellen, die den in der vorhergehenden Periode beschriebenen *a* u. *b* Abb. III ähnlich sind, bedeutend gewachsen. Die Größe und Form der Zellen sind äußerst mannigfaltig. Zwischen diesen Zellen sind die dunkler gefärbten Kerne der Neurogliazellen sichtbar. Auf dem linken Teil der Abbildung sieht man den Uebergang dieser Zellen in die molekuläre Schicht. Die von einigen der Zellen abgesandten Fortsätze sind nach dem Centrum der Rinde gerichtet. Einige Zellen tragen 2 Fortsätze, von welchen der eine — nach außen, der andere — nach innen gerichtet ist. Karyokinetischen Figuren begegnet man in dieser Schicht, wie bereits früher erwähnt, nicht selten. Die molekuläre Schicht erscheint undeutlich netzförmig und körnig. Die Körnigkeit wird unserer Meinung nach einerseits dadurch bedingt, dass bei den Schnitten eine Menge protoplasmatischer Fortsätze dieser Schicht in verschiedenen Richtungen durchschnitten wurden, andererseits aller Wahrscheinlichkeit nach auch dadurch, dass die Zwischensubstanz der molekulären Schicht in Folge der Fülle der in sie hereinwachsenden protoplasmatischen Fortsätze einer bedeutenden Zerstückelung unterworfen wurde. In dieser körnigen Masse kann man deutlich die Anwesenheit von Streifen in den verschiedenen Richtungen bemerken. Am häufigsten begegnet man radiären Streifen. Ueber diese werden wir sogleich bei der Beschreibung der mit Silber imprägnierten Präparate sprechen. Außerdem treffen wir in der molekulären Schicht eine große Anzahl junger Nervenzellen an, die aus der äußeren Körnerschicht übergetreten sind, — analog dem, was wir beim Katzen-Embryo von 8 cm sahen. Bei aufmerksamer Betrachtung der folgenden Schichten, entdecken wir viele verschiedenartige Zellen. Die Purkinje'schen Zellen sind gut charakterisiert, dank dem großen protoplasmatischen Körper, dem es gelungen ist an einigen Stellen sich in Fortsätze auszudehnen. In den anderen Purkinje'schen Zellen sind die äußeren Konturen einfach und ohne protoplasmatische Fortsätze. Neben den soeben beschriebenen Zellen begegnen wir anderen kleinen Nervenzellen, deren Bedeutung uns schwer verständlich wäre, wenn nicht die nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten, parallelen Präparate hinwiesen, dass diese Zellen zu den sich entwickelnden kleinen Zellen der inneren Körnerschicht gehören. Zellen mit dunkel-gefärbten Kernen sind zweifelsohne Neurogliazellen.

Ueber die große Purkinje'sche Zelle liegt schließlich eine andere, die sich an einem Ende in einen horizontal gerichteten Fortsatz ausgedehnt hat. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie — eine Korbzelle ist. Was die Golgi'schen Zellen betrifft, so liegen sie bereits niedriger als die Purkinje'schen Zellen, haben ebenfalls einen großen ovalen Kern und einen großen protoplasmatischen Körper. Weiter folgt die breite innere, aus einer Menge kleiner, runder, ovaler, ziemlich eng

nebeneinander gelegener Nervenzellen bestehende Körnerschicht. In ihren Zwischenräumen ist eine mehr oder weniger homogene, ohne scharfe Grenzen in das Spongium der molekulären Schicht übergehende Zwischen substanz und besondere, zarte, aus der weißen Substanz nach der Richtung zur molekulären Schicht ausgehende Fäserchen sichtbar. Ueber diese Fasern werden wir bei der Beschreibung der mit Silber imprägnierten Präparate sprechen. Außer den kleinen Zellen begegnet man in dieser Schicht viel größeren Zellen, von welchen die größten wahrscheinlich zu den noch völlig sich entwickelten Golgi'schen Zellen, die anderen aber — zu den kleinen Zellen der inneren Körnerschicht zu rechnen sind. Wie wir schon einmal erwähnten, ist der größere Umfang der jungen Zelle im Vergleich mit der erwachsenen desselben Typus eine der am häufigsten vorkommenden Eigenschaften der embryonalen Zelle. Bei der Betrachtung der von uns untersuchten Zellen, kommt unwillkürlich der Gedanke, differenzieren sich wirklich alle Zellen der Mantelschicht während des embryonalen Lebens in demselben Maße oder bleiben einige in dieser Beziehung von den anderen zurück? Die sehr einfachen Nervenzellen nämlich behalten, wie wir auf der Abbildung sehen, lange Zeit dasselbe äußere Aussehen, welches sie am Anfange ihres Entstehens besaßen. Wir sprechen nicht von den großen Zellen der Rinde und denen, die deutlich den Ausdruck der Differenzierung tragen. Es ist möglich, dass zwischen den Zellen der inneren Körnerschicht auch solche sich finden, die sich entweder garnicht oder nur sehr wenig differenziert haben und in der That begegnen wir in dieser Schicht zweien Zellen, in welchen sich die Kerne im Zustande der Teilung befinden. Augenscheinlich konnte man eine ähnliche Erscheinung in der differenzierten Zelle nicht bemerken und deshalb muss man zugeben, dass einige Zellen der Mantelschicht sich im embryonalen Zustande befinden und mit Hilfe der Kernteilung sich wiederum zu vermehren beginnen, um neues Material für den Bau der Rinde zu schaffen. Alf. Schaper, der ebenfalls diese Frage erwägt, spricht sich ebenfalls in diesem Sinne aus und geht noch sogar in seinen Voraussetzungen ein wenig weiter. Er gibt zu, dass einige Zellen während ihres ganzen Lebens im Organismus als Reserve sich im embryonalen Zustande erhalten, um in der Not für die Regeneration des Gewebes einzutreten. Die Meinung LaHousse's über die Regeneration der Nervenzelle und Faser, wovon wir bereits früher sprachen, kommt dem ebenfalls sehr nahe. Uns erscheint ein ähnliche Schlussfolgerung über die Regeneration der Nervenzelle nach den Daten der embryologischen Untersuchungen ein wenig verfrüht und zwar deshalb, weil wir z. B. in der Rinde des völlig entwickelten Kleinhirns nie Zellen mit deutlich ausgedrückten embryonalen Charakter beobachtet haben. Außerdem begegnen wir hier und da in der inneren Körnerschicht zerstreut Neurogliazellen.

