Über Ergebnisse der Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystems.

Von **Dr. med. ADOLF WALLENBERG** in Danzig.

Mehrfach geäußerten Wünschen entsprechend, habe ich einige Vorträge hier zusammengestellt, die in den allgemeinen Sitzungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig seit 1888 von mir gehalten worden sind. Sie sollten die jeweiligen Ergebnisse der Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystems dem Verständnisse des Laien näher bringen und können deshalb nicht den Anspruch erheben, als Interpretation des gegenwärtigen Standpunktes dieser Wissenschaften angesehen zu werden. Manche Vermutung ist seitdem zur Tatsache geworden und vieles wieder, was zur Zeit des Vortrages klar erschien, hat sich als unhaltbare Hypothese bewiesen.

I. Die Wege und Resultate modener Gehirnforschung[1]).

Mit drei Tafeln und sechs Textfiguren.

Hochansehnliche Versammlung!

Das Gebiet, auf welches ich Sie heute zu führen gedenke, wird Ihnen Allen kein unbekanntes sein. So lange eine Wissenschaft besteht, hat sie sich die Frage vorgelegt: „Ist unser Fühlen und Bewegen, unser Denken und Wollen an die Tätigkeit bestimmter Organe geknüpft?“ Vor $2^1/_2$ Jahrtausenden schon haben griechische Philosophen Gehirn und Rückenmark als die Träger dieser Funktionen angesprochen. Seit jener Zeit ist die Psyche ein Zankapfel geblieben zwischen Religion, Philosophie und Naturwissenschaft, und neuerdings erst hat man versucht, sich von den ersten beiden ganz zu emanzipieren und auf rein empirischem Wege zur Erkenntnis dessen zu gelangen, was den Inhalt unseres Bewußtseins vorstellt. Unmittelbare Folgen dieses Versuches waren jene gewaltigen Fortschritte, welche die Erforschung unserer nervösen Zentralorgane in den letzten Jahrzehnten gemacht hat. Sie, meine Herren, werden diese Forschungen mit Interesse verfolgt haben, Sie kennen ihre Resultate

[1]) Vortrag, gehalten in der allgemeinen Sitzung am 6. Dezember 1888.

zum großen Teile und nehmen Stellung zu den Folgerungen, welche man aus den Ergebnissen gezogen hat. — Diese Bekanntschaft mit dem Thema erleichtert mir meine Aufgabe wesentlich. Sie gestattet mir, über vieles flüchtig hinwegzugehen, was sonst lange Auseinandersetzungen erfordern würde — und ich bin genötigt, nur das Wichtigste zu bringen, da der gewaltige Stoff sich anders nicht in die knappe Form eines einzigen Vortrags zwängen läßt. Aber, meine Herren, diese Bekanntschaft legt mir auch große Hindernisse in den Weg, und ich glaube, es wird rätlich sein, diese Hindernisse vorher kennen zu lernen und wenn möglich zu beseitigen. — Ein großer Teil von Ihnen ist der festen Überzeugung, daß das Wesen der geistigen Vorgänge auf dem Wege der Naturforschung, d. h. mit Hilfe der sinnlichen Wahrnehmung, nie erkannt werden könne; Sie glauben, es ist unnütz, ein Ziel zu erstreben, das ewig unerreichbar bleibt; Sie rufen den anderen ein donnerndes: Ignorabimus! zu. — Meine Herren! ich erkläre gleich, daß ich diese Ansicht für berechtigt halten muß. Ich bin jedoch nicht in der Lage, sie teilen zu können. Ich stehe auf dem Standpunkte, daß eine Wissenschaft nur dann sich frei und groß entfalten kann, wenn sie unbekümmert um die möglichen Grenzen ihres Könnens vorwärts strebt, wenn sie nur ein „ignoramus“, aber kein „ignorabimus“ anerkennt. Erwarten Sie heute von mir nur eine Antwort auf die Frage: „Wie weit ist es der Naturwissenschaft gelungen, in das Seelenleben des Menschen einzudringen, und was ist ihre nächste Aufgabe in dieser Beziehung?“ — es bleibe unerörtert, wie weit sie später einmal gelangen wird. Für mißlicher halte ich einen anderen Umstand: Die neueren Ergebnisse der Gehirnforschung werden ihres allgemeinen Interesses wegen brühwarm sozusagen von der Tageslitteratur ihren Lesern als leckeres Gericht vorgesetzt und möglichst mundgerecht gemacht. Die Folge davon ist, daß Tatsachen und Hypothesen unauflösbar mit einander verflochten werden, daß man Gegensätze künstlich verschärft oder gar neu schafft, daß man zum besseren Verständnis die eine Ansicht als allein seligmachende hinstellt und andere verdammt, ohne sie gründlich zu kennen. Ich gebe zu, daß die großen Forscher selber durchaus nicht einig sind über wichtige Fragen, daß der Kampf um die Deutung entscheidender Versuche heute noch heftig genug tobt. Aber es muß unser Bestreben sein, diese Gegensätze durch objektive Betrachtung zu mildern — und ich meinerseits werde mich bemühen, möglichst sicher Erkanntes Ihnen vorzulegen, und an der Hand einfacher, leicht kontrollierbarer Beobachtungen Sie in die Werkstätte des Gehirns einzuführen.

Um uns ein klares Bild von den Wegen zu schaffen, welche die moderne Gehirnforschung wandelt, wird es nötig sein, ein wenig bei dem Aufbau unseres Nervensystems zu verweilen. Sie wissen, daß von allen Teilen unseres Körpers weiße Fäden ausgehen, die man Nervenfasern nennt; wir sehen nicht nur die Haut und die übrigen Sinneswerkzeuge, sondern auch die Muskeln, Drüsen, kurz alle Organe des Körpers mit ihnen in Verbindung. Ein Querdurchschnitt einer solchen Faser läßt erkennen, daß die weiße Farbe lediglich von einer

Markmasse herrührt, welche das eigentliche Zentrum einhüllt, in ähnlicher Weise, wie der die Kabeldrähte bekleidende Kautschuk. Die mit dem Rumpfe und den Gliedmaßen verknüpften Nerven streben mit wenigen Ausnahmen einem zylinderisch geformten, unten kegelförmig zugespitzten, an zwei Stellen beträchtlich verdickten Strange zu; dieser hängt locker innerhalb der Wirbelsäule, und man heißt ihn das Rückenmark. An der rechten wie an der linken Seite dieses Stranges münden die Nervenfasern in zwei Gruppen ein, einer vorderen und einer hinteren; die vordere Gruppe geht hauptsächlich von Muskeln aus, die hintere von der Haut und den anderen empfindenden Apparaten. Ein Querschnitt durch das Rückenmark würde etwa folgendermaßen aussehen. (Vergl. Abb. 1.) Ich muß später auf diesen Querschnitt zurückgreifen, ich bitte Sie daher sich denselben etwas näher zu betrachten! Sie sehen ungefähr in seiner Mitte ein Loch, den Querschnitt eines Kanals, und rings herum eine grau gefärbte Masse, viereckig angeordnet. Die von außen kommenden Nervenfasern strahlen zum großen Teile in die vier Ecken grauer Substanz hinein. Um diese legt sich als Hülle gleichsam ein weißer Mantel aus markhaltigen Fasern gewebt, der so drapiert ist, daß er die Lücken zwischen den Hörnern (so nennt man jene Ecken) ausfüllt und dem Rückenmark seine zylinderische Form verleiht. Beim Eintritt in die Schädelhöhle verbreitert sich der Strang zu dem sogenannten „verlängerten Mark", weiterhin zur „Brücke", wo wir graue und weiße Substanz in weit komplizierterer Anordnung wiederfinden. Auch in diese Teile sehen wir Nervenfasern einstrahlen, und wenn wir forschen, woher sie kommen, so finden wir ihren Ausgangs- resp. Endpunkt wesentlich am Kopfe mit seinen Muskeln und Sinnesorganen. Vom verlängerten Marke und der Brücke aus gelangen die Fasern auf einem kürzeren Wege zum Kleinhirn, welches direkt über ihnen liegt, und auf einer längeren Bahn durch die sogenannten „Großhirnschenkel" zu den beiden Großhirnhälften. Diese haben, wie Sie sehen, beim Menschen derartige Dimensionen angenommen, daß sie alle anderen Hirnteile überdecken und von oben her gesehen als zwei große Halbkugeln die Schädelhöhle nahezu ausfüllen. Ein Teil der Fasern, die nach dem Großhirn gelangen, geht vorher gleichsam durch eine Zwischenstation, indem sich graue Massen auf ihrem Wege befinden, die erst durchbrochen werden müssen, ehe die Bahn nach der Oberfläche frei wird. Sie sehen hier ein Paar von diesen Massen im Durchschnitt. Sie werden teils nach ihrer Form benannt („Linsenkern, Schweifkern"), teils nach der Bedeutung, die man ihnen zuschrieb („Sehhügel"). Die beiden Endstationen, das Groß- und das Kleinhirn, haben ein Gemeinsames in ihrer Struktur, die Bekleidung ihrer Oberfläche mit einem grauen Mantel, der Rinde (Demonstration), während ihr Inneres zum größten Teile aus weißen

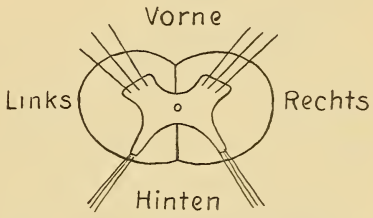


Abb. 1. Querschnitt durch das Rückenmark.

