

VIII.

Die Neutralzellen des centralen Nervensystems.

Von

Dr. P. Kronthal

in Berlin.

(Hierzu 5 Abbildungen.)

Einfachheit einer Vorstellung ist kein Kriterium für ihre Richtigkeit. Die Vorstellung, der periphere Nerv sei Fortsatz der Nervenzelle, ist zwar sehr einfach, aber nicht richtig. Jedes gelungene Fibrillenpräparat, namentlich nach der neuen Methode Ramon y Cajal's, lehrt dies unzweifelhaft. Man sieht die Fibrillen die Nervenzelle glatt durchsetzen. Je niedriger die Art ist, von der die Nervenzelle stammt, desto deutlicher ist dies zu beobachten. Man kann daher die Fibrillen, wenn man sie in der Peripherie wieder findet, ebenso wenig einen Fortsatz der Nervenzelle nennen, wie man einen Faden, an dessen Mitte ein Oeltropfen hängt, Fortsatz des Oeltropfens nennen kann. Faden und Oeltropfen sind heterogene Substanzen, hängen organisch ebenso wenig zusammen, wie Fibrillen und Nervenzelle. Diese hängen organisch nicht zusammen weil ihre Gemeinschaft keinen Organismus vorstellt. Wäre dies der Fall, so müssten sich an der Nervenzelle mit ihren Fibrillen Vorgänge nachweisen oder erschliessen lassen, wie sie Organismen eigenenthümlich sind. Der charakteristischste dieser Vorgänge ist Wachsthum und daraus resultirend Theilung, Vermehrung. Die Nervenzelle mit ihren Fibrillen theilt sich niemals, weder beim Embryo, noch später im Leben. Ihre Theilung ist auch ganz undenkbar. Jede Tochterzelle müsste die Hälfte der mütterlichen Fibrillen erhalten und jede Tochter-Tochterzelle ein Viertel der grossmütterlichen Fibrillen etc. Wie sollte das vor sich gehen? Die Zelle müsste sich von ihrem Körper aus bis in die äussersten sogenannten Fortsätze theilen! Denn theilten sich nicht alle sogenannten Fortsätze mit, so ginge die Verbindung der Zelle

mit der Peripherie verloren. Physiologisch widerspricht alles der Vorstellung, dass die Nervenzelle ein Organismus ist¹⁾.

Man könnte behaupten, der Vergleich zwischen Faden und Oeltropfen einerseits und Nervenzelle und Fibrillen andererseits hänge, weil offensichtlich Theile der Nervenzelle, genauer ihres Protoplasmas, die Fibrillen ein Stück begleiten. Der Vorwurf ist leicht zu widerlegen. Adhäsionserscheinungen und osmotische Vorgänge lassen bei vielen Oelen an der Grenze zwischen Oeltropfen und Faden das Oel vorfließen. Wir müssen uns das Protoplasma der Nervenzelle als zähflüssig vorstellen.

Auf rein anatomischem Wege kam ich ursprünglich zu der Ueberzeugung, dass die Nervenzelle ein Organismus nicht sei, indem ich glaubte erkennen zu müssen, sie verschmelze aus kleinen Zellen. Das Auswandern von Zellen aus den Capillaren und ihr Durchwandern der Gewebe ist unbestritten. Im centralen Nervensystem, namentlich der aus marklosen Fasern bestehenden, deshalb grauen Substanz, finden sich massenhaft feinste Capillaren; das ganze centrale Nervensystem wird von Lymphe führenden, feinen Häuten umspannt — ist es nicht eine dringende Forderung einfachster Logik, im Gehirn und Rückenmark wandernde Zellen zu erwarten? Im centralen Nervensystem finden sich massenhaft Zellen, die morphologisch und mikrochemisch den Wanderzellen gleichen — was hindert denn diese Zellen als solche anzusprechen? Nichts und gar nichts weiter als die irreführenden Bilder der unglückseligen Golgi'schen Methode. Weil diese auch an jenen Zellen sogenannte Fortsätze zeigte, schloss man, das könnten keine Leukocyten, allgemeiner gesprochen, keine Wanderzellen sein. Dabei ist es sonderbar, weshalb man eigentlich einen vermeintlichen Fortsatz als Beweis gegen die Herkunft jener Zellen aus den Wanderzellen anführte. Fibrillen und Gliafasern sind im Nervensystem überall. Umfließt die Wanderzelle Fibrillen oder Fasern, so hat sie sogenannte Fortsätze. Dass die farblose Blutzelle feine Körper umfließt, ist bekannt. Bei den guten Methoden, welche die Zellen klar lassen, nicht wie die Golgi'sche mit einer Kruste belegen, sieht man auch in jenen kleinen, den weissen Blutkörpern gleichenden Zellen theils Fibrillen, theils Gliafasern in der Zelle. Bis zum Auftauchen der Golgi'schen Methode hielten denn auch die besten Histologen (z. B. Henle, Merkel, Schwalbe) jene kleinen Zellen im Centralnervensystem für Leukocyten.

Ich möchte recht scharf betonen, dass ich den Namen „Leukocyt“ ganz allgemein für Zellen gebraucht habe, denen das Characteristicum

1) Cf. Archiv für Psych. Bd. 38.

der Wanderfähigkeit zukommt. Deshalb habe ich die Zellen, die von der Nervenzelle aufgenommen werden, in ihnen zur Auflösung kommen, auch in meinen früheren Arbeiten durchaus nicht immer Leukocyten genannt, sondern bald Wanderzellen, bald weisse Blutkörper. Um nach dieser Richtung hin alle Zweifel zu beheben und weil die in Rede stehenden Zellen, wenn sie mit einander verschmelzen, schon ihrer Form und Grösse wegen mit Leukocyten nicht mehr zu identificiren sind, werde ich in Zukunft die Zellen, die sich überall im Centralnervensystem finden und von den Nervenzellen aufgenommen resp. Gliazellen werden, Neutralzellen nennen. Dieser Name soll besagen, dass ich es ganz offen lasse, ob und wie weit diese Zellen mit den Zellbegriffen der verschiedenartigen Leukocyten, Lymphocyten, farblosen Blutkörpern, Lymphzellen, Wanderzellen zusammenfallen. Die Entscheidung hierüber ist wohl zur Zeit nicht sicher zu treffen, namentlich deshalb nicht, weil es noch nicht feststeht, in wie weit diese verschiedenen, aber sicher nahe verwandten Zellen Entwicklungsstufen derselben Zellart vorstellen. Auch können, wie schon bemerkt wurde, die Neutralzellen mit diesen Zellen nur so lange identisch sein, als sie nicht verschmelzen oder verschmolzen sind. Der Name „Neutralzelle“ bezeichne in der weissen Substanz spärlich, in der grauen überall zahlreich vorhandene, verschieden grosse, meist kleine, grosskernige, protoplasmaarme Zellen, die verschiedene, den amöboiden Zellen gleichende Form zeigen, Wanderfähigkeit haben und Material sowohl für Glia- wie für Nervenzellen sind. Dass sie Wanderfähigkeit haben und Material für Glia- wie für Nervenzellen sind, kann den Neutralzellen nicht angesehen, sondern nur aus ihren Formen und Beziehungen zu den Gefässen, resp. aus ihren Beziehungen zu den Gliafasern, Nervenfasern und Nervenzellen geschlossen werden.