Gehen wir jetzt zur Beschreibung der nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Objekte über.

In dieser Periode begegnen wir in der Kleinhirnrinde einer solchen Menge eigentümlicher Zellformen, einer solchen Fülle der verschiedenartigsten Fasern, dass wir der deutlichen Schilderung wegen genötigt sind, diese Periode auf 2 Abbildungen (XII u. XIII) darzustellen.

Auf diesen Abbildungen sehen wir, dass die ganze äußere Körnerschicht von fast parallelen, zu einander radiär gelegenen Längsfasern durchsetzt ist, von welchen die einen bis dicht an die äußere Peripherie der Rinde reichen, die anderen auf dieser oder jener Höhe der molekulären Schicht aufhören. Die Herkunft dieser Fasern ist verschieden. Alle Fasern des ersten Typus sind ausnahmslos — Fortsätze der Neurogliazellen, deren Körper entweder in der molekulären oder in der inneren Körnerschicht gelegen sind. Diese Fasern krümmen sich leicht in ihrem Verlaufe, sie sind dick und grob, werden nach außen zu nicht dünner und endigen bald mit großen, ovalen, kegelförmigen, mit der Spitze nach innen gerichteten Verdickungen. Diese Endigungen bilden, indem sie sich dicht aneinander legen, eine besondere Schicht, die leicht mit Silber als schwarzer, dünner Streifen imprägniert ist, genannt *membrana limitans externa* (Gliamembran Gierke [10]), Basalmembran Obersteiner's [36], und eng mit der weichen Gehirnhaut verbunden ist. Auf der Spitze der Windungen liegt die *pia* mit der *m. limitans externa* eng der Oberfläche des Kleinhirns an, in der Tiefe der Furchen aber ist sie von der letzteren durch einen lückenhaften Raum, von Gierke und Obersteiner als *epicerebraler lymphatischer Raum* angesehen, gesondert. Bergmann [3] beobachtete zuerst diese Räume beim neugeborenen Kätzchen und beschrieb sie als eine besondere, mehr oder weniger breite helle, zwischen der *pia* und der Rinde gelegene Zone. Er wies auch zuerst auf die radiären Fäserchen in dieser Schicht hin, die seiner Meinung nach eine Fortsetzung der mehr groben, sich in der grauen Substanz vorfindenden Fasern sind. Er beobachtete, dass diese Fasern von sich unter einem scharfen Winkel nach außen und nach innen in die Rinde gehende Zweige aussenden; in Folge dessen bildet sich in der grauen Substanz ein dichtes Fasernetz, welches an die radiären Fasern der Netzmembran erinnert. Im Jahre 1871 bestätigte und erweiterte sogar ein wenig Obersteiner [38] die Bergmann'schen Beobachtungen. Er beschrieb im Kleinhirn der Neugeborenen zwischen *pia* und Rinde eine zarte Membran — Basalmembran — an welche die nach innen in die Rinde gehenden radiären Fasern sich mit breiter Basis befestigen. Die letzteren kommen ungefähr, seiner Meinung nach, bis an die Schicht der Purkinje'schen Zellen und vereinigen sich mit den Fortsätzen der Bindegewebszellen (Neurogliazellen?); er schreibt ihnen die Rolle des Stützgewebes für die graue Rindensubstanz zu. Er beobachtete selten, dass die Fasern

Fortsätze abgeben, wie es Bergmann bestätigt. Im Jahre 1885 beschreibt Gierke ebenfalls zwischen der Oberfläche des Kleinhirns und der pia eine Gliamembran, analog der Obersteiner'schen Basalmembran, nur mit dem Unterschiede, dass er die kegelförmigen Verdickungen, mit denen die radiären Fasern endigen, als verhornte pyramidenförmige Zellen ansieht, deren Spitzen nach innen gerichtet sind und sich in einen dicken Fortsatz verlängern. Diese Fasern vereinigen sich in der molekulären Schicht entweder mit den Zellen der Stützsubstanz oder mit dem Netze der Gliafasern, das die Körper der Purkinje'schen Zellen umfasst.

Die späteren Forscher wie Retzius, Ramon y Cajal, Kölliker bestätigten einstimmig die Anwesenheit der radiären Fasern und nannten sie „Bergmann'sche Fasern“.

Unsere Beobachtungen nach dieser Richtung bestätigten im Allgemeinen das Obengesagte, doch wir könnten noch auf einige Details dieser Frage hinweisen, die der Beachtung wert sind.

Die Verdickungen, mit denen die Fortsätze der Neurogliazellen endigen, sind sowohl pyramidenförmig wie auch rund und oval. An den Stellen, wo sie isoliert gefärbt sind, sind sie besonders deutlich sichtbar; im entgegengesetzten Falle aber vereinigen sie sich alle in einen ununterbrochenen schwarzen Streifen oder Membran, die fest mit der weichen Gehirnhaut verwachsen ist. Dieser Streifen liegt bald der Rinde unmittelbar an, bald steht er zusammen mit der weichen Hirnhaut von ihr ab. Im letzteren Falle ist der auf diese Weise sich bildende helle Raum zwischen der Kleinhirnoberfläche und dem erwähnten Streifen von kleinen, gut, auf den in Herman'scher Flüssigkeit fixierten Präparaten, sichtbaren Vertikalfasern durchsetzt. Auf den nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Präparaten ist noch deutlicher zu sehen, wie die radiären Fasern, indem sie durch die Dicke der Rinde durchgehen, einzeln aus ihr herauskommen und über der Kleinhirnoberfläche wie Zähne eines Kammes hervorragen. Unter dem Namen „radiäre Fasern“ dürfen wir jedoch nicht nur Fortsätze der Neurogliazellen der Rinde verstehen.

