

- Seite 601 14. Zeile von unten: nach lebt muss (Ostenfeld und Schmidt 1901) stehen.
- „ 602 23. „ „ oben: anstatt den muss der stehen.
- „ 603 9. „ „ „ anstatt Symbionte muss Symbiose stehen.
- „ 604 2. „ „ „ nach Kohlenhydrate muss, wohl auch Eiweißstoffe) stehen.
- „ 604 in Literaturverzeichnis statt Oltmanns über Bau etc. muss Oltmanns' Morphologie und Biologie der Algen stehen.

Zum Literaturverzeichnis nachträglich beizufügen:

- Famintzin, A., Über Chlorophyllkörner der Samen und Keimlinge. *Mélanges biologiques*. T. XIII. St. Petersburg 1893.
- Fischer, A., Die Zelle der Cyanophyceen. *Botanische Zeitung* 1905.

Neue Beiträge zur Kenntnis des Neurons.

Von Dr. Max Wolff (Jena).

(Fortsetzung.)

II. Der histologische Aufbau der Kleinhirnrinde im Bielschowsky-Bilde.

Bielschowsky und ich können auf Grund unserer Untersuchungen der Kleinhirnrinde folgende Angaben über deren feineren Bau machen.

Im Gegensatz zu den Autoren unterscheiden wir in der Kleinhirnrinde drei Schichten:

1. zuäußerst und oberst die Lamina molecularis oder Molekularschicht,
2. darunter die Lamina limitans oder Grenzschrift der Purkinje'schen Zellen (unsere Lamina molecularis und limitans zusammengenommen entsprechen also der Molekularschicht der Autoren),
3. zuinnerst die Lamina granulosa oder Körnerschicht.

1. Lamina molecularis.

Wir entdeckten einen außerordentlichen Reichtum dieser Schicht an Dendriten und Axonen. Der größte Teil dieser nervösen Strukturen wird von den bisher geübten Methoden mehr oder weniger unterschlagen. Diese Strukturen lassen sich histologisch nach Herkunft und Bau folgendermaßen charakterisieren.

Der Lamina molecularis gehören totaliter zwei Zellformen an: die mehr oberflächlich gelagerten und etwas kleineren Sternzellen und die mehr in der Tiefe der Schicht liegenden und größeren Korbzellen. Die zahlreichen, vielfach sich verästelnden Dendriten der rundlich polygonalen Zellkörper liegen ebenso, wie die Axone in der senkrecht zum Windungsverlauf gerichteten Querschnittsebene angeordnet und kreuzen in mannigfacher Weise die in die Lamina molecularis einstrahlenden Plasmafortsätze der Purkinje'schen Zellen. Der Fibrillenverlauf in den Korbzellen bot uns einen eigentümlichen Befund. In den Dendriten sind unschwer

isoliert verlaufende und ebenso in den Zelleib eintretende Fibrillen wahrzunehmen, die teils ziemlich dicht unter der Randzone des Körperplasmas hinziehend, in benachbarte oder entlegenere Dendriten einbiegen, teils aber nach innen, unter Vermeidung jenes peripheren Plasmabezirkes, in ein perinukleär gelagertes sehr dichtes Netzwerk feinsten Fäserchen eintreten. Aus diesem Fibrillennetz gehen die Fibrillen des Axenzylinders hervor, der nur selten vom eigentlichen Zelleib selbst, sondern meist von einem Dendriten entspringt. Wir konnten sogar Fälle beobachten, wo der Austritt aus dem Dendriten nicht rechtwinklig, sondern unter einem sehr spitzen Winkel erfolgte. In solchen Fällen konnten wir beobachten, dass die Axonfibrillen als distinkter Faserzug in der Dendritenaxe verlaufen, derart dass hier der Axenzylinder von der Dendritensubstanz gleichsam unscheidet wird, wie etwa später von der Markscheide. Es muss hervorgehoben werden, dass auf dieser Strecke sich keine einzige Dendritenfibrille dem Bündel der Axonfibrillen beimengt, dass diese vielmehr ausschließlich aus dem eben geschilderten perinukleären Netz ihren Ursprung nehmen. Dieser Befund scheint mir, wie so manches andere, weiter unten abzuhandelnde, sehr für die von mir behauptete sekundäre Differenzierung fibrillärer Strukturen in präformierten, mehr oder weniger speziell in den Dienst der nervösen Reizleitung gestellten Balnen zu sprechen.