Held¹⁾ versucht die falsche Frage zu entscheiden, weshalb es im Centralnervensystem keine Leukocyten gäbe. Aus unsern bisherigen Kenntnissen kann er einen Grund nicht anführen. Er findet aber einen solchen in einem von ihm entdeckten feinen Häutchen, der „Membr. limitans medullaris superficialis“, welche den His'schen Randschleier bedeckt und fortbesteht. Dieses Häutchen begleite als „Membr. limitans perivascularis“ die in das Centralnervensystem eindringenden Gefässe und habe den Wanderzellen gegenüber eine solche Gewalt, dass sie dasselbe nicht durchdringen. Da dieses Grenzhäutchen

1) Ueber den Bau der Neuroglia etc. Abhandl. der sächs. Gesellsch. der Wissensch. Bd. 49. 1904.

wie das centrale Nervensystem aus dem Ectoderm stammt, sei ein dauernder Abschluss der aus den verschiedenen Keimblättern stammenden Gewebe erreicht, indem die Leukocyten eben jenes Häutchen nicht durchbrechen können. Auch die Gefahr, dass an der Durchbruchsstelle der Nerven an der äusseren Oberflächengrenzhaut mesenchymatöse Elemente in das centrale Nervensystem einschlüpfen, wird beseitigt, indem unbekannte Gründe an den Durchbruchstellen der Nerven „eine Zurückhaltung, eine Art von Aufstauung der mesodermalen Zellelemente“ bewirken.

Wanderzellen, welche dickste Gewebe durchwandern — sie finden sich mitten im Narbengewebe — sollen ein feines Häutchen nicht durchbrechen können. Eine ganz ungemein complicirte Construction soll existiren, nur damit mesenchymatöse Elemente nicht in ectodermales Gewebe gelangen können.

Einmal ist kein Grund einzusehen, weshalb sich Gewebe, die aus verschiedenen Keimblättern stammen, nicht zu einem Gebilde vereinigen sollen; zweitens sind solche Vereinigungen zahlreich vorhanden, z. B. besteht der Zahn aus mesenchymatösen und ectodermatischen Elementen, den Darm setzt das mittlere und innere Keimblatt zusammen; drittens ist die Möglichkeit, dass Leukocyten als mesenchymatöse Elemente sich aus dem Ectoderm lösen, nicht abzulehnen. Schliesslich ist nicht zu vergessen, dass alle Keimblätter aus einem Keimblatt stammen. Die Anschauung, die Natur hätte irgend ein Interesse, Elemente verschiedener Keimblätter zum Aufbau eines Organs nicht zu verwenden, ist weder teleologisch zu rechtfertigen, noch durch Erfahrung zu vertheidigen.

Mit grossem Fleisse hat Held sehr Vieles über die Neurogliazellen aus Literatur und Beobachtung zusammengetragen. Es liesse sich noch viel mehr darüber schreiben, denn die Arten der Beziehungen zwischen Neurogliazelle und Neurogliafaser sind zahllos; die Zellen selbst bieten die verschiedenartigsten Bilder. Diese Verschiedenheit ist Folge des steten Auswanderns von Zellen aus Blut und Lymphe, der verschiedenen Wege, welche die einzelne Zelle einschlägt, der verschieden gelagerten und geformten Elemente, auf die sie stösst, sowie ihres Unterganges, dessen einzelne Stadien verschiedene Bilder geben. Die Beziehungen zwischen Zelle und Faser sind ungemein mannigfach.

Schwalbe¹⁾ spricht die Zellen der Glia als modificirte Wanderzellen an. Er hält Faser und Zelle nicht für ein biologisch einheitliches Gebilde.

1) Lehrbuch der Neurologie. 1881. S. 304.

Ranvier¹⁾ machte auch darauf aufmerksam, dass Neuroglia-Zelle und -Faser keine morphologische Einheit sind, sondern die Fasern die Zelle nur durchsetzen resp. ihr nur anliegen. Seine Stimme verhallte ziemlich ungehört. Die einfache, aber falsche Vorstellung von den Neurogliafasern als Fortsätzen der Zelle blieb bestehen.

1890 publicirte Weigert²⁾ Anschauungen gleich denen Ranvier's und betonte, dass die Neurogliafasern keine Fortsätze der Zelle sind. In seiner grossen Arbeit über die Neuroglia³⁾ schreibt er dann scharf, dass man kein Recht habe, den Neurogliazellen Fortsätze oder Ausläufer zuzusprechen, weil die Fasern von dem Protoplasma vollkommen differenzirt sind und vielfach an den Zellen vorbeilaufen. Was gegen die Auffassung von Schwalbe, Ranvier, Weigert angeführt wurde, dürfte wenig stichhaltig, so weit es sich auf Golgi'sche Krustenpräparate stützt, werthlos sein.

Aus Blut und Lymphe wandern Zellen in die Masse des centralen Nervensystems. Die Wanderzelle, welche das centrale Nervensystem betreten hat, kann als solche fortexistiren oder mit anderen ihr gleichen Zellen verschmelzen oder allein resp. verschmolzen, von Nervenfibrillen oder Gliafasern oder Nervenzellen festgehalten, zur Nervenzelle oder Gliazelle werden. Weil alle diese Möglichkeiten vorliegen, habe ich jene einzelnen oder verschmolzenen Wanderzellen Neutralzellen genannt. Die Entstehungsart erklärt die unendliche Mannigfaltigkeit der Zellformen im centralen Nervensystem zur Genüge. Wer diese Zellformen in möglichst viele Arten zu sondern und auf diesem Wege Klarheit über Bau und Leistung des Centralnervensystems zu gewinnen versucht, hat keine Aussicht auf Erfolg.

Die Frage, die zu beantworten ist, lautet: Welchen Unterschied von den in Blut und Lymphe frei beweglichen Wanderzellen müssen diejenigen zeigen, die in das centrale Nervensystem eingewandert sind, also unsere Neutralzellen? Legt man sich diese berechtigte Frage vor, so erklären sich die Bilder der Gliazelle ohne Schwierigkeiten. Will aber jemand glauben machen, dass die Wanderzellen das centrale Nervensystem nicht betreten; so genügt dazu nicht ein feines Häutchen, welches diese Zellen an der Entfaltung ihrer fundamentalsten Fähigkeit, dem Durchwandern von Geweben, hindern soll, nicht ein unbegreifliches und garnicht vorhandenes Interesse der Natur, Elemente der verschiedenen Keimblätter unvermischt zu erhalten.

1) De la névroglie. Arch. de physiologie normale et pathologique. 1883.

2) Bemerkungen über das Neurogliagerüst etc. Anat. Anz.

3) Beiträge zur Kenntniss der menschlichen Neuroglia. 1895.

Jede anatomische wie physiologische Betrachtung und Darstellung des centralen Nervensystems, die von der Nervenzelle und Gliazelle ausgeht, geräth in Sackgassen und in Mystik, während jede Darstellung, die mit den Nervenfasern und Gliafasern einsetzt und die Zellen als das ansieht, was sie sind, als etwas secundär Hinzukommendes, Bau und Function des Nervensystems klar erkennen lässt. Es ist dies kein Zufall, sondern tief begründet in der Ontogenese. Zuerst tritt in der Thierreihe (in der Neuromuskelzelle) die Nervenfaser auf, dann kommt erst die Nervenzelle hinzu. Wie quält sich Held, um Klarheit über den Bau des Gliasystems zu gewinnen! Wer aber könnte aus seinen Darstellungen sich ein klares Bild von diesem Bau machen? Sieht man die Gliafasern als das an, was sie sind, als das Gegebene, und die Gliazelle als das secundär Hinzukommende, dann werden die verschiedenartigsten Beziehungen zwischen Zelle und Faser verständlich, dann lohnt es sich nicht, diese Beziehungen in Arten zu trennen, im Einzelnen beschreiben zu wollen. Das Princip dieser Beziehungen ist einheitlich, die Art von vielerlei Zufälligkeiten abhängig.