Wie beim Katzen-Embryo von 8 cm, so begegnen wir auch hier in der äußeren Körnerschicht epithelioiden Elementen (Abb. XI u. XII) verschiedenartiger Form, die zur äußeren Rindenoberfläche dicke Fortsätze aussenden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch diese Fortsätze an der Bildung der radiären Fasern Teil nehmen. Außerdem bilden sich die radiären Fasern auch auf Kosten der protoplasmatischen Fortsätze der großen Zellen, die aus den tiefen Schichten der Rinde nach außen aufsteigen; bis zur Kleinhirnoberfläche aber nicht kommen. Hierher muss man die sogenannten Kletterfasern, die zuerst in dieser Periode auftreten, rechnen. Im Gegensatz zu den Fasern des ersten Typus, könnte man die soeben beschriebenen mehr kurzen und die

äußere Oberfläche des Kleinhirns nicht erreichende Fasern, als Fasern des „zweiten Typus“ benennen.

Auf eine solche Weise können wir die Bergmann'schen Fasern in kurze und lange teilen. Wir müssen hinzufügen, dass nicht alle epithelioiden Elemente der äußeren Körnerschicht mit ihrem langen Durchmesser vertikal liegen; einige von ihnen liegen horizontal und tangential zur Kleinhirnoberfläche. Dementsprechend gehen ihre Fortsätze schief durch und durchkreuzen die vertikalen Fortsätze.

Die Purkinje'schen Zellen sind in dieser Periode nicht mehr von so mannigfaltiger Form wie früher. Sie haben jetzt nur 2 bis 3 Formen, von denen eine durch ihre Häufigkeit und Beständigkeit zur herrschenden wird.

Zur letzten Gruppe gehören die Zellen *a* der Abb. XII u. XIII; als solche erscheint ungefähr die Purkinje'sche Zelle auch beim Schaf- (*a* Abb. IX), beim Hund- (Abb. XXXII) und beim Huhn-Embryo (Abb. XXVIII). Ramon y Cajal [41] bemerkt diese Form auch bei Neugeborenen. Von dem Augenblicke an schließlich, wo die Purkinje'sche Zelle diese Form annimmt, gehen ihre weiteren Veränderungen, wie wir bereits früher erwähnten, nach einem bestimmten Plane vor.

Die Zelle *a* der Abb. XII stellt einen unregelmäßigen, vieleckigen, nach oben breiten und nach unten sich allmählich verengenden Körper vor; ihre ganze Peripherie ist mit kleinen, aber dicken, aus dem Körper der Zelle, vorwiegend aus den Winkeln auslaufenden Fortsätzen versehen. Die nach innen gerichteten Fortsätze sind länger als die seitlichen; zuweilen bemerkt man an ihren Enden Verdickungen. Die nach innen laufenden Fortsätze sind zuweilen sehr zahlreich, so dass die innere Grenze des Zellkörpers völlig verloren geht (*a* Abb. XII und *a* Abb. IX). Man begegnet auch solchen Zellen, die an ihrer ganzen Peripherie mit einer solchen Menge Fortsätzen versehen sind, dass es geradezu unmöglich ist, die Form des Zellkörpers zu bestimmen. Die ganze Zelle stellt nur einen schwarzen Klecks vor.

Auf der Abb. XIII hat die Zelle *a*₁ in der Form einige Ähnlichkeit mit der nebenan gelegenen Zelle *a*; mit dem Unterschiede aber, dass sie mit ihrem langen Durchmesser horizontal liegt. Sie sendet nach allen Seiten zahlreiche und sich verzweigende Fortsätze aus, von welchen einige mit Verdickungen an ihren Enden in die oberen Teile der inneren Körnerschicht durchdringen. Ueberhaupt übertreffen diese Fortsätze an Größe viele Mal die der Zellen *a* u. *a*₁ der Abb. XII. Außer ihrer Größe und Lage erinnern diese Zellen durch ihre Form keineswegs die erwachsenen Purkinje'schen Zellen.

Auf demselben Präparate begegnen wir neben der oben beschriebenen Form auch anderen, ein wenig mehr differenzierten Zellenformen (*b* Abb. XII u. XIII). Sie besitzen die Birnform, mit der nach innen gerichteten breiten Basis. Die Zahl der vom Zellkörper auslaufenden

Fortsätze ist bedeutend verringert, deshalb treten ihre Grenzen deutlicher hervor als in den Zellen des ersten Typus. Beachtenswert ist auch der Umstand, dass die dicken Fortsätze an der oberen Peripherie der Zelle durch mehr dünne und regelmäßiger gelegene ersetzt wurden, wodurch eben der Zellkörper einige Aehnlichkeit mit der Form der erwachsenen Zelle annimmt. Den oberen Fortsätzen analog sind auch die seitlichen durch zwei lange, mit Stacheln bedeckte Querfortsätze ersetzt.

Außer den feinen Zweigen geht aus einem Punkte ein Bündel von Zweigen aus, die desselben Charakters wie der Hauptstamm, nur ein wenig dünner sind. Die Zahl der Fortsätze in der unteren Peripherie des Körpers ist ebenfalls bemerkbar weniger; die Zelle *b* der Abb. XIII ist ihrer Form und den anderen soeben beschriebenen Merkmalen nach differenzierter, wie z. B. die Zelle *a* der Abb. XII. Bei sehr genauer Untersuchung über die Art des Verschwindens der „überflüssigen“ protoplasmatischen Fortsätze, konnten wir uns überzeugen, dass die letzteren, sobald sie verschwinden müssen, kürzer werden, sich in eine Menge sehr feiner und dünner Fortsätze auflösen und schließlich völlig verschwinden. Ernst Lugaro [30] behauptet, indem er über dasselbe bezüglich der embryonalen kleinen Zellen der inneren Körnerschicht spricht, dass die überflüssigen Fortsätze mit der Zeit dem „rückschreitenden Prozess“ anheimfallen.