Fasermassen besteht. Sonst aber zeigt ihr feinerer Bau beträchtliche Differenzen. Beide Großhirnhälften sind mit einander durch den sog. Balken und mit dem Kleinhirn durch die Kleinhirnstiele fest verbunden. Ich möchte Sie nun bitten, einen Blick auf die Oberfläche des Großhirns zu werfen und ihre scheinbar unregelmäßig verlaufenden Furchen näher ins Auge zu fassen. Sie werden dabei leicht erkennen, daß durch eine tiefe Spalte, die von vorne und unten her in die Oberfläche einschneidet, jede Halbkugel in einen vorderen kleinen und einen hinteren größeren Abschnitt geteilt wird. Die schräge Richtung der Spalte bedingt es, daß der hintere Teil in eine untere seitliche Partie, das Schläfenhirn, und eine obere zerfällt, welche zugleich den hintersten Abschnitt bildet. An diese Spalte grenzt von oben her eine flache Furche, die den vorderen Abschnitt, das Stirnhirn, von dem nach oben und hinten gelegenen Hinterhaupts- oder Occipitalhirn trennt. Diese Furche heißt Zentralfurche, ihre Ufer Zentralwindungen. Die anderen Furchen und Windungen werden im Großen und Ganzen nach den eben genannten Teilen bezeichnet (also 1., 2., 3. Stirnwindung, Schläfenwindung, Hinterhauptswindung). Ich bitte Sie um Verzeihung, meine Herren, daß ich Ihr Gedächtnis mit leeren Namen belaste, ich verspreche Ihnen indes, daß diese toten Bezeichnungen bald Leben gewinnen werden.

Nachdem wir so in den gröbsten Zügen die äußere Gestalt der nervösen Zentralorgane kennen gelernt haben, drängt sich uns die Frage auf: „Woraus erschließen wir denn eigentlich eine Tätigkeit dieser Organe?“ Da sie selber keine für uns sichtbare Veränderung erleiden, wenn sie in Funktion treten, so sind es in erster Linie ihre Endapparate, aus deren Größen- und Lageverhältnissen wir bei unseren Mitgeschöpfen auf ihr Vorhandensein schließen. Bei uns selber kommen die subjektiven Merkmale der Empfindung, Vorstellung und des Denkens dazu. Immerhin lernen wir daraus als zwei der wichtigsten Funktionen des Nervensystems die Leitung und Übertragung von Reizen kennen. Einen genauen und objektiven Einblick in diese Funktionen werden wir dann erst besitzen, wenn es uns gelingen sollte, den Weg einer jeden Nervenfaser von der Peripherie bis an die Übertragungsstelle und sämtliche Verbindungen dieser Übertragungsstelle zu verfolgen; mit anderen Worten: „Die Erkenntnis der feineren Anatomie des Zentralnervensystems ist eine conditio sine qua non für die Erforschung seiner Tätigkeiten!“ — Ich habe die feste Hoffnung, daß diese Erkenntnis dereinst wird gewonnen werden können, und es wäre das ein unberechenbarer Gewinn für die Wissenschaft; aber vorläufig sind die Schwierigkeiten der anatomischen Zergliederung des Gehirns und Rückenmarkes so enorme, daß trotz zahlloser Arbeiten auf diesem Gebiete, die gerade in den letzten Jahren mit einem bewunderungswürdigen Aufwand von Geist und Mühe unternommen sind, dies schöne Ziel in weite Ferne gerückt erscheint. Ich möchte Ihnen durch ein kleines Beispiel die Art dieser Schwierigkeiten auseinandersetzen und dadurch zugleich einen Gewinn ziehen für das Verständnis des feineren Aufbaus unserer nervösen Zentra. Gestatten

Sie daher, daß ich Ihre Aufmerksamkeit wieder auf einen Querschnitt des Rückenmarks lenke. Es gelingt heute, derartige Schnitte nicht nur sehr dünn (bis zu $^1/_{100}$ mm) anzulegen, sondern auch derart zu färben, daß die verschiedenen Teile sich recht scharf von einander sondern lassen (Vergl. Abb. 2). Legen wir nun einen Querschnitt nach geeigneter Behandlung unter das Mikroskop, so sehen wir, wie die von vier Seiten herankommenden Fasern ins Innere dringen und dort auseinander strahlen. Bei einzelnen gelingt es, sie innerhalb der grauen, hornförmigen Massen bis in die unmittelbare Nähe vielarmiger Gebilde, Ganglienzellen, zu verfolgen, die untereinander wahrscheinlich mannigfache Verbindungen zeigen und Äste nach mehreren Richtungen hin aussenden (Vergl. Fig. 3). Schon hier will ich bemerken, daß diese Zellen bis in die letzte Zeit allgemein als Vermittler angesehen wurden für die Übertragung einer Erregung von einer Faser auf die andere. Aus wesentlich didaktischen Gründen verglich man sie bald mit den Winkeln der Klingelzüge, bald mit Weichenstellern. Ich halte es für besser, sie mit Telegraphenbeamten zu vergleichen; ich bitte Sie also im Interesse der besseren Verständlichkeit, sich das ganze Rückenmark als eine große Telegraphenstation vorzustellen. An der Vorder- und an der Rückseite des Stationsgebäudes sind beiderseits zahlreiche Beamte in Tätigkeit, und die von außen kommenden Leitungen führen in verwirrendem Durcheinander in ihre Bureaus. Sie werden sich hoffentlich bald davon überzeugen, daß dieser Vergleich recht passend ist und nichts Gezwungenes enthält — aber, meine Herren, nur in dem Falle, wenn wirklich die Nervenfasern bis zu den Ganglienzellen und von ihnen weg führen. Bisher betrachtete man das als selbstverständlich, neuerdings jedoch glauben sich italienische und schwedische Forscher berechtigt, auf Grund anatomischer Untersuchungen einen ganz anderen Zusammenhang der nervösen Elemente an nehmen zu müssen. Sie erklären, die Ganglienzellen seien lediglich ernährende Apparate für die Nerven, sie vermitteln den Saftstrom aus den Blutgefäßen. Die Übertragung dagegen werde durch feinste Fasernetze bewirkt, welche sich aus Verzweigungen der von außen herkommenden Nerven bilden (Vergl. Fig. 4). Wäre das richtig, so ließe sich allerdings der erwähnte Vergleich nicht durchführen; wir müßten dann die Fasernetze in den Rang der Telegraphenbeamten erheben und die Ganglienzellen sozusagen zu Milchmädchen degradieren. Aber jene Ansichten sind bis jetzt noch nicht genügend begründet, so daß wir wohl berechtigt sind, uns vorläufig den Glauben an die höhere Bestimmung der Ganglienzellen nicht rauben zu lassen. Kehren wir also zu unserem Schnitte zurück. — Bei den meisten Fasern gelingt es nicht, sie eine erhebliche Strecke weit ins Rückenmark zu verfolgen. Es ist, als würde die Leitung

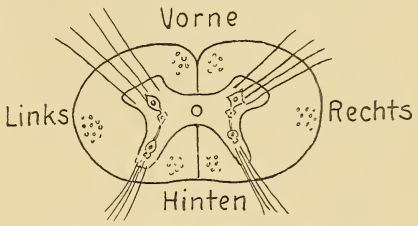


Abb. 2. Gefärbter Querschnitt durch das Rückenmark.