Weiter habe ich behauptet und durch Bilder zu belegen versucht¹⁾: Die kleinen Zellen verschmelzen. Nachdem ich dieses Verschmelzen wiederum lediglich durch Deutung anatomischer Bilder behauptet hatte, wurde es mir später zum logischen Postulat. Da aus anatomischen und physiologischen Gründen erkannt wurde, dass die Nervenzelle kein Organismus ist, durfte sie weiterhin nicht als biologisches, sondern als rein physikalisches Ding betrachtet werden. Als solches ist die Nervenzelle eine zähflüssige Masse. Derartige Massen, in Berührung gebracht, verschmelzen zu einer Masse.

Die grossen Zellen des Centralnervensystems zeigen schollige Chromatinmassen innerhalb des Protoplasmas, Zellkerne von verschiedener Grösse, nicht selten in Mehrzahl. Indem ich auf der deductiv durchaus sicher begründeten Ansicht fusste, nach der die Nervenzellen als tote Zellen zu betrachten sind, deutete ich die Bilder der grossen Zellen nach den gleichen Gesetzen wie die der kleinen. Zellen und mit ihnen Kerne dringen in das Protoplasma der grossen Zellen ein und kommen in ihm zur Auflösung. Deshalb finden sich die Chromatinschollen im Protoplasma der grossen Zellen. Kein Mensch kann der grossen Nervenzelle ansehen, dass sie aus den Neutralzellen stammt. Es ist auch unmöglich der Niere anzusehen, dass sie aus dem mittleren Keimblatt stammt. Das eine wie das andere ist nur zu erschliessen. Die Anatomie liefert Bilder. Ihre Herkunft zu erkennen,

1) cf. Von der Nervenzelle. Jena 1902.

das Werden aus anatomischen Bildern zu begreifen, ist Sache der Deduction. Ich sehe zur Zeit keine Möglichkeit, das Entstehen der Nervenzelle aus den Neutralzellen zu beobachten. Es lässt sich nur erschliessen. Die Schlüsse sind sicher, wenn sie einerseits sich auf anerkannte Erfahrungen stützen und wenn andererseits die zur Beobachtung stehenden Bilder in lückenloser Reihe das Werden verstehen lassen. Beide Bedingungen scheinen rücksichtlich des Entstehens der Nervenzelle aus Neutralzellen erfüllt. Die beiden anerkannten Erfahrungen lauten: Wanderzellen durchziehen die Gewebe; in der grauen Substanz finden sich sehr feine Fibrillen. Die Bilderreihe stellt dar: Wanderzellen im Gefäss, in der Gefässwand, in der grauen Substanz (Neutralzelle); verschmelzende Neutralzellen; Zelle von der doppelten und mehrfachen Grösse der kleinen Neutralzelle; kleine Zellen in diesen Zellen; Fibrillen in den Zellen. Wenn obenein alle Erfahrungen aus Physiologie, Pathologie und pathologischer Anatomie sich durch ein derartiges anorganisches Entstehen der Nervenzelle einheitlicher und widerspruchsfreier erklären lassen als durch die Annahme einer biologischen Entstehung, als durch die Annahme, die Nervenzelle sei ein Organismus, so dürfte die Deduction aus den anatomischen Bildern reichlich gestützt sein. Die Nervenzelle entsteht nicht biologisch, weil sie nicht durch Theilung einer Zelle entsteht — ich komme auf diesen Punkt gleich zurück —; die Nervenzelle ist kein Organismus, weil sie nicht organisch entsteht, weil sich keinerlei Lebensäusserungen an ihr nachweisen lassen¹⁾.

Will man die embryonalen Zellen, die am Lumen des Medullarrohrs liegen, Nervenzellen nennen, so muss man sich darüber klar sein, dass man die Zellen nicht durch irgend eine Eigenschaft charakterisirt, nach irgend einer Eigenschaft benennt, sondern lediglich nach dem Ort, an dem sie liegen und nach der Erfahrung, dass aus ihren Abkömmlingen Nervenzellen werden. Logisch wäre es, nur die Zelle Nervenzelle zu nennen, die durch Nervenfasern mit somatischen Zellen in Verbindung steht. Nervenfasern giebt's am Rande des Medullarrohrs nicht. Nennt man die Zellen am Rande des Medullarrohrs Nervenzellen, so stammen die späteren embryonalen Nervenzellen von Nervenzellen ab; denn alle Theilungen gehen am Rande des Medullarrohrs vor sich. Definirt man die Nervenzelle durch ihre Nerven - Fadenverbindungen mit somatischen Zellen, so kann man die Zellen am Rande des Medullarrohrs nicht Nervenzellen nennen, sondern erst die rückwärts in's Mark

1) cf. Neurol. Centralblatt. 1903. No. 4. 1904. No. 4. Arch. f. Psych. Bd. 38.

gelangten Zellen; diese stossen dort erst auf Nervenfasern. Ob man die embryonalen Mutterzellen für die Nervenzelle auch als Nervenzellen bezeichnet oder diesen Namen nur ihren Abkömmlingen zuerkennt, hängt also ganz allein davon ab, wie man den Begriff „Nervenzelle“ definirt.

Wer die oben angeführten zwei Erfahrungen, auf denen unsere Schlüsse basiren, nicht zugiebt, mit dem zu discutiren ist ebenso überflüssig, wie mit jemandem, der die Richtigkeit unserer Bilder bestreitet. Jede Verständigung in der Naturwissenschaft ist nur möglich, wenn man sich über gewisse Vorbedingungen geeinigt hat, wenn man gewisse Sinneseindrücke anerkennt. Dann erst kann eine Discussion einsetzen. Diese Discussion kann sich dann nur auf die Deutung der Bilder beziehen. Die zwei Erfahrungen wird wohl niemand bestreiten, die Bilder wird wohl jeder anerkennen; sie bieten nichts Neues. Wer sich somit den Anschauungen nicht anschliesst, muss die Deutung anfechten. Wir erkennen diejenige Deutung an, die am logischsten, die frei von Widersprüchen ist. Wer die beiden Erfahrungen, auf denen unsere Schlüsse basiren, zugiebt und wer die Richtigkeit der Bilder anerkennt, der wird wohl gleich uns schliessen.

Da die Nervenfibrillen nicht alle das centrale Nervensystem durchziehen, sondern zum Theil dort in mannigfachem, baum- und geflechtartigem Geäst enden, finden wir Nervenzellen, die von derartigen Formen umgriffen werden oder in deren Innern sich derartige Formen zeigen.

Die Nervenzelle ist ein toter Körper. Deshalb zerfällt sie. Die Grenzen zwischen Kern und Protoplasma schwinden und schliesslich bleibt nichts von ihr übrig, als ein paar Schollen. Diese werden resorbiert. So kommt es, dass man bei starken Vergrösserungen stets Gewebs-Trümmer im Gewebe des centralen Nervensystems findet. Um sich hiervon, wie auch von der fast regelmässig mangelnden allseitigen scharfen Grenze zwischen Kern und Protoplasma zu überzeugen, ist es nothwendig, Serien von grosser Feinheit ($1,5-2\ \mu$) zu schneiden. Thut man dies nicht, so ist man nicht berechtigt, eine scheinbare Gewebs-scholle als solche anzusprechen. Sie kann Ecke eines Körpers sein. Schneidet man nicht in Serien und beobachtet man nicht eine identische Zelle in den verschiedenen Schnitten, so kann man kein Urtheil darüber abgeben, ob die Kerngrenzen überall scharf sind, auch nicht darüber, ob eine kleine Zelle innerhalb des Protoplasmas einer grossen liegt.