Über die differenten histologischen Beziehungen der Körner- und Sternzellen haben wir folgende Angaben zu machen.

a) Sternzellen. Diese Zellen zeigen, ganz wie im Golgi-Bilde, einen rundlich polygonalen Körper. Sein Axon, das ähnliche, lassoartige Auflockerungs- und Schlingenfiguren zeigt wie das der Korbzellen, endet, zahlreiche Bifurkationen bildend, im Terminalnetze der Purkinje'schen Dendriten.

b) Korbzellen. An diesen konnten wir besonders eingehend den Axonverlauf in seinen Eigentümlichkeiten studieren. Zur Bildung einer besonderen Tangentialfaserschicht kommt es in der Lamina molecularis nicht. Nur liegen die Korbzellenaxone in der Tiefe der Schicht beträchtlich dichter als weiter oben. Hier finden sich aber subpial noch sehr zahlreiche Axone, die wohl zum größten Teil von den Sternzellen entspringen. Sehr häufig nimmt der Axenzylinderfortsatz, kurz nachdem er den Ursprungsdendriten verlassen hat, den bekannten, schlingenförmigen Verlauf (*Fibrae anastatae*, Ramón y Cajal). Man beobachtet daher in der Tiefe der Molekularschicht besonders zahlreiche, lassoartige Axonfiguren. Nach Bildung der Schlinge ziehen die Axone in quertangentialer Richtung weiter, unterwegs in die Purkinje'schen Körbe aber auch zwischen ihnen hindurch in die Grenzschicht und häufig auch tief in die Körnerschicht eintretende Kollateralen abgebend (einige

Kollateralen gehen auch in die äußere Form der Molekularschicht ab und treten in das die Purkinje'schen Dendriten umspinnende Endnetz ein). Sie verästeln sich im Purkinje'schen Korbe nach der Zelloberfläche und gehen dort in das Terminalnetz ein; soweit sie die Grenzschicht passieren und auch in der Korbverästelung zeigen sie Auflösungsfiguren. Das feinere Verhalten des Kollateralenabganges von den schon von den älteren Autoren beschriebenen Anschwellungen der Korbzellenaxone berechtigt zu dem Schluss, dass die Anschwellungen zustande kommen durch den Eintritt von Fibrillen in das Axon, die nicht aus dem Zellkörper stammen, ihn auch nie erreichen, sondern vorher schon wieder abbiegen und den Neuritenstamm durch eine Kollaterale verlassen. Ich persönlich möchte, da ich im Gegensatz zu Bielschowsky¹⁾ von der leitenden Funktion der Neurofibrillen nicht überzeugt bin und meine gegen eine solche Annahme gemachten Einwände bisher nicht widerlegt worden sind, daraus noch nicht auf eine den Zellkörper umgehende Reizleitung schließen. Gegen die Neuronlehre wäre auch dann nichts ausgerichtet, wenn die konstante Einschaltung und die den ganzen Leitungsvorgang dirigierende Rolle des Neuron-Zellkörpers sich als illusorisch herausstellte. Hierauf werde ich im vierten Teile meiner Arbeit noch zurückkommen. Übrigens will auch Bielschowsky die Korbzelle selbst nicht ausschließlich zu einem „Appendix von rein trophischer Bedeutung“ degradiert sehen.

Die Purkinje'schen Zellen beteiligen sich mit ihren Dendriten am Aufbau der Lamina molecularis und lassen sich bis weit in das äußere Drittel derselben hinauf verfolgen. Sie präsentieren sich ähnlich, wie im Golgi-Präparat, nur erscheinen sie beträchtlich zarter als dort. Die Fibrillen sind in den Hauptstämmen der Dendriten parallel geordnet, an den Gabelungsstellen überkreuzen sie sich bisweilen spitzwinklig. Dort, wo im Nissl-Präparate an den Teilungsstellen primärer Hauptzweige sich Tigroidsubstanz findet, fehlen die Fibrillen²⁾. Einzelne Fibrillen, aber auch ganze Bündel von solchen, ziehen vielfach, ohne jedoch jemals den Neuriten noch den eigentlichen Zelleib zu passieren, von einem Dendritennebenaste durch den Hauptast in einen benachbarten oder entfernten Ast ein, teils derselben, teils der gegenüberliegenden Seite des Baumes. Besonders ist das in den feinen Endausläufern der Fall. Hier haben wir auch in der menschlichen Kleinhirnrinde nicht selten anastomotische Verbindungen zwischen benachbarten

1) In seiner neuesten Publikation lässt auch Bielschowsky die Hyoplasma-theorie gelten und hält die Kontroverse für unentschieden.

2) Nie haben wir gesehen, dass, wie Held behauptet, feinere (Fibrillen-) Zwischennetze die Substanz der Nissl-Körper zerklüften und zersetzen. Vielleicht haben Held auch hier imprägnierte Wabenwände getäuscht.