plötzlich unterirdisch. Nun taucht an einer anderen Stelle wieder eine Summe von Leitungsdrähten auf und bleibt bis zu einem gewissen Punkte sichtbar, dann entschwindet sie wieder unseren Blicken. In welchem Verhältnis steht nun die zuerst entdeckte Leitung zu der zweiten? Ist es dieselbe oder eine ganz andere? Man hat in neuerer Zeit, um eine Beantwortung dieser Fragen anzubahnen, auf die Dicke der Leitungsdrähte, auf die Form und Größe der Ganglienzellen geachtet, und da ist es in der Tat gelungen, einzelne Bündel von Leitungsschnüren aus dem Rückenmark weit ins Gehirn hinein zu verfolgen, und auch in der Uniform, wenn ich mich so ausdrücken darf, der Ganglienzellen charakteristische Differenzen zu entdecken. Diese werden dazu beitragen, etwas Ordnung in das Gewirr von Fäden zu bringen, sie werden gewissen physiologischen Theorieen ihre anatomische Berechtigung verleihen können, aber meine Herren, bedenken Sie, es sind immer ganze Systeme von Fasern, ganze Gruppen von Zellen, die sich so markieren; der Weg einer einzelnen ist in seiner ganzen Länge noch nie erkannt worden. — Dabei erwuchsen der anatomischen Forschung mächtige Hilfsmittel. Prof. Flechsig in Leipzig machte die Beobachtung, daß die Bekleidung der Fasern mit weißem Mark in den Zentralorganen des Foetus nicht zu gleicher Zeit vor sich geht, sondern daß ganz bestimmte (und zwar stets dieselben) Fasergruppen ihre Umhüllung schon besitzen, während andere noch nackt sind. Ja, es existiert ein wichtiges Fasersystem, welches lange Zeit nach der Geburt ohne Markscheide bleibt. In ganz ähnlicher Weise verlieren bei gewissen Verletzungen der Hirn- und Rückenmarkssubstanz einzelne Bündel von Fäden ihr Mark auf weite Strecken hin und können von ihren Nachbarn getrennt werden. So spinnt die Entwicklungsgeschichte mit der Pathologie zusammen den Ariadnefaden, welcher uns dereinst in dem Labyrinthe der Fasermassen den Weg zeigen soll zu den Ganglienzellen des großen und kleinen Gehirns. Noch aber reicht er nicht so weit, und wir sind gezwungen, unsere Zuflucht zum physiologischen Experimente, zur pathologischen Beobachtung zu nehmen und aus Tierversuchen unter steter Kontrolle mit den Erfahrungen am Menschen uns die Lücken zu ergänzen, welche die anatomische Forschung bis heute nicht auszufüllen vermag. Meynert, einer der größten Kenner des menschlichen Gehirns, hat es allerdings gewagt, vorwiegend auf anatomischer Grundlage

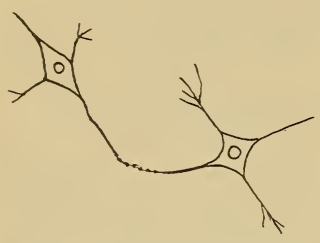


Abb. 3. Ganglienzellen und ihre Verbindungen mit Nervenfasern.

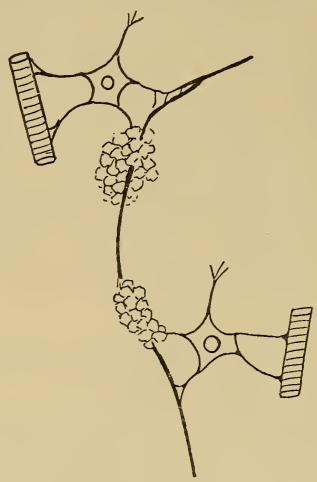


Abb. 4. Ganglienzellen und ihre Verbindungen mit Nervenfasern und Blutgefäßen.

seine geistvolle Lehre von den Funktionen des Hirns und Rückenmarks zu errichten. Seine zahlreichen Hypothesen haben bisher die Probe gut bestanden, aber man darf, ohne ihm zu nahe zu treten, dreist behaupten, daß es zuweilen Glückssache war, wenn die Physiologie seine Vermutungen bestätigte. — Einen Mittelweg gleichsam zwischen anatomischer und experimenteller Forschung schlug der leider zu früh verstorbene Gudden ein. Er entfernte bei ganz jungen Tieren verschiedene Teile peripherer und zentraler Nervenabschnitte und untersuchte nach ihrem monatelang später erfolgten Tode die entstandenen Veränderungen.

Die eigentliche Experimentalphysiologie des Gehirns, d. h. der Versuch am lebenden Tiere, beginnt in der Mitte unseres Jahrhunderts mit den Arbeiten des Franzosen Flourens. Er suchte durch seine Beobachtungen namentlich die Lehre Galls von dem festen Sitze der einzelnen geistigen und moralischen Fähigkeiten an bestimmten Stellen des Schädelinnern zu widerlegen, und er proklamierte den Satz von der Gleichwertigkeit der Großhirnrinde. Grade in Frankreich aber erhielt seine Theorie einen argen Stoß, als Broca im Anfange der 60er Jahre zeigte, daß ein Verlust der Sprache stets nach Verletzung ganz bestimmter Hirnteile sich einstellt. Als nun Fritsch und Hitzig 1869 und 1870 durch Reizung bestimmter Rindenstellen ganz beschränkte Bewegungen auszulösen vermochten, da wuchs die Zahl der Forscher bedeutend, welche die sogenannte Lokalisationslehre, d. h. die Lehre von der Ungleichwertigkeit der einzelnen Rindengebiete als die allein richtige annahmen. Die mächtigste Stütze entstand dieser Theorie in Munk. Durch unermüdlich wiederholte Versuche an Hunden und Affen, — Versuche, bei denen man nicht weiß, ob man die Ausdauer, die Geschicklichkeit oder den Geist des Experimentators mehr bewundern soll, — gelang es ihm, kleinste Partieen von nahezu allen Stellen der Hirnrinde zu entfernen und zu beobachten, welche Eigenschaften den auf diese Weise behandelten Tieren fehlten. So kam er dazu, gleichsam eine Generalstabskarte der Hirnrinde zu entwerfen. Gegen ihn trat Goltz auf, lange vorher schon bekannt durch wichtige Entdeckungen auf dem Gebiete der Nervenphysiologie. Er ließ bei Hunden und Affen Wasser durch eine Öffnung des Schädels strömen und konnte so ohne Blutverlust bedeutende Hirnmassen herausspülen. Auf Grund dieser Versuche behauptete er: „Die Großhirnrinde ist in ihrer Gesamtheit gleichmäßig Sitz der Intelligenz, und es kann durch Munks und meine Versuche nur ein geringerer oder stärkerer Grad von Blödsinn herbeigeführt werden“. Leider ist der Kampf zwischen beiden Gelehrten längst aus den Grenzen streng wissenschaftlicher Debatte herausgetreten und zum Schaden der Physiologie ein mehr persönlicher geworden. Dadurch stößt jede Annäherung, die von anderen Forschern beider Parteien längst angebahnt ist, auf starken Widerstand, und es ist ein nicht geringer Grad von Objektivität nötig, um beiden so hoch verdienten Männern, namentlich aber Goltz in seinen äußersten Konsequenzen gerecht zu werden. — In den letzten Jahren ist auch die Kenntnis der Tätigkeiten anderer Hirnteile

durch Reizung oder Zerstörung dieser Partien bei Tieren mächtig gefördert worden. Namentlich haben jene grauen Massen die Aufmerksamkeit bedeutender Forscher auf sich gelenkt, welche wie Zwischenstationen in den Weg der zur Rinde strebenden Fasermassen eingelagert erscheinen. — Vergegenwärtigen wir uns noch einmal im Zusammenhange die Mittel, durch welche die moderne Gehirnforschung zu ihren Resultaten gelangt ist: Auf der einen Seite fanden wir die Anatomie mit ihrer ausgebildeten Färbetechnik, in Verbindung mit der Entwicklungsgeschichte und der pathologischen Anatomie, zu welcher Gudden die experimentell-pathologische Anatomie gefügt hat. Auf der anderen Seite trat uns das physiologische Experiment entgegen. Wir sahen Beobachtungen an Tieren mit menschlichen Erfahrungen verglichen, auf menschliche Verhältnisse übertragen, und diese Beobachtungen wurden gewonnen teils durch Reizung einzelner Hirnteile, teils durch ihre Zerstörung.

Was hat man mit diesen Methoden erreicht? — Gestatten Sie mir, meine Herren, Ihnen an einfachsten Beispielen auseinanderzusetzen, wie sich die Vorgänge in unseren nervösen Zentralorganen abspielen, soweit man ihren Zusammenhang heute glaubt erkannt zu haben. Dabei bin ich gezwungen mich einer Bildersprache zu bedienen, um komplizierte, größtenteils ganz unbekannte Mechanismen und Vorgänge provisorisch zu benennen.

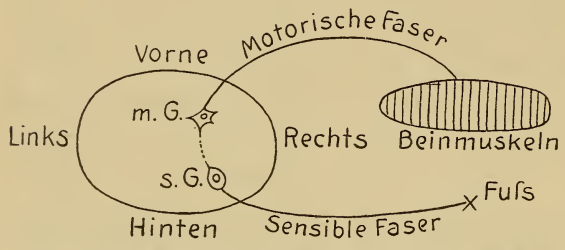


Abb. 5. Schematische Darstellung der Vorgänge bei der einfachen Reflexbewegung.