Der erste Repräsentant eines Nervensystems ist die Neuro-Muskelle. Ein sensibler Apparat und ein motorischer sind durch eine reizleitende Faser, die Nervenfasern, verbunden. Dies ist die anatomisch

nachweisbare Nerveneinheit. Werden mehrere Neuro-Muskelzellen zusammengefügt, so finden sie sich entweder derart bei einander, dass sie räumlich für sich abgegrenzt sind oder dass die den sensiblen mit dem motorischen Apparat verbindenden Fasern räumlich zusammengefasst werden. Diese Fasern passiren dann gemeinsam eingeschobene Zellen, die Nervenzellen. Sind keine Nervenzellen vorhanden, so reagiren nur die motorischen Theile derjenigen Zellen, deren sensibler Theil erregt wurde; sind Nervenzellen vorhanden, so reagiren auch motorische Theile der nicht direct erregten Zellen. Jede Nervenzelle ist ein Centralapparat, der passiv die Erregung einer sie durchziehenden Faser auf alle sie durchziehenden Fasern überträgt. Sind die Fasern zu Massen zusammengepackt, so nennen wir sie ein centrales Nervensystem. Aus der ursprünglichen Neuro-Muskelzelle sind drei Zellen geworden, eine sensible, eine motorische und eine dritte, die verbindende Nervenfasern, welche die Erregungen von dem sensiblen zum motorischen Apparat leitet. Ob diese Faser wirklich als Zelleinheit anzusprechen ist, ob Theile von ihr biologisch zur sensiblen resp. motorischen Zelle zu rechnen sind, ob sie mitsammt den Nervenendapparaten als biologische Einheit anzusprechen sind, ob die Endapparate und die Nervenfasern verschiedene Einheiten sind, ob die Auffassung vom Nerven als Syncytium zu Recht besteht, darüber ist zur Zeit ein sicheres Urtheil für alle Fälle wohl nicht möglich. Schliesslich wollen wir auch nicht vergessen: Unsere Vorstellung, nach der die Zelle die Lebensinheit sei und es ausserhalb der Zelle Leben nicht gäbe, ist eine Vorstellung, die steht und fällt mit der Definition des Begriffes Leben. Eine solche giebt es zur Zeit nicht. Wir thun sehr gut daran, vorläufig an dem Axiom festzuhalten: Die Zelle ist der Elementarorganismus. Es will aber scheinen als ob spätere Zeiten, von freierer Warte aus, den Lebensbegriff an keinerlei körperliche Vorstellungen binden werden.

Das Nervensystem ist nichts als eine reizleitende Verbindungsconstruction zwischen den Elementarorganismen¹⁾. So kommt es, dass das Metazoon, dessen Zellen reizleitend verbunden sind, auf Reize reagirt, die eine seiner Zellen treffen. Die Verbindungsconstruction wird im Einzelnen verschieden construirt sein. Während diese Construction für das centrale Nervensystem der hochstehenden Vertebraten klar ist, weiss ich nicht, wie die spinalen, die sympathischen Zellen technisch an ihr theilhaftig sind.

Es ergänzen sich natürlich nicht alle Nervenzellen aus Neutralzellen, bezw. Wanderzellen. Es giebt Thiere ohne Wanderzellen, ohne Kreislauf, aber

1) Beweis s. Berliner klin. Wochenschr. 1904. No. 50. 51.

mit Nervenzellen. Hier wie stets leistet die Nervenzelle nichts weiter, als dass sie die Isolirung der sie durchheilenden Fasern aufhebt. Diese ihre Leistung lässt sich einfach und klar beweisen. Erregen wir sensible Endapparate bei einem hoch stehenden Metazoon, so wird die Erregung durch die Nervenfasern fortgeleitet und motorische Zellen contrahiren sich. Durchschneiden wir die von dem sensiblen Apparat fortleitenden Fäden vor ihrem Eintritt in das Rückenmark, also die hinteren Wurzeln, so findet nach Erregung des sensiblen Apparates keine Contraction statt. Die Nervenfasern müssen also zwischen dem sensiblen Apparat und dem Rückenmark isolirt sein. Anderenfalls müssten sich die Muskeln contrahiren, die den Fäden in ihrem Verlauf zwischen sensiblen Apparat und Rückenmark anliegen. Durchschneidet man die Nervenfasern in ihrem Verlauf zwischen Rückenmark und den motorischen Apparaten, also z. B. die vorderen Wurzeln, und reizt diese Fasern, so contrahiren sich nur die motorischen Zellen, zu denen diese Fasern gehören, nicht irgend welche ihnen anliegende motorische Zellgruppen. Die Fasern sind also auch zwischen Rückenmark und den motorischen Apparaten isolirt. Da am unverletzten Metazoon nach Erregung eines sensiblen Apparates sich viele Muskelzellen contrahiren, da weiter die Leitungen ausserhalb des Rückenmarks isolirt sind, muss innerhalb des Rückenmarks die Isolirung der Fasern aufgehoben; ihr Erregungszustand auf viele Fasern übertragen werden. Der Erregungszustand wird aber nicht auf alle, sondern nur auf etliche Fasern übertragen, denn es contrahiren sich nach Erregung eines sensiblen Apparates nicht alle, sondern nur etliche Muskeln. Die weisse Substanz des Rückenmarks ist nichts als eine Masse von zusammengepackten Nervenfasern, die im Wesentlichen den peripheren Nerven gleichen. In ihr kann die Isolirung der Fasern nicht aufgehoben sein, um so weniger als wenn sie in ihr aufgehoben wäre, nach Erregung eines sensiblen Apparates sich alle Muskeln contrahiren würden. Zu dieser Annahme zwingt die offensichtliche Gleichheit der Bedingungen, unter denen die Fasern innerhalb der weissen Substanz stehen. Im Uebrigen lehren Reizungsversuche der weissen Substanz, dass innerhalb derselben die Fasern isolirt sind, denn es contrahiren sich nach derartigen Reizversuchen stets nur umschriebene Muskelgruppen. Die Erregung pflanzt sich also nicht durch die weisse Substanz fort. Als Ort, an dem die Isolirung der Fasern aufgehoben ist, bleibt somit nur die graue Substanz übrig. Aber auch in ihr kann nicht überall die Isolirung aufgehoben sein, sonst müsste jede Erregung der grauen Substanz sich durch die ganze Substanz fortpflanzen, alle Muskeln zur Contraction bringen. Dies ist nicht der Fall. Es muss also in der grauen Sub-

stanz Orte geben, an denen die Isolirung nur zwischen etlichen Fasern aufgehoben ist. Wir finden in der grauen Substanz Zellen, deren jede von etlichen Fasern durchzogen wird. So sind wir per exclusionem zwingend auf diese Zellen als die Orte hingeführt, an denen die Isolirung der Fasern aufgehoben ist¹⁾.