Zellen beobachtet, aber auch zwischen Ästen ein und derselben Zelle. Vielfach zieht an solchen Stellen nur eine einzige Fibrille hindurch. Ich kann versichern, dass diese hier ebensowenig, wie in den feinsten dendritischen Endausläufern jemals nackt verläuft. Sie ist stets von einem Plasmamantel umgeben. Solche Stellen sind Illustrationen von schematischer Klarheit zu meiner seinerzeit geäußerten Theorie, nach der die Neurofibrillen als stützende Axen für die ihnen anhaftende und so vor einer mechanischen Trennung ihrer Kontinuität geschützten reizleitenden hyaloplasmatischen Flüssigkeit zu betrachten sind.

An der Oberfläche der Purkinje'schen Dendriten ergab sich uns folgender ziemlich komplizierter Befund. Wir fanden hier allenthalben ein die Dendriten völlig umscheidendes Held'sches Terminalnetz, in das

1. die pialwärts abgehenden Kollateralen der Korbzellenaxone,
2. die Axone der Sternzellen,
3. die Axone der kleinen Zellen der Lamina granulosa,
4. die Ramón y Cajal'schen Kletterfasern eintreten. Die Neurofibrillen dieser Axone sind in eine plasmatische Substanz eingebettet, welche in keiner Weise von dem Dendritenplasma unterschieden und abgegrenzt werden kann. Also plasmatische Kontinuität!

Ferner war auch, wenngleich schwieriger, so doch mit zweifelloser Sicherheit der Eintritt von Axonfibrillen in die Dendriten festzustellen. Also auch fibrilläre Kontinuität! (Zur eigentlichen Endfußfrage und wegen der Übereinstimmung von Held, Bielschowsky und mir in diesem Punkte siehe den dritten, die Endfußfrage behandelnden Teil meiner Abhandlung.)

Außerdem unspinnen gröbere Fasern die Dendriten der Purkinje'schen Zellen, meist in größerer Zahl und sich den Verästelungen des Dendriten lianenartig anschniegender. Da im Golgi-Präparat vielfach das Dendritenbild ausfällt, wird in einem solchen Präparat leicht der von Bechterew auch beschriebene Befund vorgetäuscht, dass sich hier mehrere Axone unmittelbar aneinander aufsplitterten. Wir haben ein solches Verhalten, wie es Bechterew gesehen haben will, niemals in der Lamina molecularis beobachtet und müssen seine irrthümlichen Angaben auf die Mängel der Golgi-Methode zurückführen.

Wir sind überhaupt, wie ich schon oben erwähnte, von dem ungeheuren Faserreichtum der Molekularschicht überrascht worden, der bei höheren Säugern besonders imposant ist (Katze, *Macacus*, Mensch). Das gilt auch, wie Bielschowsky schon früher hervorgehoben hat, von der im Golgi-Bilde fast leer erscheinenden subpialen Region, die im Bielschowsky-Präparate den Gesamteindruck eines engmaschigen Netzes macht, an dessen Aufbau Den-

dritenanastomosen, Dendriten und Axone anderer, mannigfachster Provenienz (Sternzellen, Bechterew'sche Axonaufsplitterungen, Axone der kleinen Zellen der Körnerschicht etc.) sich beteiligen.

Zu den exogenen nervösen Elementen der Lamina molecularis gehören außer den eben behandelten Purkinje'schen Dendriten noch zwei neuritische Elemente:

1. die bekannten (besser gesagt rätselhaften) Kletterfasern,
2. die Axone der kleinen Zellen der Körnerschicht.

Über die Terminalgebiete dieser Axone hatten wir schon berichtet. Dem über das gröbere Verhalten der Kletterfasern Bekannten haben wir nichts neues hinzuzufügen. Aufgefallen ist uns dagegen das Verhalten der radial (oder, wenn man will, vertikal) in die Lamina molecularis eindringenden Axone der kleinen Zellen der Körnerschicht. Uns scheint es nämlich, dass die Zahl dieser vertikal eintretenden Axone, die in der Molekularschicht sich in 2—4 alsdann in tangentialer Richtung weiterziehende Äste gabeln, in keinem rechten Verhältnis zu der enormen Zahl der tangential verlaufenden Fasern steht, wenn man auch die Beteiligung endogener Axone noch so hoch ansetzt. Dass bisweilen der vertikal aufsteigende Neurit in einen einzigen longitudinalen Zweig umbiegt, hebt die Bedeutung der nicht zu häufigen Fälle, wo drei bis vier Äste abgegeben werden, wieder so ziemlich auf. Es erscheint uns danach fraglich, ob Ramón y Cajal's Darstellung, die zuerst die Zugehörigkeit dieser Axone entschied, die Frage erschöpft.