Der Axenzylinder geht in allen Fällen aus der inneren Zelleneripherie aus; im Vergleich mit den protoplasmatischen Fortsätzen ist er bedeutend dünner und wird häufig durch rosenkranzförmige Verdickungen unterbrochen. Er ist sehr verschiedenen Charakters: es giebt gerade, sich nicht verzweigende Axenzylinder — andere gehen gerade mit einer großen Zahl von Collateralen in die weiße Substanz über und schließlich — sehr lange, die mehr weniger sich wellenförmig krümmen und mit einer großen Zahl von Collateralen. Einige von den letzteren steigen in die molekuläre Schicht auf, wo sie auch, nachdem sie sich in feine Zweige gespaltet haben, endigen (*t* Abb. XIII). Andere bleiben nach Abgabe vieler Zweige in der inneren Körnerschicht und schließlich gehen — die dritten gerade in die weiße Substanz über (*d* Abb. XIII). Beachtenswert ist noch eine Faser dadurch, dass sie allmählich sich erweitert und am Ende eine kegelförmige Verdickung, sogenannte *cône de croissance* (Ramon y Cajal's) bildet (*c* Abb. XIII). Es ist wahrscheinlich, dass die Länge des Axenzylinders und die Anwesenheit einer großen oder kleinen Zahl von Collateralen mit dem Differenzierungsgrade der Zelle in Zusammenhang steht, d. h. bei der mehr erwachsenen Zelle hat der Axenzylinder eine mehr komplizierte anatomische Struktur als bei den jüngeren; als Beispiele weisen wir auf die Zelle *b* der Abb. XIII und die Zelle *a* der Abb. XII hin. In jedem Falle haben wir zweifelsohne

das Recht zu sagen, dass in dieser Periode die Axenzylinder der Purkinje'schen Zellen länger und reicher an Collateralen sind als beim Katzen-Embryo von 8 cm.

Anf den Abb. XII u. XIII sehen wir die verschiedenartigsten Formen der Golgi'schen Zellen; unter ihnen ist die Zelle *g* Abb. XIII die regelmäßige und die ein wenig an eine erwachsene erinnert. Sie hat die Form eines mit der Basis nach innen gerichteten und mit der Spitze nach außen sich allmählich verjüngenden Dreiecks. Sie hat sehr symmetrische Seiten und ihre Grenzen treten scharf hervor. Außer den sich verzweigenden äußeren, aus der Spitze der Zelle auslaufenden Fortsätzen, gehen aus ihren Seitenwinkeln ebenfalls mehr oder weniger horizontale, dicke, protoplasmatische Fortsätze aus. Aus der untern Peripherie laufen ebenfalls einige protoplasmatische Fortsätze aus: Die neben ihr gelegene Zelle *g*, erinnert durch ihre Form, obgleich sie von geringerem Durchmesser ist, an eine Golgi'sche Zelle, der man bei jungen Tieren etwa 1—8 Tage nach der Geburt begegnet. Wir haben daher, wie es scheint, das Recht auf diese Zelle wie auf eine mehr differenzierte Bildung, als die anderen Formen, zu sehen. Sie hat die Form eines mehr oder weniger regelmäßigen, mit der Spitze nach außen und mit der flachen Basis nach innen gerichteten Fünfecks. Aus allen Winkeln der Zelle laufen ein oder zwei protoplasmatische Fortsätze aus; außerdem noch aus den Seiten wie auch aus der Basis der Zelle — eine nicht große Zahl von Fortsätzen. Einige von ihnen endigen mit Verdickungen.

Die Zelle *p* muss ihrer Lage und Größe nach zur Kategorie dieser Zellen gerechnet werden. Wir können ihre große Aehnlichkeit mit der Zellenbildung, die wir bei Erwachsenen beobachteten und als Golgi'sche Zelle anerkannten, nicht unerwähnt lassen (S. *g* Abb. XXXVII). Schließlich bemerken wir auf der Abb. XII in den Zellen *g* u. *g*₁ eine dritte Form der Golgi'schen Zellen, auf die man, wie auf ganz junge Formen, sehen muss. Ihre Axenzylinder nur haben jene anatomischen Besonderheiten, die die erwachsene Golgi'sche Zelle charakterisieren. Durch die verlängerte Form ihres Zellenkörpers erinnern sie keineswegs an die letztere d. h. an die Golgi'sche Zelle. Die Konturen der Zellen sind sehr unregelmäßig und sehr schwer zu beschreiben. Sowohl sie wie auch die andere Zelle sendet nach außen eine große Zahl protoplasmatischer Fortsätze aus. Die Seitenfortsätze sind völlig den soeben in den anderen Zellen beschriebenen analog. Ihre Axenzylinder spalten sich in mehr feine Verzweigungen als die der Zellen *g* u. *g*₁ der Abb. XIII.

Wir würden kaum Recht haben, wenn wir, ungeachtet der Verschiedenheit der Form der Golgi'schen Zellen des dritten Typus (*g*, *g*₁ Abb. XII) auf sie, wie auf zufällige Formen sehen würden, da wir uns bei aufmerksamer Betrachtung von der unzweifelhaften Aehn-

lichkeit dieser Zellen mit denselben beim Schaf-Embryo von 14 cm (*g* Abb. IX und *g*₁ Abb. X) überzeugen können. Ein solches Zusammenreffen der Konfiguration von Zellenformen bei Embryonen zweier verschiedener Tiere ist sehr lehrreich: dieser Umstand giebt uns die Möglichkeit die Natur einer Zelle zu bestimmen; besäßen wir nicht dieses Kriterium, so wüßten wir nicht, zu welcher Zellenkategorie z. B. die Zelle *g*, der Abb. X zu rechnen sei, da wir faktisch keinen Grund hätten, sie für eine Golgi'sche Zelle zu halten. Haben wir ein Mal die Natur der Zelle bestimmt, so tritt eine andere Frage in den Vordergrund: auf welche Weise konnte sich die Golgi'sche Zelle in der molekulären Schicht erweisen, sobald sie bei der Erwachsenen in der inneren Körnerschicht liegt. Eine mehr ausführliche Antwort auf diese Frage verlegen wir in das folgende Kapitel, hier sei nur bemerkt, dass wir auf Grund dieses Faktums und anderen zum folgenden Schlusse kommen: die Zelle *g*, ist aus der äußeren Körnerschicht entstanden. Auf eine solche Weise erweitern wir unsere Vorstellung über die Rolle dieser Schicht. Wir werden öfter die Gelegenheit haben, auf die Aehnlichkeit gleichnamiger embryonaler Zellen bei verschiedenen Tierarten hinzuweisen (z. B. die Purkinje'schen Zellen der Abb. XXVIII, XII u. XXXII; die jungen Zellen der inneren Körnerschicht in der Abb. XII u. XXIX). Auf dieses Merkmal hin, haben wir die Zellen *q* u. *p* der Abb. XI zu derselben Zellenkategorie wie *g* u. *g*₁ der Abb. XII gerechnet. Dasselbe veranlasste uns die Zellen *e* u. *e*₁ der Abb. IX u. X für Golgi'sche zu halten. Wir könnten noch viele solcher Beispiele anführen. Aus dem eben Gesagten ist deutlich zu ersehen, dass, wenn für die Purkinje'sche Zelle in dieser Periode bereits der Zeitpunkt da ist, wo ihre Form zu einer beständigen wird, für die Golgi'sche Zelle dieser Zeitpunkt noch nicht eingetreten ist.