Bei der ziemlich allgemeinen, meist stillschweigenden Ablehnung, die meine Anschauungen bisher erfahren haben, lag mir der Gedanke nahe, ich könnte mich in meinen Beobachtungen geirrt haben. Nach abermaliger Durchsicht meiner Präparate weise ich dies ab, umso mehr als diese Präparate gar nichts Neues zeigen, sondern alle an ihnen zu beobachtenden Bilder mit anderen Methoden schon vielfach, allerdings weniger klar gesehen und publicirt wurden. Ein Irrthum konnte somit nur in der Deutung möglich sein. Auch zu diesem kann ich mich nicht bekennen. Der Grund, weshalb meine Anschauungen von den Anatomen, Physiologen, Psychiatern so schwer angenommen werden, ist klar. Die Vorstellung, die Nervenzelle leiste die Seele und die Seele sitze im Gehirn, ist durch Jahrhunderte gepflegt und ausgebildet. Deshalb musste die Nervenzelle als Organismus angesehen werden. Irrthum ist auf Irrthum gehäuft worden, weil die Basis der Beobachtungen willkürlich und falsch war. Zum Beispiel soll es Substanzen geben, wie Chloroform, Morphinum, Alkohol, Aether etc., die auf die Nervenzelle erregend und lähmend wirken; jeder Versuch mit Protozoen, jeder Versuch mit vom Nervensystem isolirten und lebenden Stücken eines Metazoon, wie ein isolirter Froschschenkel, lehrt, dass diese Substanzen nicht auf das Nervensystem wirken, denn die Protozoen, die gar kein Nervensystem haben, wie jene isolirten Theile, verhalten sich den betreffenden Substanzen gegenüber genau so wie Organismen mit Nervensystem. Weiter beweist die Erfahrung, nach der die Effecte bei elektrischer Reizung der aus Zellen und Fasern bestehenden grauen Substanz gleiche sind wie bei Reizung peripherer Nerven oder der weissen Substanz, also nur von Fasern, dass diese Effecte auf Faserreizung, nicht auf Zellreizung zurückzuführen sind. Die Annahme, Psyche sei Leistung des Gehirns, verblendete derart, dass man, trotzdem unzählige genaueste Untersuchungen von Gehirnen Geisteskranker negative Resultate gaben, unentwegt an der gewohnten Annahme festhielt. Ja, nicht einmal die garnicht seltene Erfahrung, nach der anatomisch deutliche Erkrankungen, sowie Verletzungen des Gehirns ohne Psychose verlaufen, konnte die Annahme vom Sitz der Psyche im Gehirn erschüttern. Und un-

1) Eine andere Beweisführung siehe Berliner klin. Wochenschr. 1904. No. 50. 51.

beirrt durch Logik beweist mancher Forscher gleich eingehend, dass Protozoen Seele haben und dass die Seele im Gehirn sitzt.

Die Golgi'sche Methode hatte ihren grossen Erfolg, nicht weil man ihr besonders getraut hätte, sondern weil sie die uralte Anschauung von der subalternen Construction des Metazoon, von der Direction der Nervenzelle über die anderen Zellen anatomisch zu stützen geeignet schien. Allerdings haben zu allen Zeiten manche und nicht die schlechtesten Denker und Naturforscher diese Anschauung für unbegründet und falsch erklärt. Die Einfachheit aber der alten Vorstellung liess die grosse Menge auf ihre Stimme nicht hören.

Es wiederholt sich hier dasselbe, was man bei den Anschauungen über die Entwicklungsgeschichte des peripheren Nervensystems beobachten kann. Die Vorstellung, nach der die centrale Nervenzelle zu einem langen Schwanz, dem peripheren Nerven auswächst, ist sehr einfach. Sie wurde von den meisten Lehrbüchern acceptirt. Das Auswachsen der Nervenzelle hat nie ein Mensch gesehen. Gegentheilige Anschauungen, obwohl von berühmten Autoren ausgesprochen und durch Präparate belegt, gewannen nicht viel Boden. Es ist hochinteressant zu verfolgen, wie die schwarzen Krustenbilder Golgi's die hervorragendsten Forscher, einen Kölliker, His die Anschauungen ihres Mannesalters verleugnen liessen. In einer jüngst erschienenen Arbeit weist dies Osk. Schultze¹⁾ nach. Während Kölliker und His bis in die 1880er Jahre hinein auf Grund von Präparaten behaupteten, der periphere Nerv entstünde aus Zellketten, lassen sie dann plötzlich die Nerven aus der Nervenzelle hervowachsen. Schultze schliesst sich Dohrn, Balfour, Beard an und hält die Nervenfasern für syncytiell entstanden. Schon Th. Schwann sprach die Nervenfasern als ein Syncytium an. Für die kettenartig aneinandergereihten Zellen, durch deren syncytiale Verschmelzung der Nerv entsteht, gebraucht Schultze leider den Ausdruck „Neuroblast“. Es ist dies bedauerlich, weil es leicht zu Verwechslungen führen kann, indem das, was man bisher mit His „Neuroblast“ nannte, etwas ganz anderes ist. Die sog. Schwannschen Zellen erklärt Schultze als die Kerne seiner Neuroblasten mit umgebendem Protoplasma. Der Neuroblast Schultze's ist identisch mit Apathy's „Nervenspindel“. Schultze schreibt zusammenfassend: ²⁾ „Die Theorie des Auswachsens der Fasern vom Centrum nach der Peripherie wird durch keine einwandsfreie Beobachtung gestützt, vielmehr

1) Beiträge zur Histogenese des Nervensystems. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 66.

2) l. c. S. 107.

ergiebt sich, dass die Nervenfasern an Ort und Stelle aus in loco gebildeten Zellen hervorgehen.“ Die periphere Nervenfaser ist „eine Vielheit von Zellen oder ein aus typischen Neuroblasten hervorgehendes Syncytium, das nicht etwa durch secundäre Verschmelzung von Zellen, sondern durch continuirliche Erhaltung intercellulärer Verbindungen nach vorausgegangener mitotischer Kerntheilung entsteht“.

Im Gegensatz zu Köl liker, His, hat Hensen sein Leben lang an seiner Ansicht unbeirrt festgehalten, die Endapparate müssten von Beginn ihrer Sonderung an stets durch Nervenfasern miteinander in Verbindung bleiben; die Nerven entstünden, indem Anfangs- und Endzelle sich nicht vollkommen trennen. Vor kurzer Zeit hat er noch einmal seine 40 jährigen Beobachtungen und Anschauungen zusammengefasst¹⁾. Ein Auswachsen der Nervenfasern mit einem freien Ende könne es nicht geben, weil es ein Wunder wäre, wenn der Nerv an den richtigen Endapparat gelangte. Die Annahme dieses Wachsthum s der Nerven sei keine Erklärung, sondern ein „noli me tangere“ für die Forschung. Faserige Verbindung zwischen den Zellen der Urwirbelplatte, der Anlage der quergestreiften Muskeln einerseits und den Zellen des Rückenmarks andererseits sei stets nachzuweisen. Diese Fasern oder Urnervenbahnen werden zur Nervenbildung benutzt resp. wandeln sich partiell in Nerven um. Verbindungen zwischen den Zellen der Medulla und den Epidermiszellen, so weit sie in der Nähe des Rückenmarks liegen, sind auch zu sehen, und zwar sehr deutlich zwischen Medulla und der sich einstülpenden Labyrinthblase. Hensen führt die Lehre an der Hand seiner Präparate im Einzelnen aus. Wenn er, resignirt, für seine Anschauungen nicht auf die Unterstützung älterer Forscher, aber auf Anerkennung bei den jüngeren hofft, so wird diese Hoffnung den trefflichen Anatomen und Physiologen sicher nicht trügen. Der Glaube an das freie Auswachsen der Nerven aus den Nervenzellen verliert mehr und mehr Anhänger.