2. Lamina limitans.

Der Fibrillenverlauf in den Dendriten der Purkinje'schen Zellen ist oben geschildert worden. In den Zellkörpern selbst stellten wir folgendes Verhalten fest. Die scharf hervortretenden Fibrillen zeigen vielfach das Bild dichotomischer Teilung und Anastomosen. Bielschowsky und ich haben in unserer gemeinschaftlichen Arbeit über die Histologie der Kleinhirnrinde angegeben, „dass auf diese Weise ein intrazelluläres Netz entsteht, dessen Maschen besonders an der Kernperipherie dicht gefügt sind. Nach der Zelloberfläche hin scheinen sich die Netzmaschen allmählich zu erweitern“. Ich selbst bin nun bei meinen späteren Untersuchungen über die Endfußfrage und über die Ganglienzellen von *Amphioxus* zu der Überzeugung gelangt, dass der Ausdruck „Netz“ sehr mit Vorsicht zu gebrauchen ist. Bielschowsky und Bethe sind ja im Gegensatz zu den meisten Forschern in sehr vielen Fällen auch dieser Meinung, glauben jedoch an einigen Stellen, z. B. in den Zellen der Spinalganglien und bei Evertibraten (mit Apáthy) echte Netze annehmen zu müssen. Wenn ich Apáthy's Auffassung von den Elementarfibrillen nicht falsch verstehe, muss ich hierin noch weiter gehen als er. Ich glaube vorderhand

überhaupt nicht an echte Neurofibrillennetze¹⁾. Die Unterscheidung von Elementarfibrillen und Primitivfibrillen scheint mir keinen großen Wert zu haben. Ich glaube mich von folgendem mit genügender Sicherheit überzeugt zu haben:

„In der Vertebratenganglienzelle laufen im allgemeinen die Neurofibrillen gesondert als Elementarfibrillen (d. h. eben nicht in Bündeln, sondern einzeln!), täuschen darum also auch weniger leicht Netze vor. In der Evertebratenganglienzelle verlaufen die Neurofibrillen streckenweise ganz besonders eng zu Bündeln, den sogen. Primitivfibrillen, vereinigt. Wo sie auseinanderweichen, wie z. B. in den perinukleären Netzen, täuschen sie dann außerordentlich leicht ein in Wahrheit gar nicht existierendes Netz vor.“ Als Netz kann doch nur ein Faserwerk bezeichnet werden, in dessen Überkreuzungspunkten etwas fest

1) Wohlgemerkt Fibrillennetze! Dagegen bin ich von der Existenz eines echten Terminalnetzes neuroplasmatischer Natur durchaus überzeugt. Die Substanz, in die die Wabenwände Bütschli's mit den dazwischen eingeklemmten Neurosomen und Neurofibrillen stützend eingebaut sind, das Leydig-Nansen'sche Hyaloplasma also, ist für mich auch heute noch das Substrat der Reizleitung. Corpora non agunt, nisi fluida: Mir ist es unbegreiflich, dass ein Physiologe, wie Bethe, sich nicht entschließen kann, den Reizleitungsvorgang ganz in das Flüssige zu verlegen. So hat er jetzt wenigstens schon Wechselbeziehungen zwischen einer der Neurofibrillen „anhaftenden“ Fibrillensäure und den Fibrillen selbst als Prinzip der Reizleitung nachzuweisen gesucht. Doch bleibt für mich, wie schon oben angedeutet, auch jetzt noch, trotz der höchst genial erdachten Versuchsanordnungen Bethe's die fibrilläre Reizleitung eine unbewiesene und unphysiologische Hypothese. Nervöse Terminalnetze sind für mich sichtbar gemacht nicht in den, weiter unten genauer zu behandelnden fibrillären Geflechten an der Reizumleitungsstelle, sondern in den, besonders schön durch Held's Neurosomen abgegrenzten Plasmastrukturen daselbst. Diese stimmen topographisch mit dem Fibrillenapparat insofern überein, als auch sie, wie jener, mit den entsprechenden Strukturelementen des Zellkörpers selbst in kontinuierlicher Verbindung stehen. Dagegen habe ich persönlich niemals mich davon überzeugen können, dass ähnlich, wie es der plasmatische Bestandteil des Held'schen Terminalnetzes tut, eine Fibrille mit der anderen anastomosiere. Fibrillen ziehen überall, so weit meine eigenen Beobachtungen reichen, glatt durch, ohne Ende, ohne Aufgabe ihrer Individualität. Sie ordnen sich stets nur zu Geflechten und Bündeln. Ich halte es für nicht ausgeschlossen (besonders deute ich die neuesten an der Peripherie gewonnenen Bilder so, die Bielschowsky demnächst im Journal für Psychologie und Neurologie veröffentlichten wird), dass die Neurofibrillen, die an der Peripherie und im Zentrum schleifenförmig umbigen, in sich zurücklaufen. Jedenfalls hat noch niemand das Ende einer Fibrille gesehen.