Wie verschiedenartig jedoch die Formen der embryonalen Golgi'schen Zellen auch sein mögen, so können wir dennoch einige allgemeine Merkmale in ihnen konstatieren: sie haben sehr lange protoplasmatische Fortsätze. Die einen von ihnen endigen fast auf der äußeren Kleinhirnoberfläche, die anderen — in der Mitte der äußeren Körnerschicht und schließlich die dritten — an der inneren Grenze des letzteren. Es ist selbstverständlich, dass es auch andere — mehr kurze Fortsätze giebt, die jedoch in den äußeren Teilen der molekulären Schicht sichtbar sind. Zuweilen hat die embryonale Zelle der Kleinhirnrinde nicht solche lange protoplasmatische Fortsätze wie die Golgi'sche Zelle. Wie wir bei der weiteren Beschreibung sehen werden, behält die Zelle diese Eigenschaft sehr lange — fast bis zu ihrer völligen Differenzierung. Was den Axenzylinder der Golgi'schen Zelle betrifft, so trägt er sein ihm eigenartiges Gepräge. Sein Auseinanderfallen in feine Zweige ist im größten Teile der Fälle leicht zu be-

obachten. Diese Verzweigungen fürwahr sind lange nicht so reich wie in den späteren Perioden, trotzdem kann man an ihnen die Golgi'sche Zelle erkennen. Die größte Zahl von Fortsätzen giebt der Axenzylinder an seinem Ende ab, an welchem auch öfter rosenkranzförmige Verdickungen zu bemerken sind.

Wir wollen noch auf eine Eigenheit hinweisen; in der Zelle *g* der Abb. XIII geht der Axenzylinder nämlich nicht aus dem Körper der Zelle, sondern aus dem dicken protoplasmatischen Fortsatze aus — auf diesen Umstand haben viel Gelehrte, bezüglich der jungen Zellen überhaupt, bereits hingewiesen.

Die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht.

In dieser Periode treten diese Zellen nach der Golgi'schen Methode zuerst imprägniert auf. Sie besitzen nicht diese Verschiedenheit der Form, die wir bei den Purkinje'schen und Golgi'schen Zellen beschrieben. Ihr Körper ist stets rund, die dreieckige Form des Körpers stellt eine große Seltenheit vor. Eine jede Zelle jedoch ist dank der Verteilung ihrer Fortsätze, sehr individuell. In dieser Beziehung kann man diese Zelle in 2 Typen trennen. Zum ersten Typus gehören die Zellen, die einen dicken inneren, sehr häufig auf ihrem Wege durch mehr oder weniger große rosenkranzförmige Verdickungen unterbrochenen Fortsatz haben (*k* Abb. XII). Häufig schiebt er verzweigende Fortsätze aus, die Stelle ihres Ausgangs entspricht nicht immer den soeben genannten Verdickungen (*k*₁ Abb. XII). In diesen Verzweigungen können wir eine gewisse Ordnung der Verteilung nicht konstataren und deshalb besprechen wir sie nicht besonders. Einen Begriff davon können wir uns durch die Abb. XII machen. Zu dem 2. Typus gehören die Zellen, die diesen dicken Fortsatz nicht besitzen. Die Länge und das Aussehen ihrer Fortsätze ist mehr oder weniger eine gleiche und so verteilt, dass sie der Zelle das Aussehen eines Sternes verleihen (*o* Abb. XII). Die Seitenfortsätze der Zellen sowohl des ersten als auch des zweiten Typus sind einander sehr ähnlich; sie haben alle ein wellenförmiges Aussehen, die einen von ihnen verzweigen sich, die anderen nicht. In einigen Fällen geht von der Zelle nach innen ein dicker Fortsatz aus, der sogleich in untergeordnete feine Zweige zerfällt (*h* Abb. XI). Neben solchen Zellen begegnen wir auch mehr einfachen Formen mit sehr wenigen Fortsätzen. Die Figur *g* in der Abbildung XII besitzt zwei Fortsätze, von denen der obere einen langen, parallel der Kleinhirnoberfläche gehenden Zweig ausschickt. Die Figur *c* stellt eine ebensolche bipolare Zelle vor, die fast in der Dicke der weißen Substanz liegt und außer den zwei horizontalen Fortsätzen, einen Axenzylinder nach oben abgiebt. Alle obengenannten Zellenformen liegen in der inneren Körnerschicht, analogen Bildungen aber begegnen wir auch in der molekulären Schicht.

Figur k_2 in der Abbildung XII ist eine bipolare Zelle mit einem dicken inneren Fortsatz; von ihrem Körper beginnen nach allen Seiten kurze und zarte Fortsätze abzugehen. In Figur d sehen wir eine Körnerzelle des zweiten Typus, da sie keinen dicken Fortsatz besitzt. Im größten Teile der Fälle wendet sich der letztere vertikal zur weißen Substanz, zuweilen aber krümmt er sich bogenförmig und nimmt eine horizontale Richtung ein.

Bezüglich des Axenzylinders dieser Zellen können wir folgende Besonderheiten konstatieren. Ihr größter Teil geht von dem Zellkörper aus, nur einige von den protoplasmatischen Fortsätzen. Bei den tiefer in der Rinde gelegenen Zellen ist der Axenzylinder dünner und sein Verlauf weniger wellenförmig als bei den mehr oberflächlich gelegenen. Fast alle Axenzylinder gehen bis zur Mitte der äußeren Körnerschicht, nur einige wenige endigen in der molekulären Schicht. Der Axenzylinder ändert zuweilen seine Richtung; wir konnten solches nur ein Mal in der inneren Körnerschicht beobachten (*S. q* Abb. XII).