So hat in neuerer Zeit Braus²⁾ durch schöne Experimente bewiesen, dass sich die peripheren Nerven an den Orten bilden, an denen sie liegen. Braus verpflanzte die frühe, knospenartige Extremitätenanlage von Bombinator-Larven auf Larven derselben Art, und zwar zu einer Zeit, in welcher von einem differenzirten Nervensystem noch nichts vorhanden ist. Es bildete sich in den implantirten Gliedern ein

1) Hensen, Victor, Die Entwicklungsmechanik der Nervenbahnen etc. Kiel u. Leipzig. 1903.

2) Braus, Experimentelle Beiträge zur Frage nach der Entwicklung peripherer Nerven. Anatom. Anzeiger. Bd. 26. H. 17 u. 18.

vollständiges Nervensystem, das in gewöhnlicher normaler Art in Verbindung mit dem übrigen Nervensystem des Thieres steht. Durch Versuchsbedingungen, verschiedenartig rücksichtlich des Zustandes der überpflanzten Extremität zur Zeit der Ueberpflanzung, rücksichtlich des Zustandes, namentlich des Nervensystems des Thieres, auf das transplantiert wurde, rücksichtlich des Ortes, an den überpflanzt wurde, gelang Braus der, wie mir scheint, sichere Nachweis, dass die Nerven in den transplantierten Extremitäten selbst entstehen, nicht als Fortsätze aus den Nervenzellen auswachsen.

Harrison¹⁾ glaubt experimentell bewiesen zu haben, dass die Schwann'schen Zellen mit der Bildung des Axencylinders nichts zu thun haben, weil, wenn man beim Embryo die Leiste, aus der diese Zellen vorrücken, fortschneidet, sich in der Peripherie nackte Fasern finden. Deshalb müssten die Nervenfasern aus der Nervenzelle stammen. Der Schluss ist falsch. Wenn die Nerven nicht aus den Schwann'schen Zellen stammen, brauchen sie dennoch nicht aus der Ganglienzelle herauszuwachsen. Ob Apathy mit Hensen, Sedgwick Recht hat, wenn er annimmt, die Primitivfibrillen entstehen aus Umbildung protoplasmatischer Interellularbrücken, welche die Zellen von der ersten Theilung an miteinander verbinden, ob die Anschauungen von Dohrn, Balfour, Beard, Schultze, des jungen Kölliker und His richtig sind, nach der die Nerven sich aus Zellketten syncytial bilden, sicher ist: Die peripheren Nerven entstehen, wo sie liegen. Ich glaubte stets, die Primitivfibrillen müssten entstehen, wo sie liegen, weil mir jede Vorstellung dafür fehlt, wie sie von einem Punkte aus wachsend auf grossen Umwegen und Umlagerungen in Geflechten und Zellen zu ihrem weit entfernten Ziele kommen sollten. Sie müssen mit den Geweben wachsen, nicht in die Gewebe hinein. Die Nervenzelle hat mit der Bildung der Nervenfaser nichts zu thun. Undifferenzierte Zellen, die Keimzelle resp. Neutralzelle, umfliessen die Fasern und werden so Nervenzellen.

Wenn Harrison weiter mittheilt, dass die Rohon-Beard'schen Hinterzellen des Froschembryo frühzeitig Protoplasmafortsätze entsenden, die sich allmählig unter der Haut „zu Nervenfasern ausdehnen“, so bleibt die Frage offen, ob diese Protoplasmafortsätze Fibrillen enthalten (die Arbeit hat keine Abbildungen). Harrison wird wohl wie alle modernen Forscher als die die Erregung leitenden Theile des Nerven die Fibrillen und nicht andere Theile der Faser ansehen. Enthalten die genannten

1) Neue Versuche und Beobachtungen über die Entwicklung der peripheren Nerven. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1904.

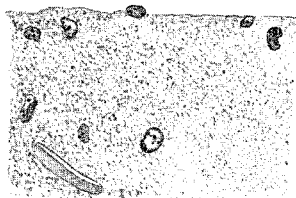
Protoplasmafortsätze Fibrillen, so sind die Fortsätze für die Function des Nervensystems belanglos und die Fibrillen nicht Fortsätze der Zelle, weil sie nicht organischer Theil der Zelle sind, sondern die Zelle nur durchziehen. Enthalten die Protoplasmafortsätze keine Fibrillen, sondern treten sie mit den peripheren Fibrillen in Verbindung, so ständen wir hier einer erstaunlichen, absolut neuen Beobachtung gegenüber. Denn überall in der Thierwelt, wo eine Nervenzelle und periphere Nerven nachweisbar sind, finden sich in diesen wie in jenen die Fibrillen. Sollte Harrison bei der Fixation und Färbung seiner Präparate nicht Fibrillenmethoden angewendet haben, so wäre es durchaus nothwendig, von Neuem mit solchen Methoden zu untersuchen.

Genau die gleichen Gründe, denen die entwicklungsgeschichtlichen Anschauungen von His und die Golgi'sche Methode ihre verbreitete Anhängerschaft verdankten, führte dem von Waldeyer construirten Neuron viele Anhänger zu. Die Vorstellung vom Neuron, der aus Nervenzelle, Nervenfasern und somatischer Zelle bestehenden Einheit, entsprach ausgezeichnet der alten und falschen Vorstellung vom Sitz der Seele im Gehirn resp. den Nervenzellen. Im Gegensatz zu der aus sensiblen Apparaten, Nervenfasern, motorischem Apparat bestehenden Neuro-Muskelzelle, die realiter existirt und aus deren Einheit oder Vielheit die ganze mit Nervensystem versehene Thierwelt aufgebaut nachweisbar ist, wird das Neuron als Lebenseinheit nie gesehen. Es existirt eben nicht. Der Vater dieser hypothetischen Lebenseinheit sah seines Geistes Kind schweren Angriffen ausgesetzt. Seit langen Jahren schweigt er zu diesen, weil er wohl erkannt hat, dass mit dem unzweifelhaft gelungenen Nachweis des glatten Durchtritts der Fibrillen durch die Nervenzelle die Vorstellung vom Neuron nicht mehr aufrecht zu erhalten ist. Passiren die Fibrillen die Nervenzelle, so sind die peripheren Nerven eben nicht Fortsätze dieser Zellen. Wie schwer es ist, sich über diese unweigerliche Consequenz fortsetzen zu wollen, beweisen die vielen Rettungsversuche Fremder an dem verlassenem Kind. Das Neuron ist nicht zu retten. Es war eine bequeme Hypothese. Sie brach unter neuer naturwissenschaftlicher Erkenntniss zusammen. Die Seele aber sitzt ebenso wenig in der Nervenzelle oder sonst wo, wie das Feuer in der Kohle oder sonst wo sitzt, und auf den Nervenfasern laufen keine Meldungen oder Befehle entlang; durch periphere und centrale Nervenfasern und Nervenzellen läuft nichts als Erregungen.¹⁾ Die Seele ist kein Ding, sondern ein Geschehen, wie das Feuer kein Ding, sondern ein Geschehen ist.

1) cfr. Kronthal, Metaphysik in der Psychiatrie. Jena 1905.

Bei erneuter Durchsicht meiner Präparate fiel mir auf, wie verhältnissmässig oft man Wanderzellen findet, die halb im Gefäss, halb im Gewebe resp. halb im pialen Raum, halb im Gewebe stecken. Ich gebe einige derartige Bilder und bemerke bezüglich derselben, dass alle Zellen, sowie die Gefässe und Piazüge naturgetreu, die Grundgewebe aber schematisch dargestellt sind.