Zu der schwierigen Frage nach der Existenz und Unterscheidung zweier physiologisch ungleichwertiger „Netze“ werde ich vorläufig mich nur ganz allgemein erklären. Held sieht nach wie vor in den Golgi-Netzen eine gliöse, nicht nervöse Differenzierung und hält unsere nervösen Terminalapparate nicht für identisch mit den Bethe-Netzen. Ich lege auf unsere Vermutung, dass Bethe vielleicht doch etwas nervöses gesehen haben könnte, kein besonderes Gewicht und schließe mich vorderhand der Autorität Held's an.

verschmilzt (beim Vergleichsobjekt, dem Fischernetz, wird die Verschmelzung durch die Verknotung repräsentiert). Ich möchte nun, da es sich sicher bei den Fibrillennetzen nicht um „Teilungen“ eines vorher „einheitlichen“ Fadens, sondern nur um das Auseinanderweichen zweier (oder mehrerer) Fäden handelt, die vorher sehr eng aneinander gelagert verliefen¹⁾ (höchstens mehr oder weniger „verklebt“ — eventuell aber erst per methodum! — waren), vorschlagen, an Stelle der „Netze“ den Ausdruck „Gitter“, oder wohl noch besser das Wort „Geflecht“ zu setzen. Der Ausdruck Geflecht scheint mir die Lagebeziehungen der Neurofibrillen, wie sie sich unserem Auge unter Zuhilfenahme der besten Systeme und kritischer Verwertung der besten Methoden darbieten, am besten zu kennzeichnen.

Auch die dichotomischen Teilungen und echten Anastomosen — in diesem Punkte differiere ich also jetzt mit Bielschowsky — in der Purkinje'schen Zelle sehe ich nicht als wirklich an, sondern halte sie für vorgetäuscht durch „straff“ gefügte Geflechte von Elementarfibrillen.

Jedenfalls unterscheiden Bielschowsky und ich im Körper der Purkinje'schen Zelle zwei Geflechte (intrazelluläre Geflechte):

1. ein äußeres, oberflächlich gelagertes weitmaschiges, das ich jetzt als peripheres intrazelluläres Geflecht bezeichnen will, und
2. ein in der Tiefe den Kern umflechtendes, engmaschiges Geflecht, das zentrale intrazelluläre Geflecht, oder das perinukleäre Geflecht.

Fibrillen stellen zwischen beiden Geflechten eine Verbindung her.

Die Axenzylinderfibrillen nehmen nun, soweit wir gesehen haben, gleichmäßig von diesen beiden Geflechten ihren Ursprung, als dessen Ort wir auf der Windungshöhe meist den basalen Zellpol erkannten. Innerhalb des Ursprungshügels überkreuzen sich die Fibrillen zunächst noch in mannigfacher Weise, nehmen jedoch schon in ihm bald einen parallelen Verlauf und verkleben dann zu einem dünnen homogen erscheinenden Bande. Wir konnten innerhalb der Körnerschicht die als ungefärbter, zarter blasser Saum

1) Amphioxus mit seinen dicken, in die schönsten perinukleären Elementarfibrillennetze auseinander weichenden „Primitivfibrillen“, der sich also hierin ganz evertebratenmäßig benehmende Vertebrat, würde hochinteressanterweise ein schönes histologisches Bindeglied darstellen. Ich werde übrigens im dritten Teile dieser Abhandlung nochmals auf die Netzfrage zurückkommen. Ich will aber schon hier bemerken, dass auch die Abbildungen in Held's neuester Arbeit mich nicht von einem retikulären Verlauf der Neurofibrillen überzeugen konnten, und das um so weniger, als sie mit der notorisch verklebenden, also für die Beantwortung dieser Frage von vornherein auszuschließenden Methode Ramón y Cajal's gewonnen sind.

imponierende Markumscheidung, die der Neurit hier erhält, feststellen.

Wir haben die nackte Anfangsstrecke des Neuriten mit ganz besonderer Sorgfalt untersucht, ohne auch nur die geringste Spur der von der Golgi-Methode hier dargestellten rückläufigen Kollateralen entdecken zu können. Unsere Methode ist geradezu charakterisiert durch ihre geringe Neigung zu Verklebungsbildern und bringt anderenorts die Kollateralen in schönster Weise zur Darstellung. Wir bezweifeln daher den Abgang von Kollateralen an dieser Stelle, um so mehr, als für Verklebungsartefakte hier die beste Gelegenheit gegeben ist; denn die Axone sind dicht umspinnen von einer erstaunlich großen Anzahl von aus den Körben und der Molekularschicht in die Tiefe und aus der Körnerschicht aufwärts ziehender und sich mannigfaltig überkreuzender Fasern.

Außer den zwei genannten intrazellulären Fibrillengeflechten finden wir in den Fasern der bekannten Körbe der Purkinje'schen Zellen ein drittes, perizellulär gelagertes Fibrillenwerk. Seine Elemente entstammen folgenden Quellen.