Auf den Querschnitten sieht man, dass in dieser Periode das Spalten des Axenzylinders in zwei horizontale Zweige in der molekulären Schicht in sehr begrenztem Maße vor sich geht. Es gelang uns nur ein Mal in dieser Periode eine Körnerzelle zu beobachten, deren Axenzylinder sogleich nach seinem Abgange sich in zwei, fast parallel nach oben gehende Zweigchen spaltete (*S k₁* Abb. XIII). Eines von ihnen sendet Seitenfortsätze aus. Diese Zelle ist mehr differenziert als die soeben beschriebenen, d. h. sie ist von polygonaler Form wie eine erwachsene Zelle. Ihr embryonaler Charakter äußert sich in der Menge der kleinen, vom Zellkörper abgehenden Fortsätze. Aus diesen Auseinandersetzungen sehen wir also, dass die Form der jungen Zellen der inneren Körnerschicht von der einfachen bipolaren bis zur komplizierten — multipolaren variiert.

Gehen wir jetzt zur Beschreibung der vertikalen bipolaren Bildungen über, die wir in der äußeren Körnerschicht antreffen und die, wie wir weiter sehen werden, mit den soeben beschriebenen Zellen der inneren Körnerschicht verwandt sind. Diesen Zellen begegnen wir in den äußeren Teilen der genannten Schicht selten, sondern größtenteils liegen sie an ihrer inneren Peripherie, die gewöhnlich der Zellenkörper einnimmt. Auf den mit Silber gelungen imprägnierten Stellen liegen sie in einer ganzen Reihe nebeneinander; oft gehen zwischen ihnen die vertikalen Fasern der angehörigen Neurogliazellen (k_1 Abb. XII) nach außen durch. Von dem Körper einer jeden bipolaren Zelle geht nach oben ein fast parallel den soeben beschriebenen Fasern verlaufender, dünner Fortsatz ab. Auf eine solche Weise sieht die ganze äußere Körnerschicht wie durchschnitten von häufigen vertikalen Balken aus. Außerdem sendet noch eine jede Zelle einen Fortsatz nach unten ab. Die Neurogliafasern sind gerader als der genannte Fortsatz.

Solchen bipolaren Zellen begegnet man in der molekulären Schicht, in der Schicht der Purkinje'schen Zellen, ja sogar, wie bereits früher erwähnt, auch in der Körnerschicht. Wir sehen nämlich bei aufmerksamer Betrachtung, dass je tiefer in der Rinde die bipolare Zelle liegt, desto größer ihr Körper und desto dünner ihr oberer Fortsatz wird. Die vorherrschende Form des Zellkörpers ist — die runde oder ovale; der größte Teil dieser Elemente sendet nach unten einen dickeren Fortsatz als nach oben ab.

Außerdem sehen wir in der äußeren Körnerschicht dieselben Bildungen wie bei dem Katzen-Embryo von 8 cm, d. h. kleine Körperchen mit einem Fortsatze zur Kleinhirnoberfläche.

Wir werden sogleich sehen, wie die bipolare Zelle nach allmählicher Veränderung in die kleine Zelle der inneren Körnerschicht übergeht. Die Anwesenheit sowohl dieser wie jener auf einem und demselben Objekte (Abb. XII) weist uns darauf hin, dass ihr Differenzierungsprozess in einer kürzeren Zeit vor sich geht, als wir dieses an den großen Zellen der Rinde sahen.

Es versteht sich von selbst, dass eine solche Erwägung nur in dem Falle begründet ist, wenn man zugiebt, dass die bipolaren Zellen in dieser Periode die einfachsten Formen der von uns betrachteten Zellen bilden — mit anderen Worten, dass die letzteren aus den ersteren entstehen. Wenn wir den Prozess des embryonalen Lebens als einen immer fortschreitenden Prozess betrachten, so ist es verständlich, dass unsere Schlüsse über den Uebergang einer zelligen Form in eine andere auf eine unbedingte Genauigkeit nicht Anspruch machen können, da wir nur für ein gewisses Stadium die Anwesenheit dieser oder jener Zellenform, ihr äußeres Aussehen, ihre Lage u. s. w. konstatieren können; keineswegs aber haben wir, vom Standpunkte der strengen Objektivität, das Recht zu behaupten, dass eine solche Zelle z. B. eben aus dieser (gewissen) Zelle entstanden ist aber nicht von jener, solange wir nicht den Uebergangsprozess selbst beobachtet haben. —

Wenn wir auch im Prinzip Recht hätten, so kommen wir bei aufmerksamer Betrachtung der Objekte in dem größten Teile der Fälle solche allgemeine Merkmale finden, die uns veranlassen zu den oder jenen Schlüssen zu kommen. Erläutern wir das Gesagte:

Beim Katzen-Embryo von 8 cm begegneten wir in der äußeren Körnerschicht Bildungen, die bereits Ramon y Cajal [40] bei Neugeborenen beobachtete und sie unter dem Namen „epithelioider Elemente“ beschrieb. Sie liegen alle in der Mitte der genannten Schicht, sind verschieden geformt und geben einen Fortsatz zur äußeren Kleinhirnoberfläche ab. Denselben Bildungen begegneten wir in derselben Schicht beim Katzen-Embryo von 12 cm, einige Veränderungen sind aber bereits in ihnen vorgegangen: der Körper der Zelle ist stets rund

oder oval. Er liegt nicht in der Mitte der Schicht, sondern an ihrer inneren Grenze oder in der molekulären Schicht. Ihre oberen Fortsätze wurden ein wenig dünner und wellenförmig, also nicht gerade wie in der vorhergehenden Periode. Viele Zellen senden nach unten einen dickeren Fortsatz ab, als der obere. Die so gebildeten bipolaren Zellen treffen wir weiter auch in der Höhe, wo die Purkinje'schen Zellen gelagert sind. Hier wurde ihr Körper größer, der untere Fortsatz dicker, der obere aber noch dünner. Schließlich beobachten wir in der molekulären Schicht eine Zelle, die bei Aufrechterhaltung aller Attribute der obenbeschriebenen bipolaren Zelle, kurze oder lange, aus dem Zellkörper ausgehende Fortsätze hat. Auf eine solche Weise nähern wir uns allmählich der Form, die wir für die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht als charakteristisch halten.