Stellen Sie sich ein Kind in festem Schlafe vor, auf dessen rechten Fuß sich eine Mücke setzt. Die Mücke sticht, aber ihr Stich ist nicht tief genug, um das Kind zu erwecken. Was geschieht? Das Kind zieht im Schlafe sein rechtes Bein ein wenig an den kleinen Leib heran, die Mücke fliegt, fortgescheucht durch diese Bewegung, von dannen, und das Kind schläft ruhig weiter. — Meine Herren! Dieser einfache Vorgang, den Sie alltäglich beobachten können, bilde den Ausgangspunkt für unsere weiteren Betrachtungen, und es wird nötig sein genau zu analysieren, wie er zustande kommt. Die Mücke hat durch ihren Stich die Endausbreitung einer Nervenfaser getroffen (Vergl. Abb. 5). Dieser Reiz wird nun wie ein Telegramm längs des nervösen Leitungsdrahtes zur Hinterfläche der rechten Rückenmarkshälfte geleitet. Das Telegramm hat folgenden Wortlaut: „Stich in den rechten Fuß!“ Es wird von einem Beamten im Hintergebäude in der Gestalt einer Ganglienzelle (s. G.) in Empfang genommen und einem Kollegen im Vordergebäude (m. G.) übergeben. Dieser depeschiert sofort: „Bein an den Leib ziehen!“ indem er sich der Leitung an der vorderen Seite bedient, welche direkt zu dem betreffenden Arbeiter, dem Muskel, führt.

Sofort zieht sich der Muskel zusammen und bringt so die verlangte Bewegung zu Stande. Ich bemerke dabei, daß trotz scheinbarer Selbständigkeit beide Ganglienzellen nur Subalternbeamte sind. Denn ihre Tätigkeit ist so streng geregelt, daß sie nur jene Depesche empfangen, nur diesen Befehl absenden können. — Man nennt diese einfache Bewegung: einen Reflex, den zuführenden Leitungsdraht: sensible Faser, den Beamten im Hintergebäude: sensible empfindende, den im Vordergebäude: motorische bewegende Ganglienzelle und die Leitung zum Muskel: motorische Faser. Charakteristisch ist eben für die Reflexbewegung, daß sie ohne Einwirkung des Bewußtseins zu Stande kommt. — Meine Herren! Nehmen Sie an, die Mücke hat sich zwar momentan durch die Bewegung des Beines verscheuchen lassen, ist jedoch hartnäckig, wie die Mücken sind, an dieselbe Stelle zurückgekehrt und sticht wieder, diesmal aber intensiver. Jetzt kann dreierlei geschehen. Entweder erwacht das Kind, spürt den Stich, und merkt auch, daß sich sein Bein bewegt. Oder es schläft ruhig weiter, verzieht aber infolge des Stiches den Mund wie zum Weinen oder es stößt im Schlafe einen kleinen Schrei aus. Oder endlich es erwacht und fängt an zu weinen. Folgen wir zunächst den Vorgängen, die sich in dem ersten Falle abspielen werden. Das Telegramm heißt jetzt: „Starker Stich in den rechten Fuß“. Die sensible Ganglienzelle gibt die Depesche an den motorischen Kollegen ab, sendet jedoch zugleich selber ein Telegramm gleichen Inhalts nach oben (Vergl. Tafel 1). Dieses gelangt auf einem stellenweise schon genau erforschten Leitungsdraht (karminrot) nach der gegenüberliegenden Großhirnhälfte (hier also der linken) und wird von einem Beamten der Hirnrinde in Gestalt einer pyramidenartig geformten Ganglienzelle (s. E.) in Empfang genommen. Dieser deponiert sie sofort im Staatsarchiv, mit anderen Worten: ein Erinnerungsbild der Art und Weise des Gefühlseindruckes wird in der Hirnrinde aufbewahrt und zwar an der Stelle, an welche dieser Eindruck hingelangt. (Ich brauche wohl nicht erst darauf hinzuweisen, daß der Ausdruck „Erinnerungsbild“ nur die Umschreibung für komplizierte unbekannte Vorgänge ist.) Nach den übereinstimmenden physiologischen und pathologischen Erfahrungen ist diese Stelle im gegebenen Falle am obersten Ende jener Zentralfurche zu suchen, welche Stirn- und Occipitalhirn scheidet. — Inzwischen hat die motorische Zelle im Rückenmark schon die Bewegung des Beines veranlaßt, auch hier gelangt sofort eine Beschreibung dieses Vorganges mit genauer Angabe der Größe der Kontraktion und der Lage, welche das Bein nachher einnimmt, an die Zentralstation in der linken Hirnrinde (ziegelroter Weg), und so wird ein Erinnerungsbild dieser Bewegung ganz in der Nähe des vorhin erwähnten „sensiblen“ deponiert (m. E.). Es ist nach den neuesten Forschungen im höchsten Grade wahrscheinlich geworden, daß eine sensible Ganglienzelle (s. m. G.) auch bei der Absendung der zweiten Depesche den Hauptanteil besitzt, daß also vom Muskel aus eine zentripetale Verbindung über eine zweite sensible Zelle zur Hirnrinde führt und hier die Entstehung eines motorischen Erinnerungsbildes veranlaßt.

In unserem zweiten Falle geht auch eine Meldung von der ersten sensiblen Ganglienzelle nach oben, gelangt indes auf einem anderen Wege nach der linken Großhirnhälfte. Die Meldung wird schon innerhalb einer jener mehrfach erwähnten grauen Massen, wahrscheinlich des linken Sehhügels, von einer Ganglienzelle in Empfang genommen (Vergl. Abb. 6). Diese steht in enger Verbindung mit einer anderen, welche einen Befehl nach unten sendet, dessen Inhalt — ich lege darauf Gewicht — unter gleichen Bedingungen stets derselbe ist. Dieser Befehl besagt nichts Geringeres als eine Kontraktion der Gesichtsmuskeln, resp. der Kehlkopf- und Atemmuskeln, je nachdem die Folge des Stiches nur in einer Verziehung des Gesichtes oder in wirklichem Weinen besteht. Er gelangt zu all den motorischen Zellen, welche die betreffende Muskulatur in genau derselben Weise beherrschen, wie ich es oben beschrieben habe. Es besitzt dieser Vorgang unleugbar eine Analogie mit dem einfachen Reflex, denn er geht ohne Teilnahme des Bewußtseins vor sich, er wird angeregt durch einen sensiblen Reiz. Aber der Unterschied liegt einmal in dem Umwege durch den Sehhügel, besonders aber darin, daß nicht der dem Reiz zunächst gelegene Muskel sich kontrahiert, sondern daß an ganz entfernten Stellen Bewegungen ausgelöst werden. Man nennt ihn aus diesem Grunde einen komplizierten, und speziell die Bewegung des Lachens und Weinens einen psychischen Reflex. Der letzte Name ist etwas unglücklich gewählt, doch findet er seine Erklärung halbwegs in unserem dritten Falle.

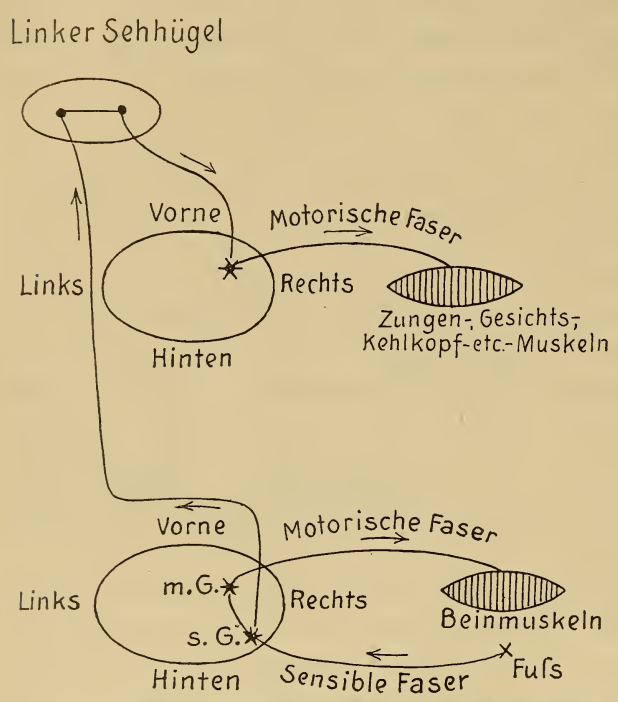


Abb. 6. Bahnen von Meldungen in unseren nervösen Zentralorganen.