Figur 1 zeigt einen Schnitt aus der grauen Rinde der Katze, bei einer Vergrösserung von 410. Man sieht eine Zelle der Oberfläche aufliegen. Es ist unmöglich, das Verhältniss der Zelle zu dem pialen Ueberzug klar zu erkennen, weil man nicht sehen kann, ob sie das



Figur 1.

Piahäutchen durchbrochen oder nur vor sich hergeschoben hat. Jedenfalls liegt die Zelle mit etwa schon einem Viertel ihres Körpers im Gewebe. Diese Zelle gleicht etlichen ganz im Gewebe liegenden nach ihren färberischen Reactionen vollkommen. Erinnern wir uns, dass weisse Blutzellen morphologisch Bilder aufweisen, wie sie die Zelle an der Oberfläche des Präparats zeigt, wie sie etliche Zellen im Präparat zeigen, dass ferner Lymphzellen in den pialen Räumen massenhaft vorhanden sind, dass schliesslich die farblosen Blutkörper, die Lymphzellen, in Gewebe einwandern, so dürfte die Deutung, nach der jene oberflächlich liegende Zelle eine einwandernde Zelle ist, ausreichend gestützt sein.

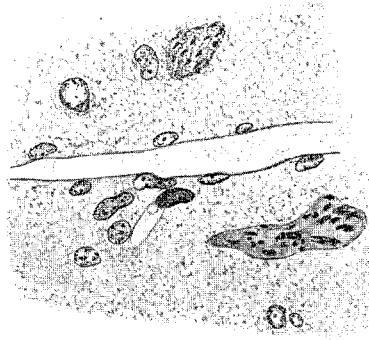


Figur 2.

Auf Figur 2 ist ein Theil der weissen Randzone aus einem Rückenmarksschnitt einer Ratte 255 mal vergrössert dargestellt. Die erste

Zelle von links steckt ganz deutlich zur Hälfte im pialen Raum, zur Hälfte im Gewebe. Da die Zelle im Gegensatz zu der auf Figur 1 hell ist, lässt sie erkennen, dass der piale Ueberzug nicht unter ihr fortzieht. Ihr gleiche Zellen sind vielfach im Gewebe des Rückenmarks.

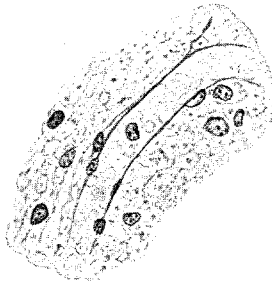
Figur 3 stellt bei 555facher Vergrößerung ein kleines Gefäß nebst umgebendem Gewebe aus dem Vorderhorn eines Kaninchen-



Figur 3.

Rückenmarkes vor. Man sieht dem Gefäß eine Anzahl von Zellen ganz eng anliegen, eine von ihnen, die zweite von links, an der unteren Gefäßwand, scheint mit einer kleinen Partie noch im Gefäß selbst zu liegen. Sicher lässt sich dies nicht sagen, weil Zellgrenze und Gefäßwand nicht scharf gesondert zu erkennen sind.

Figur 4 ist eine Stelle aus der weissen Substanz eines Hundeurückenmarks, 410 mal vergrößert. Ein feines Gefäß ist mit rothen

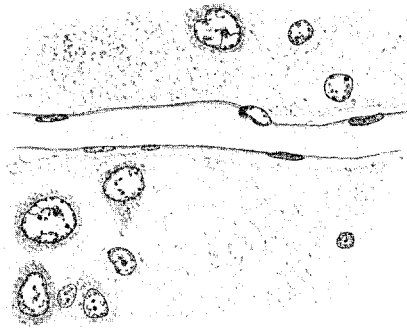


Figur 4.

Blutzellen angefüllt. Inmitten derselben findet sich eine weisse Blutzelle. In der rechten Gefäßwand sieht man eine der spindelförmigen

Wandzellen. Unterhalb derselben scheint eine dem weissen Blutkörperchen gleiche Zelle die Gefässwand zu durchbrechen, doch ist dies nicht ganz klar, weil das Gefäss in dieser Gegend offenbar aus der Schnittebene abbiegt. Die linke Gefässwand wird sicher von einer Zelle durchbrochen. Eine dieser ganz gleiche liegt dicht oberhalb, neben ihr, ausserhalb des Gefässes. Zellen im Gewebe, sowie Zellen in resp. an der Gefässwand, gleichen den Zellen im Gefäss.

Figur 5 zeigt ein Gefäss nebst Umgebung aus der grauen Substanz der Hinterhörner eines Hunderückenmarks. Vergrösserung 555. Man



Figur 5.

sieht die spindelförmigen Wandzellen resp. deren Kerne, und in der oberen Wand eine grössere Zelle, welche die Continuität der Wand unterbricht. Diese Zelle gleicht Zellen, die sich im Gewebe finden.

Wenn die centralen Nervenzellen aus den Neutralzellen, diese aus Wanderzellen entstehen, muss man Fremdkörper in ihnen finden, die man dem Thier einverleibt hat, sofern dieselben von den weissen Blutkörpern resp. Lymphzellen aufgenommen werden. Wenn ich z. B. einem Frosche Farbstoffe in den Rückenlymphsack spritze, so müssen sie sich in den Neutralzellen und Nervenzellen finden, falls die Lymphzellen die Farbstoffe aufnehmen. Bei der Auswahl der Farbstoffe ist zu beachten, dass sie lichtdurchlässig, nicht schwarz, in neutralen bis schwach alkalischen Flüssigkeiten nicht oder wenig löslich, sodann nicht zu grobkörnig sein dürfen, schliesslich, dass sie durch einen bestimmten Contrastfarbstoff nicht verändert werden. Sie müssen lichtdurchlässig sein, weil sie sonst im durchfallenden Licht des Mikroskops schwarz erscheinen, sie dürfen nicht schwarz sein, um Verwechslungen mit Pigment, das sich beim Frosch im Nervensystem überall findet, zu vermeiden; sie sollen in al-

kalischen und neutralen Flüssigkeiten wenig oder garnicht löslich sein, weil sie, mit Wasser resp. isotonen Lösungen eingespritzt und ins Blut gelangt, weder mit diesem noch mit jenen Lösungen und in Folge davon Gewebefärbungen geben sollen; sie dürfen nicht zu grobkörnig sein, damit sie von den wandernden Zellen aufgenommen werden können; sie müssen von einem Contrastfarbstoff nicht in ihrer Farbe verändert werden, weil man an gefärbten Schnitten sich viel schneller und sicherer über die Lage der Körper orientiren kann, als an ungefärbten. Alle diese Bedürfnisse erfüllt das Neu-Victoriablau B (Beyer, Elberfeld), ein blauer, in wässrigen Lösungen irisirender Farbstoff. Man zerreibt ihn am besten im Porzellanmörser noch feiner, als er in den Handel kommt. Das Neu-Victoriablau B ist in Wasser in sehr geringer Menge löslich. Man bereitet sich also eine stark übersättigte Lösung. Schon eine 1 proc. Lösung ist stark übersättigt. Zur Nachfärbung benutzte ich Eosin, durch welches die blaue Farbe unseres Farbstoffs nicht verändert wird.