Stellen wir uns etwa diese Zellen ohne die kleinen Fortsätze, die der Zellenkörper ausschickt, vor, so haben wir dann eine gewöhnliche bipolare Zelle mit zwei Fortsätzen, von welchen der obere dünn, der untere dick ist. Auf solchem Wege kommen wir zu dem Schlusse, dass die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht aus den epithelioiden Elementen entstehen.

Bei Untersuchung der Hühner-Embryonen (s. Abb. XXIX), überzeugen wir uns, dass bei ihnen sich dasselbe wiederholt, was wir bei den Katzen-Embryonen beobachteten. Dieselben bipolaren Zellen, die allmählich ihr Aussehen, je näher sie dem Rindenzentrum liegen, ändern, bis sie die kleine Zelle der inneren Körnerschicht bilden. Der untere dicke Fortsatz ist hier ebenfalls wie dort bemerkbar. Wir führen als Beispiel absichtlich die Hühner-Embryonen an, um zu beweisen, dass die histogenetischen Prozesse bei völlig verschiedenartigen Tieren identisch vor sich gehen.

Auf eine solche Weise begegnen wir hier einer interessanten embryologischen Erscheinung: die äußere Körnerschicht erzeugt ähnlich der Keimschicht, Elemente, die nach allmählicher Veränderung ihrer Form, sich in spezielle Nervenzellen verwandeln.

Wenden wir uns jetzt zu den litterarischen Hinweisen.

Ramon y Cajal [40] gelang es zuerst, die Elemente der äußeren Körnerschicht bei neugeborenen Tieren mit Silber zu imprägnieren; gleichzeitig sei hier bemerkt, dass er ein Jahr früher bereits versuchte, diese Elemente zu imprägnieren, doch erfolglos. Erst im Jahre 1890 gaben seine Untersuchungen befriedigendere Resultate, die sich im Folgenden äußerten. Die äußere Körnerschicht besteht seiner Meinung nach, aus zwei Schichten: a) einer oberflächlichen Schicht oder Schicht epithelioider Zellen, b) einer tiefen Schicht oder Schicht horizontaler Zellen. Die erste Schicht imprägniert sich schwer mit Silber und häufig sehr ungenau. Falls die Imprägnierung gelingt, so stellen ihre Zellen Körperchen von sphärischer Form vor, die mit einem dicken

und kurzen, zuweilen die Kleinhirnoberfläche erreichenden Fortsatz versehen sind. Ueber das weitere Schicksal dieser Zellen entschließt sich der Autor nicht in Anbetracht der Schwierigkeit, ja sogar der Unmöglichkeit (*de la quasi impossibilité . . .*) sie nach der Golgi'schen Methode genau zu imprägnieren, ein bestimmtes Urteil zu fällen. Die zweite Schicht bildet sich aus bipolaren, eiförmigen mit den langen Durchmesser quer gelegenen Zellen. Sie besitzen zwei Fortsätze, die aus den beiden Polen auslaufen und in großer Ausdehnung parallel der Richtung der Windungen sich fortsetzen. Diese Fortsätze sind ungleich: der eine ist dick und kurz und ähnelt einem protoplasmatischen Fortsatz, der andere zart (*. . . délicate . . .*) und dünn, behält diese Eigenschaft während seiner ganzen Ausdehnung und endigt, ohne sich zu verzweigen.

Der protoplasmatische Fortsatz sendet häufig untergeordnete Zweige ab. Die mehr tief gelegenen Zellen schicken zuweilen ein protoplasmatisches, in die molekuläre Schicht eindringendes und auch dort endigendes Anhängsel (*. . . appendice . . .*) aus.

Schließlich beschreibt der Autor eine dritte Form bipolarer Zellen, die vertikal auf verschiedener Höhe in der Dicke der molekulären Schicht und in den äußeren Teilen der inneren Körnerschicht gelegen sind. Der Körper der Zelle ist spindelförmig und enthält einen eiförmigen Kern. Der nach unten absteigende Fortsatz ist dick und erinnert an einen protoplasmatischen; der nach oben aufsteigende ist dünn und wird vom Autor als ein nervöser, Deiters'scher Fortsatz betrachtet. Dieser Fortsatz spaltet sich fast unter einem geraden Winkel, sobald er bis zur äußeren Körnerschicht gelangt, in zwei, den Windungen parallele, lange Fäden. Die bipolaren Körperchen der molekulären Schicht haben, wie man aus der Beschreibung ersieht, Axenzylinder mit denselben anatomischen Eigenschaften, wie die Zellen der inneren Körnerschicht. Die Lage dieser Körperchen aber, ihr spindelförmiges Aussehen und schließlich die Abwesenheit von Uebergangsformen zu den Körnern der inneren Körnerschicht geben uns nicht das Recht, meint der Autor, diese Körperchen, wie eine Varietät (*. . . variété . . .*) der Körner anzusehen; um so mehr noch, als die Körner, wann die bipolare Zelle auftritt, sich bereits völlig gebildet haben.

In einer anderen Abhandlung [41] kehrt der Autor wiederum zur Frage über die Bedeutung der Körperchen der ersten Schicht in der äußeren Körnerschicht zurück. Ramon y Cajal spricht, ausgehend von dem allgemein bekannten Faktum, dass im Verhältnis mit dem Schwinden der Körperchen der äußeren Körnerschicht, die molekuläre Schicht breiter wird, die Vermutung aus, dass diese Elemente mit der Zeit sich in die kleinen sternförmigen Zellen der molekulären Schicht, die man bei Erwachsenen beobachtet, verwandeln. Den Zellenüber-

gang selbst aus der äußeren Körnerschicht in die molekuläre Schicht erklärt der Autor dadurch, dass die Körner, sobald die molekuläre Schicht breiter wird, allmählich sich in sie versenken und dort sich in größerer oder kleinerer Entfernung voneinander verteilen. Es liegt keine Notwendigkeit vor, setzt er fort, einen nachfolgenden Untergang dieser Körperchen oder ihre Resorption vorauszusetzen. Es liegt hier — bloß eine einfache Dislokation derselben aus einer Schicht in eine andere und die Evolution in wahre Nervenzellen vor.