1. Kollateralen der quertangential verlaufenden Korbzellen-axone aus der tiefen und mittleren Zone der Molekularschicht. Diese lassen sich nicht selten in das Faserkissen verfolgen, das den Boden des Korbes bildet. Ihre Endverzweigungen begleiten von dort aus den Neuriten der Purkinje'schen Zellen bis tief in die Körnerschicht, so dass seine Trennung von den dort eng sich durchflechtenden Fasern unmöglich wird.

2. In geringerer Zahl als jene strömen von der Körnerschicht Fasern von auffallend starkem Kaliber in das Korbgeflecht ein (Nidos cerebell. von Ramón y Cajal). Ein großer Teil ihrer Endverzweigungen begleiten (Kletterfasern) die Purkinje'schen Dendriten bis tief in die Molekularschicht. Wir fassen sie als dem Kleinhirn fremde, in ihm endigende Elemente auf, deren Herkunft aus der weißen Substanz wir häufig feststellten.

3. Tangential gerichtete, die Faserkörbe vielfach zu einem Korbkonglomerat verbindende, auf der Windungshöhe eine beträchtliche Breite erlangende Fasern, die in ihrer Mehrzahl marklos zu sein scheinen. Für den markhaltigen Teil nehmen wir mit Kölliker einen Ursprung aus dem Plexus der Körnerschicht als sehr wahrscheinlich an, der in letzter Instanz jedoch aus dem Mark der Windungen stammen dürfte.

4. Außer den genannten Axonen treten auch Dendriten, und zwar die der großen Zellen der Körnerschicht, in die perizellulären Korbgeflechte ein. Über die Art ihrer Endigung dort können wir leider nichts aussagen.

Über die Art der Verbindung von Korbgeflecht und Purkinje'scher Zelle haben wir uns folgende Vorstellung auf Grund unserer

Präparate gebildet. Wir halten die Held'schen Angaben, die einen doppelten Zusammenhang verschiedener Neurone an dieser Stelle behaupten, für absolut zutreffend. Es ist falsch, dass es sich hier um Fasergeflechte handeln soll, deren plasmatische Teile mit der Oberfläche der Zelle und unter sich nur durch Kontakt in Verbindung stünden (Ramón y Cajal und die Neuronisten seiner Richtung). Es ist aber auch falsch, dass nur die Bestandteile des Korbes durch Anastomosenbildung kontinuierlich miteinander zusammenhängen und so ein echtes Terminalnetz bildeten, das dagegen selbst bloß per contiguitatem mit der Zelloberfläche verbunden sei (Auerbach und Semi Méyer). Vielmehr hängt das plasmatische terminale Netz, in dessen Maschen ein Neurofibrillengeflecht eingebettet liegt¹⁾, kontinuierlich, und, wie ich meine, primär mit dem Protoplasma des Zellkörpers zusammen. Diese Verhältnisse werde ich im dritten Teile meiner Arbeit genauer erörtern, wo auch über die mutmaßliche Veränderung der leitenden Substanz an dieser Stelle das nötige mitgeteilt werden wird. Hier sei nur gezeigt, dass die Stelle der Reizumleitung zwischen Korb und Purkinje'scher Zelle derart morphologisch differenziert ist, dass sie, soweit plasmatisch, ein echtes Terminalnetz darstellt. Ihr Fibrillengeflecht kommt als Nr. 4 zu den drei schon erwähnten, so dass Bielschowsky und ich im ganzen folgende vier Neurofibrillengeflechte in und an der Purkinje'schen Zelle unterscheiden:

- I. zwei intrazellulär gelagerte, und zwar
 - a) ein peripheres und
 - b) ein zentrales Geflecht;
- II. zwei perizellulär gelagerte, und zwar
 - a) ein äußeres perizelluläres (in den größeren Fasern des Purkinje'schen Korbes eingelagertes) und
 - b) ein inneres perizelluläres (der Zelloberfläche im Terminalnetz sich ganz eng auflagerndes) Geflecht.

Die aus dem äußeren perizellulären Korb zum inneren perizellulären Geflecht (und Netz) herabsteigenden Fasern sind charakterisiert durch eine eigentümliche in flächenartiger Ausbreitung sich darstellende Auflockerung, die auch in unseren Mikrophotogrammen sehr schön sich festhalten ließ. Ihr in die Zelloberfläche eingehendes Neuroplasma ist von dieser mit unseren Methoden nicht zu unterscheiden²⁾. Feine, geschlängelte Fibrillen, die vielfach in eigen-

1) Wodurch also, um das noch einmal hervorzuheben, ein Austausch der Neurofibrillen und ein „fließender“ Übergang des Neuroplasmas verschiedener Axenzylinder unter sich und mit dem innervierten Neuronzellkörper zustande kommt.