Hier werden alle die Vorgänge, welche in den beiden ersten Fällen gesondert zur Erscheinung kamen, sich zusammen abspielen, also: erstens der einfache Reflex, zweitens die Niederlegung zweier Erinnerungsbilder, eines sensiblen und eines motorischen, drittens der komplizierte Reflex (Vergl. Tafel 2). Erfahrungsgemäß kommt der Reflex des Weinens und Lachens gewöhnlich bei erhaltenem Bewußtsein nur dann zu Stande, wenn der sensible Reiz die Eigenschaft des Unangenehmen resp. Angenehmen besitzt, und da man diese Gemeingefühle vielfach der höheren Psyche zugesprochen hat, so

nennt man diese Reflexe psychisch. Ich wiederhole jedoch noch einmal, daß sie auch ohne Beteiligung des Bewußtseins, d. h. der Großhirnrinde, zustande kommen. Neuerdings hat Professor BECHTEREW in Kasan die Affektäußerungen der höheren Tiere geprüft und fand, daß er sie auch dann noch hervorrufen konnte, wenn er die Hemisphären bis auf den Sehhügel abtrug.

In dem ersten Falle ließ die Kontraktion der Beinmuskulatur ein Erinnerungsbild in der Hirnrinde zurück; ganz analog werden nun auch von der zusammengesetzten Bewegung des Weinens in unserem dritten Falle Erinnerungsbilder deponiert (brauner Weg), deren Sitz in der Nähe des untersten und vordersten Teiles jener Zentralfurche gefunden wurde, vor der Stelle, an der sie in die große Spalte mündet (m′. E.). — Meine Herren! Als das Kind unter dem Eindrucke des Stiches erwachte, schlug es die Augen auf (ebenfalls ein komplizierter Reflexvorgang) und sah, zum ersten Male in seinem Leben, die Mücke, welche fortgescheucht durch die Bewegung des Beines summend davonflog (Vergl. Tafel 3). Analysieren wir diesen Vorgang: Die fliegende Mücke läßt ein Bild auf den Netzhäuten der Augen entstehen. Dies Bild wird durch den Sehnerven gleichsam als Phototelegramm ins Gehirn befördert (blauer Weg) und gelangt als solches durch Vermittelung einer sensiblen Ganglienzelle in die Hirnrinde, wo es als „Erinnerungsbild“ in des Wortes eigentlichster Bedeutung deponiert wird (o. E.). Als Stätten dieses Bildes sind beide Hinterhauptslappen erkannt worden, und zwar der linke für alle Teile, welche in der rechten Gesichtsfeldhälfte beider Augen gelegen sind, der rechte für die in der linken. Auch das Summen der Mücke wird durch die Endausbreitung des Hörnerven im Labyrinthe aufgefangen und in der Großhirnrinde (grüner Weg) als Erinnerungsbild abgesetzt, diesmal jedoch im oberen Teile des Schläfenlappens (a. E.). Es ist nicht unmöglich, daß das Klangbild eines jeden Ohres in beiden Schläfenlappen abgelagert wird, wenn auch Sicheres darüber nicht feststeht.

Wir haben jetzt die Entstehung von fünf verschiedenen Erinnerungsbildern in der Hirnrinde verfolgen können, von denen drei sensorischer und zwei motorischer Natur sind, motorisch aber nur insofern, als es Bilder sind von der Größe und Art der erfolgten Bewegung und von der Lageveränderung, welche die bewegten Teile durch die Bewegung erleiden. Denken Sie sich diese fünf Erinnerungsbilder jetzt in engster Verbindung mit einander, etwa in der Weise, daß nur eines von ihnen dem wohlgeordneten Archive entnommen zu werden braucht, um auch die übrigen gleich bei der Hand zu haben. — Meine Herren! Sie sind jetzt in der Lage, einen vollständigen Gedanken in der Hirnrinde des Kindes schlummern zu sehen; dieser Gedanke würde ausgesprochen etwa folgendermaßen lauten: „Ein Ding von der und der Größe und Form, welches summt, hat mir am rechten Fuße Schmerzen gemacht, so daß ich weinen mußte, und bewegte sich weg, als ich mein Bein an den Leib zog“. Wenn das Kind jetzt einen ähnlichen Stich an derselben Stelle empfindet, oder analysiert, wenn ein ähnlicher sensibler Reiz auf der bekannten

Bahn an dieselbe Stelle der Hirnrinde gelangt, an welcher sich das zuerst entstandene sensible Bild befindet, so werden alle fünf Erinnerungsbilder auf einmal auftauchen, der schlummernde Gedanke wird erweckt — und was geschieht nun? Die Erregung der motorischen Erinnerungsbilder pflanzt sich, so nimmt die Mehrzahl der Forscher an, als Reiz längs einer in allen Teilen genau bekannten Bahn nach unten fort bis an die motorischen Ganglienzellen, welche die Bewegung des Beines einerseits, die zum Weinen erforderlichen Muskelkontraktionen andererseits beherrschen, das Bein bewegt sich, das Kind fängt an zu weinen — aber, meine Herren, diese Bewegung ist himmelweit verschieden von der bloßen Reflextätigkeit, diese Bewegung ist eine Tätigkeit des Bewußtseins, eine willkürliche. Das Kind wird bewußt weinen, sobald es den Stich fühlt — und dieser Stich braucht an und für sich nicht von der Intensität zu sein, daß die Ganglienzellen des Sehhügels dadurch erregt werden. —

Dieselbe Bewegung wird jetzt stattfinden, wenn erstens das Bild einer Mücke oder ein ähnliches der Hirnrinde phototelegraphiert wird, zweitens wenn ein ähnlich summendes Geräusch zur Wahrnehmung gelangt und natürlich auch dann, wenn mehrere von diesen Reizen zugleich einwirken. — Damit haben wir eine breite Basis gewonnen für die Erkenntnis unseres Bewußtseinsinhaltes. Sie werden sich leicht vorstellen können, wie sich in kurzer Zeit die ganze Hirnrinde mit Erinnerungsbildern bevölkert, und ich kann mich, ohne auf die Entstehung der einzelnen näher einzugehen, darauf beschränken, Ihnen dasjenige mitzuteilen, was uns physiologische Experimente und pathologische Erfahrungen gemeinsam über ihren Sitz erkennen lassen. Den Ort für motorische und sensible Erinnerungsbilder des Beines haben wir ganz oben an beiden Ufern der Zentralfurche auf der gegenüberliegenden Hirnhälfte gefunden; er ist an diesem Gehirne durch seine dunkelrote Farbe markiert (Demonstration!). Sie sehen diese Farbe ganz allmählich in einen rotgelben Ton übergehen, welcher die Lokalisation der Bewegungsbilder für den Arm bezeichnet, — allmählich aus dem Grunde, weil sich beim Menschen durchaus keine scharfe Grenze ziehen läßt zwischen diesen beiden Gebieten, und derselbe leise Übergang findet an allen anderen Stellen der Hirnrinde statt; ich komme noch später darauf zurück. Das kleine, gelb gemalte Feld weiter unten ist der Ort für Bewegungsbilder der unteren Gesichtshälfte. Es folgen dann nach unten und vorn Zunge und vielleicht Kehlkopf. Von nicht geringer Wichtigkeit muß nun aber die Erfahrung erscheinen, daß inbezug auf Größe und Konstanz dieser motorischen Rindenfelder die linke Hemisphäre (entsprechend der rechten Körperhälfte) bei der überwiegenden Mehrheit gegenüber der rechten bevorzugt ist. In der Tat läßt sich ja auch eine größere Gewandheit der rechten Gliedmaßen unschwer bei allen Rechtshändern konstatieren; und ich bitte Sie, dies Faktum im Auge zu behalten, weil wir ihm gleich nachher wieder begegnen werden. Wir wissen bereits, in welcher Weise die optischen Eindrücke dem Occipitalhirn einverleibt werden, und daß die Klangbilder hier in dem grün ange-

strichenen Teile der Schläfenlappen ihren Sitz haben. An den kleinen graubraun angestrichenen Feldern scheinen sich die Augenbewegungen zu lokalisieren, und zwar in der Weise, daß in dem rechten Bilder von der Ablenkung beider Augen nach links, in dem linken solche von rechts hin erfolgenden Bewegungen enthalten sind. Geruch und Geschmack gehören nach Munk der unteren Großhirnfläche an und sollen in größter Nähe bei einander liegen, entsprechend dem innigen Zusammenhange, in welchem sich gewöhnlich Geruchs- und Geschmackseindrücke befinden. Ausreichende Erfahrungen bei Menschen sind darüber nicht bekannt, deshalb verlassen wir das Gebiet der Hypothesen und wenden uns einer genauer erforschten, engen Verbindung zu, die grade beim Menschen zwischen einigen Depots von Erinnerungsbildern existiert. Es ist dieser Zusammenhang von so fundamentaler Wichtigkeit für unser Geistesleben, daß es wohl der Mühe lohnt, ihn näher ins Auge zu fassen.