Man spritze dem Frosch mittelst der Pravaz'schen Spritze etwa $\frac{1}{4}$ ccm der übersättigten wässrigen Farblösung in den Rückenlymphraum, tödte ihn nach 24 Stunden, härte, schneide und färbe das Centralnervensystem. Neutralzellen, sowie Nervenzellen mit einem blauen Farbstoffkorn sind recht spärlich. Diese Seltenheit des Befundes erklärt sich einfach. Einmal wird der allermeiste Farbstoff in der Leber abgelagert. Man findet diese schon kurz, 1 Stunde, nach der Injection mit Farbe angefüllt, wie das Mikroskop beweist. Zweitens ist es klar, dass nur eine geringe Anzahl der Lymphzellen des Rückenlymphsackes in die Bahnen des centralen Nervensystems gelangt, drittens, dass von diesen nur ein Theil Farbstoff aufgenommen hat und dass schliesslich viertens von diesen nur wieder wenige in das Gewebe auswandern. So wird es erklärlich, wenn man viele Präparate sorgfältig durchmustern muss, ehe man eine Neutralzelle resp. Nervenzelle mit einem Farbstoffkorn in ihr findet. Auch frei im Gewebe liegt hin und wieder ein blaues Farbkorn. Abbildungen zu geben, lohnt sich nicht; man sieht eben nur eine rothgefärbte Neutralzelle oder Nervenzelle mit einem blauen, unregelmässig geformten kleinen Körper in ihr.

Gelingt es, einem Kaninchen Fremdkörper in die Blutbahn zu bringen, so müssen sich diese Fremdkörper, sofern sie von den Wanderzellen aufgenommen werden, in den Neutralzellen und den Nervenzellen finden. Es sind solche Körper zu wählen, deren specifisches Gewicht gleich dem der für Kaninchen isotonen Kochsalzlösung von 0,9 pCt. ist. Man thut gut, zur Infusion diese Flüssigkeit zu wählen, weil sie das Thier am wenigsten schädigt und somit eine relativ grosse Menge ein-

verleibt werden kann. Das specifische Gewicht der Körper muss gleich dem der isotonen Lösung sein, weil, wenn sie leichter sind, sie auf der Lösung schwimmen, somit beim Ueberströmen der Flüssigkeit aus dem Gefäss in die Vene zurückbleiben; sind sie schwerer als die Flüssigkeit, so sinken sie zu Boden und verstopfen die feine, in die Vene eingeführte Canüle. Man muss weiter die Körper so wählen, dass sie möglichst fein und für das Thier nicht giftig sind. Auch ist zu bedenken, dass sie bei Nachfärbung der Schnitte nicht verändert werden, ferner sich in alkalischen Flüssigkeiten nicht lösen.

Alle diese Bedingungen erfüllt sehr gut aufs feinste pulverisirte Lindenkohle. Man bereite sich eine Aufschwemmung solcher in 0,9proc. Kochsalzlösung. Nach 24 Stunden schwimmt ein wenig der Kohle, die specifisch leichteren Partikel, oben auf der Lösung; am Boden des Gefässes befindet sich ein dicker Satz aus den specifisch schwereren Körpern; die grosse Masse der Flüssigkeit zwischen dem dicken Satz und der Oberfläche zeigt eine leicht graue Farbe. Von dieser hellgrauen Flüssigkeit hebere man vorsichtig ab. Sie zeigt unter dem Mikroskop zahlreiche schwarze Körper. Diese Körper bleiben in der Flüssigkeit schwebend, weil sie specifisch gleich schwer mit der isotonen Lösung sind.

Einem narkotisirten Kaninchen wird in die Vena cruralis unter den üblichen Cautelen eine Canüle centralwärts eingebunden und durch dieselbe dem Thiere ganz langsam das auf 40° erwärmte hellgraue Kohle-Kochsalzwasser-Gemisch infundirt. Wenn dem Thiere innerhalb einer Stunde etwa $\frac{3}{4}$ Liter der Flüssigkeit infundirt ist, stirbt es ziemlich plötzlich im tonischen Krampfe. Das centrale Nervensystem wird in kleine Stücke geschnitten und fixirt. Die Präparate sind fein, auch etliche Serien von $1\frac{1}{2}$ —2 μ zu schneiden. Nachgefärbt habe ich mit kohlen-saurem Carmin.

Im Nervensystem finden sich, auf verschiedene Gebiete sehr unregelmässig vertheilt, kleine Kohlepartikelchen, sowohl im Gewebe frei als auch innerhalb der Zellen, und zwar sowohl in den kleinen wie auch in den grossen Neutralzellen und Nervenzellen, sowohl im Protoplasma wie in den Kernen. Dass die Fremdkörper in den Zellen selten sind, ist wohl verständlich bei der Kürze des Versuchs und in Rücksicht auf manch andere Momente, die schon für den Frosch erörtert wurden. Die Kohlepartikelchen machen den Eindruck, als ob sie etwas oberhalb des Gewebes lägen. Es kommt dies daher, dass man das Gewebe im durchfallenden Licht, die für Licht undurchlässige Kohle aber im reflectirten Licht sieht. Um sich unzweifelhaft davon zu überzeugen, dass die Kohlepartikelchen innerhalb der Zelle liegen, braucht man nur dieselbe Zelle auf mehreren Serienschnitten zu beobachten.

Abbildungen von solchen Zellen zu geben, hat keinen rechten Zweck. Man sieht eben nichts weiter als eine roth gefärbte Zelle mit einem bis mehreren kleinen schwarzen, unregelmässig geformten Körpern.

Man könnte behaupten, die Fremdkörper wären in die Nervenzellen gelangt, indem sie im Blute resp. der Lymphe frei schwimmend, von den Nervenzellen aufgenommen würden. Ist unser Schluss zutreffend, nach dem das Vorhandensein von Fremdkörpern in der Nervenzelle sich durch Entstehen der Nervenzelle aus den Neutralzellen und das Entstehen dieser aus weissen Blutelementen, Lymphzellen erklärt, so wäre ein zwingender Beweis für absolute Richtigkeit des Schlusses durch folgendes Experiment möglich: Gelingt es einem Thier Fremdkörper einzuführen, die nachweisbar von den Wanderzellen nicht aufgenommen werden, so dürfen sich diese Körper auch nicht in den Nervenzellen finden. Diesen Nachweis hat Ribbert¹⁾ geführt. Ribbert hat Kaninchen intravenös, subcutan und intraperitoneal Lithioncarmin injicirt. Während sich der Farbstoff in Niere, Leber, Milz, Knochenmark etc. leicht auffinden liess, war das centrale Nervensystem frei davon. Ribbert erkannte mikroskopisch, dass in den gefärbten Lymphdrüsen das Carmin nur in den Endothelien der Bahnen sich findet und schreibt: „Niemals sah ich carmingefüllte Zellen im Innern der Rindenfollikel“. Ganz vereinzelte carminhaltende Zellen, die sich frei im Lumen der Lymphbahnen fanden, erklärt Ribbert für abgelöste Endothelien, nicht für Leukocyten. Also: Die Lymphzellen nehmen Carmin nicht auf; deshalb sind die Nervenzellen frei von Carmin.

Das einzige Mittel, das wir haben, um unsere Vorstellungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen, ist die Untersuchung, ob die denknöthwendigen Folgen unserer Vorstellungen mit den in der Natur eintretenden Folgen übereinstimmen. Wo und wie auch immer ich mit der Prüfung meiner Ansichten von der Nervenzelle einsetzte, die Congruenz der denknöthwendigen Folgen und der Beobachtung lehrte, dass die Vorstellungen richtig sind. Es fällt schwer sie anzunehmen, weil die alte Vorstellung von der Nervenzelle, die die Seele macht und die übrigen Zellen commandirt, viel einfacher ist. Aber Einfachheit einer Vorstellung ist kein Kriterium für ihre Richtigkeit.

1) Die Abscheidung injicirten gelösten Carmins etc. Zeitschr. für allg. Physiol. Bd. IV. H. 2/3.