Hinsichtlich des Gesagten wollen wir unsererseits einige Bemerkungen machen: a) die epithelioiden Elemente oder die Körperchen der ersten Schicht imprägnieren sich zuerst mit Silber bedeutend früher, als dieses Ramon y Cajal beschreibt, und zwar beim Katzen-Embryo von 8 cm; b) die horizontalen bipolaren Zellen treten, wenn auch in geringer Zahl¹⁾, ebenfalls bei den Embryonen bereits im intrauterinen Leben auf; der protoplasmatische Fortsatz gibt noch keine Zweige ab; c) die Bedeutung der vertikalen bipolaren Zellen haben wir, scheint es uns, als Elemente, die sich in die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht zu verwandeln haben, deutlich genug illustriert. Andererseits unterliegt, scheint es uns, ihr Zusammenhang mit den epithelioiden Elementen, als ihr Prototyp, keinem Zweifel. Wir müssen nicht so verstanden werden, dass alle Zellen der äußeren Körnerschicht nur eine solche Umwandlung erleiden; wie wir weiter sehen werden, tritt diese Schicht auch als Bildungsquelle anderer Elemente auf; d) der Umstand, dass Ramon y Cajal sich nicht entschließt, die Zellen der inneren Körnerschicht von den vertikalen bipolaren Zellen abzuleiten, erklärt sich dadurch, dass er solche Objekte der Entwicklungsstadien (neugeborenes Tier) wählte, wo diese Verwandlung bereits fast völlig beendet war; e) wir teilen die Ansicht des Gelehrten, dass die Körperchen dieser Schicht sich in die kleinen, sternförmigen Zellen der molekulären Schicht verwandeln (davon sprechen wir noch später), doch keineswegs können wir dieses auf alle Körperchen beziehen. Erstens ist der Unterschied in der Anzahl dieser Körperchen und der sternförmigen Zellen sehr augenscheinlich (von den letzteren sind in der molekulären Schicht äußerst wenige) und zweitens entwickeln sich diese Zellen nach unseren Untersuchungen als die letzten, sobald die äußere Körnerschicht deutlich abnimmt, die molekuläre Schicht aber an Breite zugenommen hat.

Gleichzeitig wollen wir noch hinzufügen, dass nach der Meinung Schwalbe's [57]; die Zellen der äußeren Körnerschicht zur Bildung der radiären Fasern oder der retikulären Substanz, die die Basis der

1) Da wir diese Elemente möglichst genau bei Neugeborenen betrachten werden, so hielten wir es für unnötig sie für diese Periode besonders abzubilden und begnügen uns hier nur mit ihrer Erwähnung.

molekulären Schicht der Rinde ausmacht, dienen. Nach der Meinung Obersteiner's [37] bilden diese Elemente die Basalmembran, die die Kleinhirnoberfläche bedeckt.

(Viertes Stück folgt.)

Biologische Arbeiten über Osmose und Dissoziation.

Die außerordentlich zahlreichen und interessanten Ergebnisse, zu denen die Arbeiten der letzten zehn Jahre auf dem Gebiete der physikalischen Chemie geführt haben, kommen jetzt allmählich auch den biologischen Wissenschaften zu gute. Es sind vor Allem die Theorie der Lösungen von van t'Hoff und die Theorie der elektrischen Dissoziation von Arrhenius, die von größtem Wert für die Deutung physiologischer Vorgänge zu werden versprechen. Allerdings sind die zu überwindenden Schwierigkeiten sehr groß, einmal wegen der Kompliziertheit der im Organismus gegebenen Verhältnisse und dann wegen der noch ganz im Werden begriffenen Methodik. Was zunächst diese anlangt, so kommen wenigstens für die biologische Forschung die ersten Anordnungen zur Bestimmung des osmotischen Drucks, die Traube'schen Niederschlagsmembranen, auch in ihrer weit vollkommeneren Ausbildung als Pfeffer'sche Zellen kaum in Betracht. Es sind hauptsächlich die plasmolytische Methode von de Vries und die Blutkörperchen-Methode von Hamburger, mit denen der Biologe die osmotischen Verhältnisse von Zellen und Gewebsflüssigkeiten der organischen Wesen zu bestimmen pflegt. In manchen Fällen, besonders zur Kontrolle der mit diesen Methoden erhaltenen Resultate, kommt auch die Gefrierpunktmethode in Anwendung, aber selten, wohl hauptsächlich wegen ihrer Langwierigkeit und wegen der größeren technischen Anforderungen. Dass von der Siedepunktsbestimmung kein Gebrauch gemacht wird, ist nicht weiter verwunderlich bei Versuchen an organischen Flüssigkeiten, die meist eiweißhaltig sind. Eine brauchbare Methode nun aber für biologische Versuche vorausgesetzt, so sind die Schwierigkeiten, die bei Lösung biologischer Fragen zu überwinden sind, doch noch ganz erheblich im Vergleich zu denen, die dem Chemiker sich entgegenstellen. Denn einmal sind die Versuchsobjekte sehr kompliziert — um Lösungen einer einzigen Verbindung handelt es sich z. B. in einer organischen Flüssigkeit nie — und zweitens sind die Objekte sehr veränderlich und hinfällig.

Die ersten Versuche am lebenden Material zur Entscheidung von Fragen über Osmose und osmotischen Druck sind von Naegeli und Pfeffer gemacht. Ihre Objekte waren Pflanzenzellen, und bei Untersuchungen an Zellen sind bisher meistens nur diese gebraucht worden. Der Grund dafür liegt nahe. Handelt es sich um die Bestimmung des osmotischen Drucks, so hat man mit Hilfe verschiedener starker Lösungen einer einzigen, chemisch reinen Substanz, die entweder nicht dissoziiert oder deren Dissoziationsgrad bekannt ist, auszuprobieren, welche von ihnen mit dem Zellinhalt isotonisch ist, welche von ihnen also der Zelle kein Lösungsmittel — das ist in unseren Fällen Wasser — abgibt oder entzieht. Nun ist aber schwer zu erkennen, ob das Protoplasma gerade etwas quillt oder etwas schrumpft, solange wir kein Vergleichsobjekt daneben haben. Dies wird nun bei den Pflanzen durch die für die Lösungen durchgängige Zellmembran gebildet, von der sich das Protoplasma abheben kann, sobald

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Popoff S.

Artikel/Article: [Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde 605-620](#)