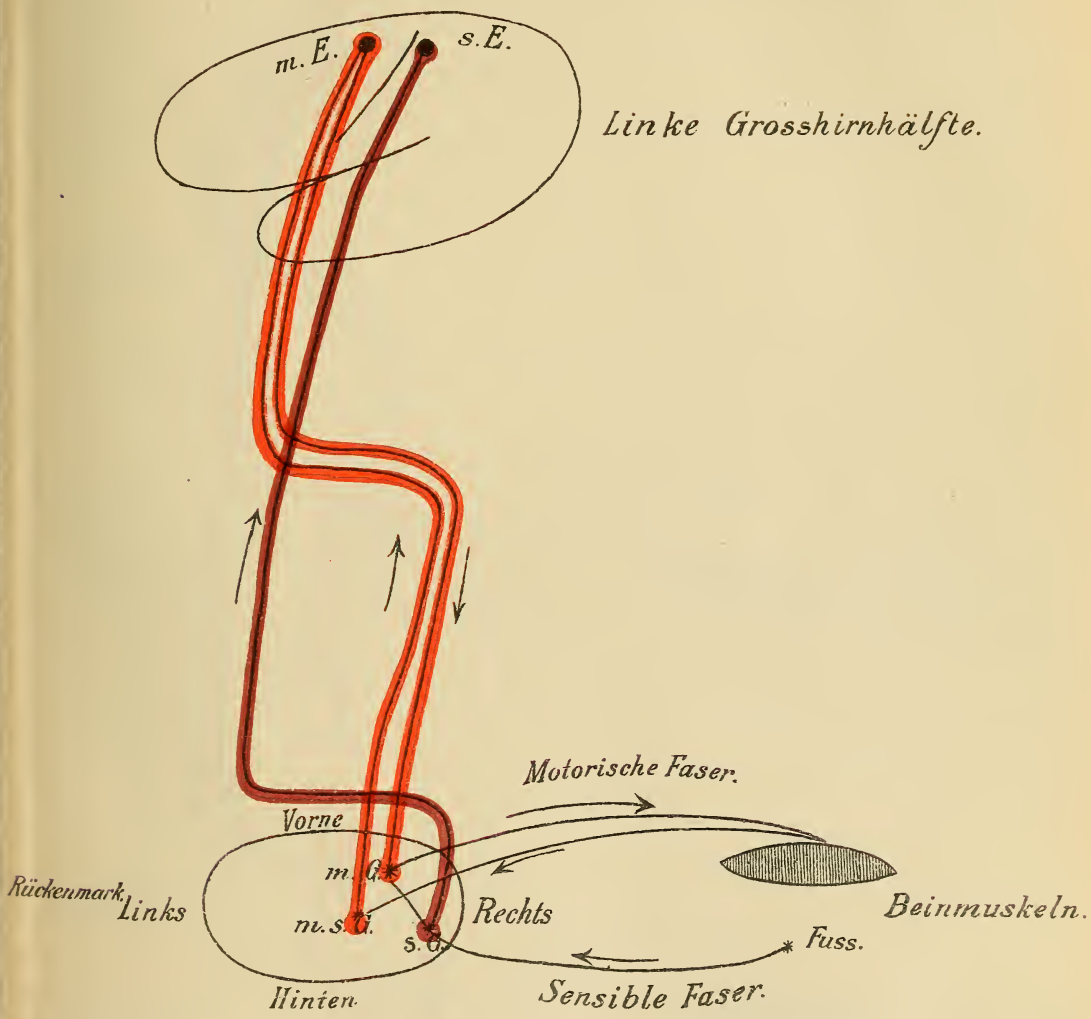
Der Einfachheit wegen kehren wir zu unserem Kinde zurück, das inzwischen viele angenehme und unangenehme Erinnerungsbilder in seiner Hirnrinde angesammelt hat. Zwei von diesen stehen lange schon in einem innigen Zusammenhange — der Geschmack der Milch resp. die Stillung seines Hungers einerseits und das optische Bild seiner Mutter andererseits; denn stets kehrt das zweite mit dem ersten wieder. Jetzt dringt das Wort „Mama“ häufig an sein Ohr, wenn die Mutter erscheint, so daß sich dies akustische Erinnerungsbild den beiden ersten hinzugesellt. Andererseits aber beherbergt seine Rinde längst Erinnerungsbilder für Bewegungen der Lippen, der Zunge, des Kehlkopfs, durch welche ähnliche Töne hervorgerufen werden. Diese Bilder entstammen ursprünglich vielleicht Affektäußerungen, werden aber allmählich zu bewußt ausgestoßenen Lauten. So oft das kindliche Lallen die Mutter herbeiruft, sucht diese durch Wiederholung des Wortes „Mama“ die rohen Anfänge jener Lautbildung zu verfeinern. So kommt eine Verbindung zwischen der Bewegungsvorstellung des Lallens und dem akustischen Eindrucke zustande, diese wird fester durch fortgesetzte Übung, und endlich gelangt das Kind so weit, daß die von ihm selber produzierten Laute denselben akustischen Eindruck hinterlassen, wie das von der Mutter vorgesprochene Wort. Damit ist unendlich viel gewonnen. Das Kind besitzt dann ein akustisches Erinnerungsbild für das gehörte Wort, es besitzt aber auch ein Bild von den Bewegungen, welche nötig sind, um dieses Wort auszusprechen, und an diese Bilder schließen sich andere teils optischer, teils schmeckender Natur — wenn ich mich so ausdrücken darf —, kurz: es ist der Begriff „Mama“, der dem Kinde als Schatz von unberechenbarem Werte zu eigen geworden ist. Mühsam lernt es jetzt Wort für Wort erst verstehen, d. h. akustische Erinnerungsbilder mit anderen verknüpfen, und dann sprechen, d. h. mit motorischen Erinnerungsbildern einen so innigen Zusammenhang herstellen, daß das Gesprochene denselben akustischen Eindruck hervorbringt, wie das Gehörte. Fehlt dem Kinde der Begriff des Wortes, wird also nur eine Verbindung zwischen akustischen und motorischen Bildern geschaffen, so muß die Folge ein gedanken-

loses Nachplappern sein, wie es durch Dressur auch bei gewissen Vögeln zu erreichen ist. An welche Stellen des Gehirns sind nun diese Gruppen von Erinnerungsbildern zu verlegen? Für den akustischen Teil, das sogenannte „sensorische Sprachzentrum“, ist die Antwort einfach genug. Kann es doch nur der Rindenabschnitt mit enthalten, in welchem alle Gehörseindrücke deponiert sind, wir werden es also in dem mittleren Abschnitte der ersten beiden Schläfenwindungen zu suchen haben. Wir könnten jetzt dementsprechend das „motorische Sprachzentrum“ an jene Stellen der Rinde verlegen, wo wir Bewegungsbilder der zum Sprechen nötigen Muskulatur (Lippen, Zunge, Kehlkopf) angetroffen haben; es war das, wie Sie sich erinnern werden, von dem vorderen Ufer der Zentralfurche der unterste Teil. Wir würden damit aber nicht ganz das Richtige treffen. Die Sprache erfordert so feine Abstufungen, so komplizierte Verbindungen in der Muskeltätigkeit, daß nur die Hemisphäre, welche vorwiegend motorische Erinnerungsbilder birgt, also die linke, imstande sein wird, dieser Forderung zu genügen; infolgedessen findet sich das motorische Sprachzentrum bei rechtshändigen Menschen regelmäßig nur auf der linken Seite. Man muß also annehmen, daß der zu den rechten Hälften der Sprachorgane gesandte Impuls genügt, um die in unmittelbarer Nähe gelegenen linken Hälften mit in Bewegung zu setzen. Außerdem aber werden Sie leicht einsehen, daß ein derartiger Komplex von Bewegungen, wie er zur Aussprache eines Wortes nötig ist, eine solche Einheit in sich darstellt, daß er selbst als Erinnerungsbild deponiert wird und als solches mit dem früher beschriebenen akustischen in Verbindung tritt. Daraus folgt unmittelbar das Postulat eines eigenen motorischen Zentrums für die Sprache. Broca fand dasselbe unmittelbar vor dem Felde, welches die Bilder der Zungenbewegungen enthält, zum Teile mit ihm zusammenfallend. Dieser Übergang ist aus der allmählichen Umwandlung von Zungenkontraktionen in Sprachbewegungen leicht zu erklären. — Es ist das unsterbliche Verdienst von Wernicke in Breslau, die Beziehungen des sensorischen Sprachzentrums zu dem motorischen in überzeugender Weise klargelegt zu haben. Er stützte sich dabei auf Befunde an menschlichen Gehirnen, bei denen bald das eine, bald das andere Zentrum zerstört war. Der Nachweis konnte geführt werden, daß denjenigen, welche später einen Verlust des sensorischen Zentrums zeigten, das Verständnis der gehörten Worte verloren gegangen war, und Wernicke nannte diesen Zustand deshalb sensorische Aphasie zum Unterschiede von der motorischen, bei der das Verständnis der Worte vorhanden, ein Sprechen aber unmöglich ist, weil die Bewegungsbilder der Worte fehlen. — Ohne auf weitere Details hier einzugehen, will ich Ihnen in aller Kürze die beim Lesen und Schreiben in der Hirnrinde sich abspielenden Vorgänge schildern. Das Lesen besteht, wie es sich als einfache Folgerung aus dem früher mitgeteilten ergibt, aus der Übertragung optischer Erinnerungsbilder (für die Buchstaben) auf die Bilder von Sprachbewegungen, es muß also beim Lesenlernen dieselbe Verbindung zwischen Sehzentrum und motorischem Sprachzentrum hergestellt werden,