2) Indem ich vorderhand keinen Grund habe, Held's Angaben über die Existenz eines besonderen perizellulären, glösen Stützgitters, das mit dem von Bethe gesehenen identisch wäre, anzuzweifeln, komme ich zu folgendem Resultat über Zahl

tümlicher Weise auseinanderweichen und so mit dem sie einhüllenden Neuroplasma die Ramón y Cajal'schen Trajektkörperchen bilden, biegen aus dem Fibrillenwerke jener gröberen, auf die Zelloberfläche herabsteigenden Fasern ab und verlieren sich nach längerem oder kürzerem Verlauf¹⁾, indem sie wiederum sich mehr in die Tiefe senken, in dem Fibrillenwerke des äußeren intrazellulären Fibrillengeflechtes.

3. Lamina granulosa.

Die Körnerschicht enthält an zellulären Elementen folgende, von uns sorgfältig untersuchte Typen:

1. die kleinen Körnerzellen,
2. die großen Körnerzellen, oder Golgi-Zellen,
3. spindelförmige, bipolare Zellen²⁾.

1. Die kleinen Körnerzellen. Gegen Bethe behaupten wir mit anderen Autoren die nervöse Natur dieser Zellen, deren senkrecht in die Molekularschicht aufsteigende und dort in die oben erwähnten Longitudinalfasern umbiegende Axone und kontinuierlich in die Netze der Glomeruli cerebellosi übergehende Dendriten (die also nicht, wie im Golgi-Bilde büschel- oder krallenförmig endigen) mit ihren längsgerichteten Neurofibrillen, die aus einem von Ramón

und Lage der verschiedenen Gitter und Geflechte, die in näherer morphologischer Beziehung zu einer Purkinje'schen Zelle stehen. Die Numerierung geht von innen nach außen:

1. inneres intrazelluläres Fibrillengeflecht,
2. äußeres intrazelluläres Fibrillengeflecht,
3. inneres perizelluläres Fibrillengeflecht eingebettet in das
4. nervöse, perizelluläre (neuroplasmatische) Terminalnetz, mit dessen Maschen alterniert ein

5. glüses, perizelluläres Gitter (dessen Maschen wohl gleichfalls aus glüsem Plasma und darin eingebetteten Fibrillengeflechten bestehen),

6. äußere perizelluläre Fibrillengeflechte (der Korbfasern) und die sie umhüllenden
7. Plasmageflechte der Korbfasern (Anastomosen haben wir hier nicht gesehen).

Dieser großartige Apparat von Gittern und Geflechten und Netzen ist die Leistung einer Zelle! Ich meine in der Tat, angesichts solcher hochkomplizierter und zweckmäßiger Differenzierungen, dass man immer mehr das Nichtssagende der „mechanischen“ Erklärungsversuche des Lebens einsehen und sich der von Driesch und anderen inaugurierten Reform unserer biologischen Anschauungen anschließen muss. Ich betone, dass ich nichts von Mystik in einer dem Kausalgesetz untergeordneten Entelechie sehe, wie das Verworn neuerdings mir unbegreiflicher Weise tut. Zwischen Driesch und Reicke ist doch ein himmelweiter Unterschied!

1) In der Interpretation der in unserer gemeinschaftlichen Arbeit als „dichotomische Teilungen“ und „Anastomosen“ charakterisierten Eigentümlichkeiten des Fibrillenverlaufes in dieser Streeke verweise ich wegen meiner Auffassung dieses Bildes auf das oben über die Differenz zwischen Bielschowsky und mir in Punkto Fibrillenverlauf Gesagte.

2) Bisweilen liegen sie in unmittelbarer Nachbarschaft der Purkinje'schen Zellen, manchmal sogar, ähnlich, wie es gelegentlich auch von echten Korbzellen beobachtet wurde, in den Körben selbst. Sie sind wahrscheinlich mit den Bechterew'schen Zellen identisch.

y Cajal und uns nachgewiesenen intrazellulären¹⁾ Fibrillengeflechte entspringen, in unseren Präparaten deutlich zur Darstellung gebracht waren.

2. Die großen Körnerzellen (Golgi-Zellen). Das wichtigste Resultat, das wir bei der Untersuchung der Golgi-Zellen erhielten, ist die Unhaltbarkeit des sogen. II. Typus Golgi's, als dessen vornehmste Repräsentanten diese Zellen immer gegolten haben. Zellen, deren Axenzylinder, kurz nachdem er den Zellkörper verlassen hat, eine Unmenge, dicht um seinen Ursprungsort herum sich verästelnde und aufsplitternde Kollateralen abgiebt, gibt es in der Körnerschicht im Bielschowsky-Präparate nicht. Wohl aber sind dort eine Unmenge markhaltiger und markloser (besonders in den Glomerulis), mannigfach sich überkreuzender und durchflechtender Fasern vorhanden, welche im Golgi-Bilde infolge des von dieser Methode beliebten Verbackens und Verklebens leicht zum Typus II Golgi's artefiziell ausgelesen und vereinigt werden.

Wir fanden die Golgi-Zellen bei den von uns untersuchten Tierarten (Mensch, *Macacus*, *Cercopithecus*, Katze) in beträchtlicher Menge. Der Zellkörper ist multipolar, eckig, manchmal mehr abgerundet oder auch spindelförmig in die Länge gezogen. Die Dendriten dringen vielfach (von den der Grenzschrift benachbarten Golgi-Zellen) tief in die Lamina molecularis und wie oben erwähnt auch in die Purkinje'schen Körbe ein. Sie teilen sich dichotomisch. Ihre parallel geordneten Fibrillensysteme verlaufen auch im Zellkörper, wie Bielschowsky hier in völliger Übereinstimmung mit mir gesehen hat, durchaus distinkt und sind, ähnlich, wie in der motorischen Vorderhornzelle, an der Randpartie entlang in benachbarte oder entlegenere Plasmafortsätze zu verfolgen. Der Neurit entspringt stets aus dem Zellkörper selbst, niemals aus einem Dendriten. Er zieht entweder zur Molekularschicht, oder aber in entgegengesetzter Richtung durch die Körnerschicht, wo wir ihn bisweilen bis in das Windungsmark verfolgen konnten. Wir konnten nie eine Spur von Kollateralen an ihm entdecken. Wir sahen Terminalnetze an den Golgi-Zellen von ganz ähnlicher Beschaffenheit, wie wir sie an den Purkinje'schen Zellen gefunden haben und beobachteten auch gröbere korbartige Geflechte in der Umgebung der Golgi-Zellen.

Von den spindelförmigen, den bipolaren Spinalganglienzellen ähnelnden Elementen der Körnerschicht können wir nur angeben, dass sie ein sehr dichtes intrazelluläres Fibrillengeflecht besitzen, und dass ihre beiden Fortsätze völlig gleiches Aussehen haben (vgl. auch Anm. 1, S. 36).

1) Mit Deutlichkeit ein intra- und perizelluläres Geflecht zu unterscheiden, ist uns bis jetzt hier nicht gelungen.

Der ungeheure Reichtum der Körnerschicht an Fasern, die in der Mehrzahl marklos sind, lässt sich in folgender Weise analysieren:

1. Axone der kleinen Körnerzellen,
2. Axone der großen Körnerzellen,
3. Axone der Purkinje'schen Zellen,
4. Fasern, die von unten die Purkinje'schen Zellen umfassen,
5. Kletterfasern,
6. Kölliker'sche Fasern, die später in der Grenzschicht tangential umbiegen,
7. Moosfasern.

Die Provenienz dieser Fasermassen ist im einzelnen schon oben genügend abgehandelt worden, soweit wir darüber Mitteilung machen konnten. Es erübrigt nur noch die Besprechung der Moosfasern.

(Schluss folgt.)

Grundzüge der vergleichenden Tierpsychologie.

Von K. C. Schneider, Wien.

(Schluss.)

Die Vorstellungen sondern sich in zwei Hauptgruppen, von denen die eine das Erfahrungsmaterial so wie es ist oder umgearbeitet durch die Einbildungskraft enthält, während die andere höhere Einheiten in sich birgt. Das Erfahrungsmaterial (Erinnerungen und Phantasievorstellungen) verdient allein die Bezeichnung Vorstellungen, die höheren Einheiten sind Ideen zu nennen: Ideen sind vierdimensionale geistige Gestalten, die an zeitlichen Umfang die ganze Lebensdauer einer Person umspannen; sie repräsentieren also das was man für gewöhnlich Individualbegriff bezeichnet. Wir sind zu vollkommener Anschauung einer Idee nicht befähigt, da wir nur gleichzeitig Gegebenes geistig scharf erfassen können; indessen ist uns vierdimensionale Anschauung doch durchaus nicht völlig fremd, wie ich bereits in meinem Zeitartikel angedeutet habe und binnen kurzem in einem Artikel über das Formproblem näher ausführen werde. Im allgemeinen hantieren wir mit Ideen sogar sehr viel. Wenn wir von einer Person oder Sache reden, ist diese gewöhnlich nicht in irgend einer momentanen Darstellung gemeint, sondern in ihrer zeitlichen Totalität. In diesem Falle ist sie realiter für uns nichts als ein erweitertes Formgebilde (siehe den erwähnten Artikel), denn sinnliche Qualitäten können an vierdimensionalem Materiale nicht vorgestellt werden.

Mittelst der Ideen ist es möglich zu den höchsten Vorstellungen zu gelangen, die wir als Idee Komplexe (z. B. Vaterland, Staat) oder als Symbole (Ehre, Schönheit, Gott u. s. w.) bezeichnen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Wolff Max

Artikel/Article: [Neue Beiträge zur Kenntnis des Neurons. 691-702](#)