wie sie beim Nachsprechen zwischen akustischem und motorischem Sprachzentrum existiert. Der Schreibunterricht schafft einen Zusammenhang zwischen Erinnerungsbildern feinster Finger- und Handbewegungen einerseits und optischen oder akustischen Bildern andererseits, je nachdem abgeschrieben oder nach Diktat geschrieben wird. In beiden Fällen ist das motorische Schreibzentrum demnach in der Mitte der Zentralfurche zu suchen, das sensorische liegt jedoch auch beim Abschreiben nicht nur in der Sehsphäre, sondern es klingen akustische Eindrücke stets mit. Wir müssen uns überhaupt bei jedem geistigen Vorgange ein Zusammenwirken der verschiedensten Rindenelemente vorstellen, und die Art der Tätigkeit wird wahrscheinlich nur bestimmt durch das Vorwiegen der einen Gruppe über die anderen. Ich komme damit zur Beurteilung der Frage: „Läßt sich mit solchen, die Lokalisationslehre mächtig stützenden Tatsachen der Ausspruch von Goltz vereinigen, er habe nur Intelligenzdefekte bei seinen operierten Tieren wahrgenommen?“ Ich glaube, mit einigem Vorbehalt allerdings, diese Frage mit „ja“ beantworten zu können. Nach den Anschauungen, die wir soeben gewonnen haben, wird die Intelligenz durch die Summe aller Erinnerungsbilder mit ihren geordneten Verbindungen repräsentiert, während das Bewußtsein sich als der labile Zustand der Hirnrinde bezeichnen läßt, in welchem eine gewisse Zahl jener Bilder fortwährend in Verbindung tritt, und die Rinde selbst zur Aufnahme neuer Eindrücke bereit ist. Der Verlust optischer, akustischer oder anderer Erinnerungsbilder muß demnach notwendigerweise einen Intelligenzdefekt zur Folge haben, der um so auffälliger in die Erscheinung treten wird, je enger und mannigfaltiger vorher die Verbindung der verloren gegangenen Rindenteile mit den übrig gebliebenen gewesen ist. —

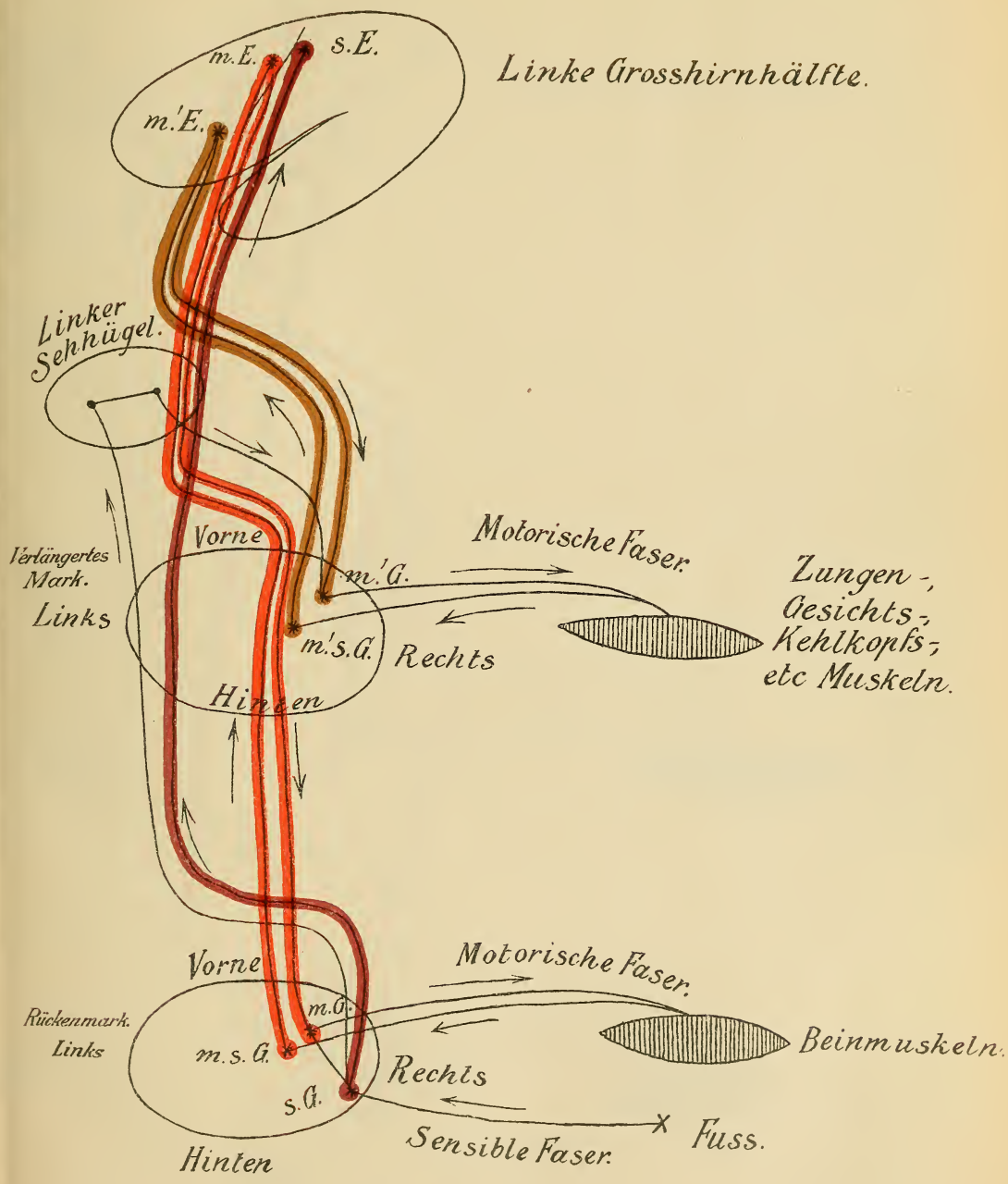
Von den Goltzschen Tieren gelangten viele nach einiger Zeit wieder zu einem gewissen Grade von Intelligenz. Diese auffallende Tatsache läßt sich nur dann erklären, wenn man annimmt, daß jene Tiere imstande waren, neue Erinnerungsbilder zu sammeln und auf diese Weise das Gehörte und Gesehene wieder verstehen zu lernen. So scheint es sich in der Tat zu verhalten. Die Intelligenz stellte sich nur dort wieder ein, wo noch genügende Rindenteile in der Nähe der zerstörten übrig geblieben waren. Was folgt daraus? Benachbarte Rindengebiete können im Notfalle die Funktionen der zerstörten übernehmen — aber nur bis zu einer gewissen Grenze — und diese Grenze, meine Herren, wird zwischen den Anhängern von Munk und Goltz noch lange Gegenstand ihrer Diskussionen bleiben. Leider reicht der Tierversuch zur Beantwortung solcher Fragen, soweit sie sich auf menschliche Verhältnisse beziehen, schwerlich aus, und es darf nie vergessen werden, wieviel Hypothese auch bei der scheinbar sicher begründeten Lokalisationslehre noch mit unterläuft. Damit könnte ich schließen, aber ich bitte Sie, mit mir noch einen Exkurs ins hypothetische Gebiet zu wagen, da ich Ihnen eine kleine Perspektive auf das eröffnen möchte, was zukünftiger Forschung vorbehalten bleibt. Goltz erklärte den Ausfall gewisser Bewegungen bei seinen operierten Hunden als Hemmungserscheinungen. Ist ihm auch das Irrige dieser Ansicht für die

meisten Fälle nachgewiesen, so sind wir doch aus wesentlich anderen Gründen genötigt, solche Hemmungsmechanismen in der Hirnrinde anzunehmen. — Es ist eine alte Erfahrung, daß auch auf die heftigsten Sinnesreize zuweilen keine Bewegung erfolgt, solange das Bewußtsein, d. h. die Rindentätigkeit, intakt bleibt, daß diese Bewegungen erst erfolgen, sobald die Rinde ausgeschaltet wird, sobald also der bewußte Vorgang in einen Reflex sich umwandelt. Die Hemmung wird besonders dann beobachtet, wenn zu gleicher Zeit mit dem sensiblen Reiz, welcher die Bewegung veranlassen würde, noch andere Perzeptionen stattfinden. Diese Erscheinung läßt sich einigermaßen erklären, wenn man annimmt, daß die von den motorischen Zentren, d. h. den Stätten motorischer Erinnerungsbilder ausgehenden Bahnen gleich anfangs eine Unterbrechung durch Ganglienzellen erleiden, welche nicht nur untereinander, sondern auch mit allen Rindengebieten enge verbunden sind. Diese Zellen haben die Aufgabe, eine Erregung des motorischen Erinnerungsbildes als Reiz auf die motorische Bahn nach unten zu senden. Dieser Aufgabe können sie indessen nur dann vollständig gerecht werden, wenn kein anderer Reiz von irgend welchen Partieen der Rinde auf sie einwirkt. Jeder Einfluß optischer, akustischer oder anderer Erinnerungsbilder schwächt die Übertragungsfähigkeit, hebt sie unter Umständen auf. — Wo sollen wir aber diese Zellgruppen hinverlegen? Ich bitte Sie, sich noch einmal die Hirnoberfläche anzusehen. Die obere Partie beider Stirnlappen ist ungefärbt geblieben, zum Zeichen, daß Sicheres über ihre Funktion nicht bekannt ist. Munk hat an Hunden und Affen nachgewiesen, daß die Rumpfbewegungen an dieser Stelle ihre Erinnerungsbilder besitzen. Man hat daraus auch für den Menschen ähnliches gefolgert, besonders glaubt man die bewußte Erhaltung des Gleichgewichts auf diese Rindenteile zurückführen zu können. Noch fehlt es meines Wissens an genügendem Material zur Bestätigung dieser Behauptung, was um so auffallender erscheint, als Verletzungen des oberen Stirnhirns gar nicht selten sind. Für um so wichtiger halte ich gewisse Erfahrungen, welche darauf hindeuten, daß gerade in der Nähe jener Partieen der Sitz solcher Hemmungsmechanismen zu suchen sei, wie ich sie eben beschrieben habe. In einigen Fällen von Verletzungen des oberen Stirnhirns, in einer ganzen Reihe von Mitteilungen über Geschwülste dieser Gegend wird ausdrücklich auf eine ganz bestimmte Charakterveränderung der betreffenden Kranken aufmerksam gemacht. Dieselben zeigten ein „kindisches“ Benehmen, heißt es fast jedesmal. Was bedeutet kindisch in diesem Zusammenhange? Wir haben früher gesehen, daß jenes Kind, welches uns als Führer in der Arbeitsstätte des Gehirns diente, jedesmal anfing zu weinen, sobald es eine Mücke sah. Wird das Kind älter, hat die Summe seiner Erinnerungsbilder sich vermehrt, so ist mit Sicherheit zu erwarten, daß es im gleichen Falle still bleibt. Ja, es wird unter dem Eindrucke mütterlicher Drohung selbst dann die Tränen zurückhalten, wenn wirklich ein schmerzhafter Reiz einwirkt. Und je älter das Kind ist, desto weniger entsprechen seine Bewegungen den Sinnesreizen — es lernt



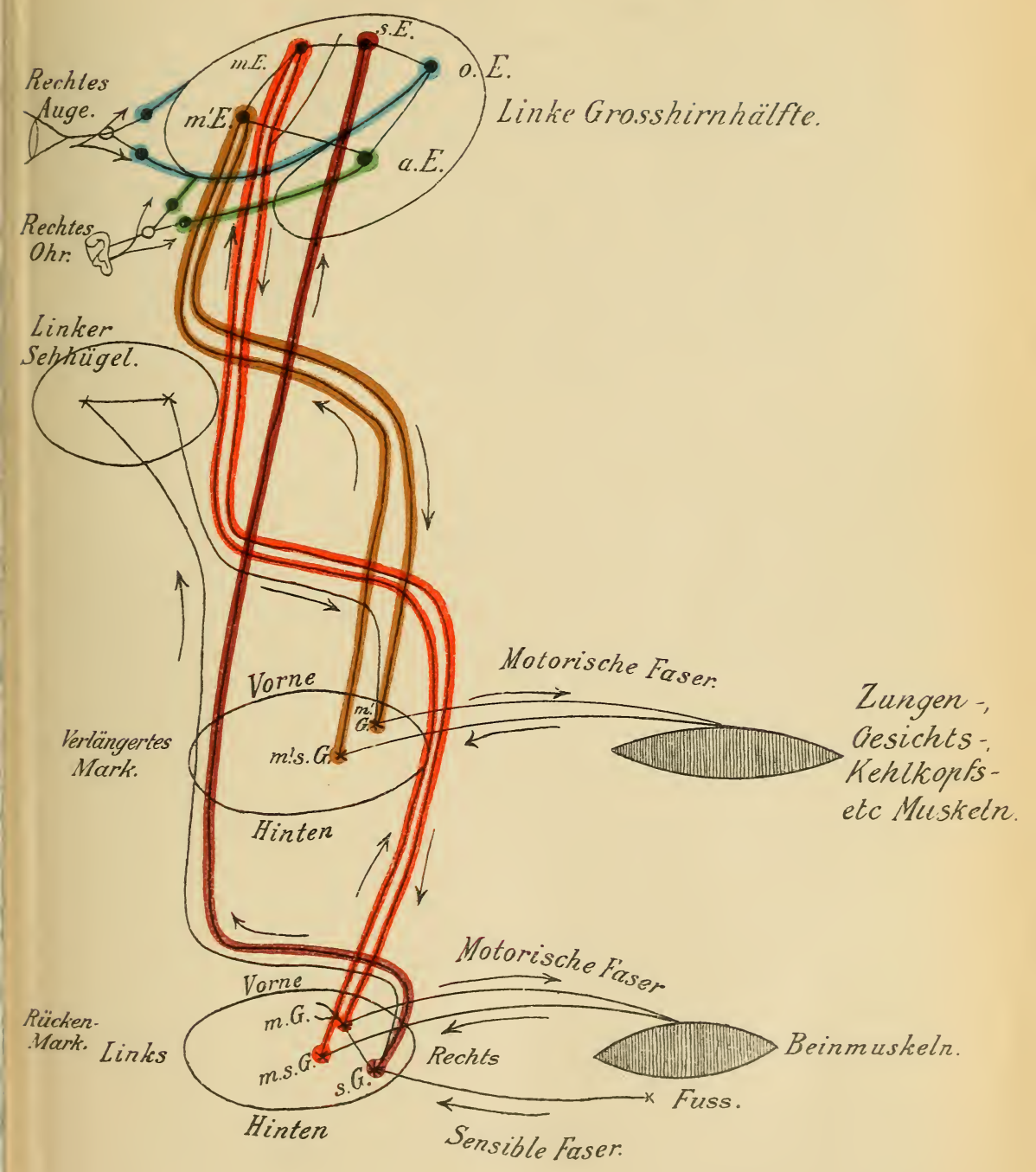
Gebrüder Zenner, Danzig.

Dr. Adolf Wallenberg: Ueber Ergebnisse der Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystems. I.



Gebrüder Zenner, Danzig.

Dr. Adolf Wallenberg: Ueber Ergebnisse der Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystems. I.



Gebrüder Zenner, Danzig.

Dr. Adolf Wallenberg: Ueber Ergebnisse der Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystems. I.

sich beherrschen. Wer demnach sensible Eindrücke leicht in motorische Impulse umsetzt, handelt wie ein kleines Kind, ist kindisch. Was ist aber erforderlich, wenn ein vorher gesetzter Mensch kindisch werden soll? Es müssen die Verbindungen der Hemmungsganglien mit den übrigen Rindenbezirken zerstört sein, sodaß die Übertragung motorischer Erinnerungsbilder auf die motorische Bahn ungehindert bleibt. Besäßen wir damit eine annehmbare Begründung unserer Hypothese, so wäre die unmittelbare Folgerung, daß sich eine enge Beziehung herausstellen müßte zwischen dem Charakter eines jeden Menschen und der Art resp. Zahl jener Verbindungen zwischen Hemmungsganglien und den übrigen Rindenterritorien. Doch, meine Herren, ich will Ihre Geduld nicht länger mit leeren Vermutungen in Anspruch nehmen und schließe mit der Hoffnung, daß es der emsigen Arbeit auf dem Gebiete der Hirnforschung vergönnt sein wird, auch in dieses noch dunkele Feld psychischer Tätigkeit dereinstmals Licht zu bringen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: NF_12_1

Autor(en)/Author(s): Wallenberg Adolf

Artikel/Article: Über Ergebnisse der Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystems. 33-49